



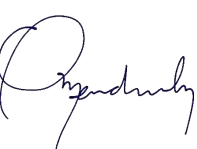
## COMISIÓN PERMANENTE DE ASUNTOS TÉCNICOS

ASUNTO: SE RINDE INFORME Y DICTAMEN



**DR. LUIS ENRIQUE PALAFOX MAESTRE**  
**PRESIDENTE DEL CONSEJO UNIVERSITARIO**  
**Presente.**

Siendo las 09:00 horas del día 24 de marzo de 2026, se reunieron de manera virtual — por la plataforma Google Meet— quienes integran la COMISIÓN PERMANENTE DE ASUNTOS TÉCNICOS del Honorable Consejo Universitario de la Universidad Autónoma de Baja California, en acatamiento al citatorio girado por la M.I. EDITH MONTIEL AYALA, Secretaria de dicho cuerpo colegiado.



### RESULTANDO



Que por acuerdo del pleno del H. Consejo Universitario, tomado en su sesión ordinaria del 25 de febrero de 2026, se encomendó a esta Comisión, acorde con lo establecido en el artículo 67 del *Estatuto General*, emitir dictamen respecto a la **propuesta de modificación del programa educativo de la Licenciatura en Biotecnología en Acuicultura, que presenta el Rector, por solicitud del Consejo Técnico de la Facultad de Ciencias Marinas**. Revisado el proyecto por quienes participaron en la sesión— que forman parte de esta Comisión— y por integrantes de las unidades académicas proponentes, de la Coordinación General de Formación Profesional, así como de los departamentos respectivos, se formulan las presentes:

### CONSIDERACIONES:



Primera. Que la propuesta sometida a dictamen corresponde a la modificación del plan de estudios del programa educativo de **Licenciatura en Biotecnología en Acuicultura**, con el propósito de actualizar su estructura curricular y fortalecer el proceso formativo del estudiantado, en atención a necesidades académicas y disciplinares identificadas por la unidad académica.



Segunda. Que, en el marco del proceso de modificación de los tres programas educativos de la Facultad de Ciencias Marinas: Licenciatura en Biotecnología en Acuicultura, Licenciatura en Ciencias Ambientales y Oceanología, se suscribió el acuerdo para el establecimiento de un tronco común para el área de Ciencias del Mar y del Ambiente, con el propósito de propiciar una incorporación más temprana del estudiantado a la disciplina, fortalecer su identidad con el campo profesional y favorecer una trayectoria formativa más clara desde el inicio de sus estudios.



Tercera. Que la estructura del tronco común contempla seis asignaturas obligatorias para cursarse en el primer periodo escolar de la etapa básica: Matemáticas, Biología, Química, Geomática, Ciencia, Ambiente y Sociedad, y Desarrollo para la vida universitaria,



integradas con el propósito de ofrecer bases formativas pertinentes, fortalecer competencias genéricas y habilidades para la vida universitaria, y propiciar un acercamiento inicial a los saberes y competencias del área, en apoyo a la trayectoria académica y al proceso de aprendizaje del estudiantado.

Cuarta. Que, una vez analizada la propuesta, se discutió con las personas funcionarias y académicas responsables.

Quinta. Que se realizaron las observaciones y recomendaciones pertinentes.

Sexta. Que dichas observaciones y recomendaciones fueron incorporadas a la propuesta.

Por tanto, la Comisión Permanente de Asuntos Técnicos emite el siguiente:

### DICTAMEN

**ÚNICO.- Se aprueba la modificación del programa educativo de la Licenciatura en Biotecnología en Acuicultura, que presenta el Rector, por solicitud del Consejo Técnico de la Facultad de Ciencias Marinas de la Universidad Autónoma de Baja California, cuya vigencia iniciará a partir del ciclo escolar 2026-2.**

ATENTAMENTE

Mexicali Baja California, a 24 de marzo de 2026  
"POR LA REALIZACIÓN PLENA DEL SER"

### INTEGRANTES DE LA COMISIÓN PERMANENTE DE ASUNTOS TÉCNICOS

JESÚS ANTONIO PADILLA SÁNCHEZ  
Director de la Facultad de Ciencias  
Administrativas y Sociales

HEIDY ANHELY ZÚÑIGA AMAYA  
Directora de la Facultad de Ciencias  
Humanas



---

GRICELDA MENDÍVIL ROSAS  
Directora de la Facultad de Pedagogía e  
Innovación Educativa

---

LETICIA GABRIELA RODRÍGUEZ  
PEDRAZA  
Directora de la Facultad de Enfermería

---

DIANA DENISSE MERCHANT LEY  
Directora de la Facultad de Humanidades  
y Ciencias Sociales

---

DAVID ABDEL MEJÍA MEDINA  
Director de la Facultad de Ciencias de la  
Ingeniería y Tecnología

---

ENRIQUE RENÉ BASTIDAS PUGA  
Profesor de la Facultad de Ingeniería

---

MARIO ALBERTO CURIEL ÁLVAREZ  
Director del Instituto de Ingeniería

---

MARÍA JOSÉ NAVARRO IBARRA  
Profesora de la Facultad de Medicina y  
Nutrición

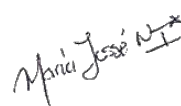
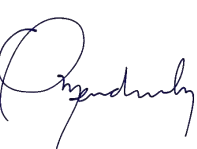
---

ANA MARÍA VÁZQUEZ ESPINOZA  
Profesora de la Facultad de Ciencias  
Administrativas, Sociales e Ingeniería



---

MANUEL ALEJANDRO GARDEA  
GONZÁLEZ  
Profesor de la Facultad de Idiomas  
Tijuana







# UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

*"2026, Año de la Educación para la Construcción de la Paz"*

## Licenciatura en Biotecnología en Acuacultura

Propuesta de modificación del plan de estudios y cambio de denominación que presenta la Facultad de Ciencias Marinas, Ensenada.

A faint, green-tinted background image of a ram's head with large, curved horns, positioned behind the text at the bottom of the page.

Ensenada, Baja California, México. Mayo de 2026

**Propuesta de modificación del Plan de Estudios 2018-1 y  
cambio de denominación de Licenciado en Biotecnología en  
Acuacultura a Licenciatura en Biotecnología en Acuacultura.**

Facultad de Ciencias Marinas



## **UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA**

### **DIRECTORIO**

**Dr. Luis Enrique Palafox Maestre**  
Rector

**M.I. Edith Montiel Ayala**  
Secretaria General

**Dra. Lus Mercedes López Acuña**  
Vicerrectora campus Ensenada

**Dra. Haydeé Gómez Llanos Juárez**  
Vicerrectora campus Tijuana

**Dr. Jesús Adolfo Soto Curiel**  
Vicerrector campus Mexicali

**Dra. Yessica Espinosa Díaz**  
Coordinadora General de Formación Profesional

**Dra. Natalie Millán Aguiñaga**  
Directora de la Facultad de Ciencias Marinas

**Dr. Antelmo Castro López**  
Jefe del Departamento de Diseño Curricular



## **PROYECTO DE MODIFICACIÓN CURRICULAR**

### **Coordinadora**

M.C. Rosario Jara Montañez

### **Comité de Diseño Curricular**

Dra. Natalie Millán Aguiñaga

Dra. Patricia Alvarado Graef

M.C. Amara Thaydé Sánchez Nava

Psic. Mónica Lubinsky Jinich

Dra. Miroslava Vivanco Aranda

Dr. Fernando Barreto Curiel

Dr. Oscar Basilio Del Río Zaragoza

Dr. Salvador Villasuso Palomares

M.C. Ángel Raúl Herrera Gutiérrez

Dra. Ivone Giffard Mena

### **Coordinación metodológica y técnica del diseño curricular**

Dr. Antelmo Castro López

Dra. Yessica Espinosa Díaz

Dra. Ananda Aracely Navarro Barrera

Mtra. Brianda Guadalupe García Guerrero

### **Diseño de programas de unidad de aprendizaje**

Alejandra Ferreira Arrieta

Alicia Abadía Cardoso

Amara Thayde Sánchez Nava

Ananda Aracely Navarro Barrera

Andrea Yazmín Zamora Quintero

André Braga de Souza

Ángel Raúl Herrera Gutiérrez

Angélica María Romero Arteaga

Beatriz Martín Atienza

Bernardino Ricardo Eaton González

Bertha García Capitanachi  
Brenda Guadalupe Bonett Calzada  
Carlos Francisco Peynador Sánchez  
Christina Verónica Treinen Crespo  
Conal David True  
Danténoc Álvarez Millán  
Denise Lubinsky Jinich  
Diana Arenas Islas  
Dora Alejandra Trejo Ramos  
Eliana Gómez Ocampo  
Emyr Saúl Peña Marín  
Enrique Valenzuela Wood  
Ernesto Larios Soriano  
Eunise Vanessa Torres Delgado  
Fernando Barreto Curiel  
Georges Seingier  
Gerardo Sandoval Garibaldi  
Guadalupe Gómez Hernández  
Hiram Rivera Huerta  
Hortencia Silva Jiménez  
Idaly Trejo Escamilla  
Ivone Giffard Mena  
Jorge Manuel López Calderón  
Jose Miguel Sandoval Gil  
Josué Rodolfo Villegas Mendoza  
José Alberto Zepeda Domínguez  
José Ángel Olivas Valdez  
José Ernesto Sampedro Ávila  
Juan Gabriel Correa Pérez  
Juan Gabriel Correa Reyes  
Juan Guillermo Vaca Rodríguez  
Julio López Castillejos  
Laura Liliana López Galindo  
Luis Javier Villegas Vicencio  
Lus Mercedes López Acuña  
Luis Manuel Enríquez Paredes  
Mario Alberto Galaviz Espinoza  
Marlene Nohemí Cardoza Contreras  
María Concepción Arredondo García  
Mauro Wilfrido Santiago García  
Miroslava Vivanco Aranda

Mónica Lubinsky Jinich  
Mónica Torres Beltrán  
Natalie Millán Aguiñaga  
Nelva Lorena Victoria Cota  
Omar Ezequiel Aguillón Hernández  
Oscar Basilio Del Rio Zaragoza  
Patricia Alvarado Graef  
Ricardo Bernardino Eaton González  
Rosario Jara Montañez  
Salvador Villasuso Palomares  
Samantha Victoria Cota  
Sheila Castellanos Martínez  
Usama Ismael Yarbuh Lugo  
Viridiana Evangelista Hernández  
Víctor Antonio Zavala Hamz  
Yamile Zaira Nassar Sánchez  
Yolanda Schramm Urrutia

### **Conducción y acompañamiento en el diseño de programas de unidad de aprendizaje**

Lic. Verónica Elizabeth Rosas Rojas  
Lic. Araceli Domínguez Chávez  
Lic. Claudia Vidaña Jiménez  
Lic. Ana Luisa Ramírez Jiménez  
Mtra. Itzel Ashanty Moreno Heras  
Mtra. Brianda Guadalupe García Guerrero  
Mtra. Melissa Zuno Bolaños  
Dra. Ananda Aracely Navarro Barrera  
Dr. Antelmo Castro López

# Índice

|                                                                                                           |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. Introducción .....                                                                                     | 10 |
| 2. Justificación .....                                                                                    | 14 |
| 2.1. Fundamentación social .....                                                                          | 16 |
| 2.2. Fundamentación de la profesión .....                                                                 | 19 |
| 2.3. Fundamentación institucional .....                                                                   | 22 |
| 3. Plan de estudios .....                                                                                 | 35 |
| 3.1. Perfil de ingreso .....                                                                              | 36 |
| 3.2. Perfil de egreso .....                                                                               | 37 |
| 3.3. Campo profesional .....                                                                              | 39 |
| 3.4. Características de las unidades de aprendizaje por etapas de formación .....                         | 40 |
| 3.5. Características de las unidades de aprendizaje por áreas de conocimiento .....                       | 43 |
| 3.6. Mapa curricular de la Licenciatura en Biotecnología en Acuicultura .....                             | 46 |
| 3.7. Distribución de créditos y de unidades de aprendizaje .....                                          | 47 |
| 3.8. Tipología de las unidades de aprendizaje .....                                                       | 48 |
| 3.9. Equivalencias de las unidades de aprendizaje .....                                                   | 54 |
| 3.10. Promoción del idioma inglés desde el currículo .....                                                | 57 |
| 3.11. Promoción del uso de Tecnologías de la Información (TI) y la Inteligencia Artificial (IA) .....     | 60 |
| 3.12. Promoción de habilidades blandas .....                                                              | 63 |
| 3.13. Certificados .....                                                                                  | 67 |
| 4. Filosofía y enfoque educativo .....                                                                    | 69 |
| 4.1. Misión y visión de la Universidad Autónoma de Baja California .....                                  | 74 |
| 4.2. Misión y visión de la Facultad de Ciencias Marinas .....                                             | 75 |
| 4.3. Misión, visión y objetivos del programa educativo Licenciatura en Biotecnología en Acuicultura ..... | 76 |
| 5. Descripción de la propuesta .....                                                                      | 79 |
| 5.1. Etapas de formación .....                                                                            | 79 |
| 5.1.1. Etapa básica .....                                                                                 | 79 |
| 5.1.2. Etapa disciplinaria .....                                                                          | 80 |

|                                                                                                                    |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 5.1.3. Etapa terminal .....                                                                                        | 81  |
| 5.2. Descripción de las modalidades de aprendizaje y obtención de créditos, y sus<br>mecanismos de operación ..... | 82  |
| 5.2.1. Unidades de aprendizaje obligatorias .....                                                                  | 83  |
| 5.2.2. Unidades de aprendizaje optativas .....                                                                     | 84  |
| 5.2.3. Otros cursos optativos .....                                                                                | 85  |
| 5.2.4. Estudios independientes .....                                                                               | 86  |
| 5.2.5. Ayudantía docente .....                                                                                     | 86  |
| 5.2.6. Ayudantía de investigación .....                                                                            | 87  |
| 5.2.7. Ejercicio investigativo .....                                                                               | 88  |
| 5.2.8. Ayudantía de laboratorio .....                                                                              | 88  |
| 5.2.9. Apoyo a actividades de extensión y vinculación .....                                                        | 89  |
| 5.2.10. Proyectos de vinculación con valor en créditos (PVVC) .....                                                | 90  |
| 5.2.11. Programa de emprendedores universitarios .....                                                             | 95  |
| 5.2.12. Unidades de aprendizaje por asesoría académica .....                                                       | 96  |
| 5.2.13. Actividades para la formación en valores .....                                                             | 97  |
| 5.2.14. Movilidad e intercambio estudiantil .....                                                                  | 98  |
| 5.2.15. Actividades artísticas, culturales y deportivas .....                                                      | 100 |
| 5.2.16. Cursos intersemestrales .....                                                                              | 101 |
| 5.2.17. Servicio social comunitario y profesional .....                                                            | 102 |
| 5.2.18. Prácticas profesionales .....                                                                              | 103 |
| 5.2.19. Lengua extranjera .....                                                                                    | 104 |
| 5.3. Titulación .....                                                                                              | 105 |
| 5.4. Requerimientos y mecanismos de implementación .....                                                           | 107 |
| 5.4.1. Difusión del programa educativo .....                                                                       | 107 |
| 5.4.2. Descripción de la planta académica .....                                                                    | 108 |
| 5.4.3. Descripción de la infraestructura, materiales y equipo de la unidad<br>académica .....                      | 117 |
| 5.4.4. Descripción de la estructura organizacional .....                                                           | 125 |
| 5.5. Descripción del Programa de Tutoría Académica .....                                                           | 126 |
| 6. Sistema de evaluación y aseguramiento de la calidad .....                                                       | 129 |



|                                                                        |      |
|------------------------------------------------------------------------|------|
| 6.1. Evaluación del plan de estudios .....                             | 130  |
| 6.2. Evaluación del aprendizaje.....                                   | 131  |
| 6.3. Evaluación colegiada del aprendizaje.....                         | 133  |
| 6.4. Uso de resultados y mejora continua.....                          | 134  |
| 7. Referencias .....                                                   | 136  |
| 8. Evaluación de pares externos .....                                  | 146  |
| 9. Anexos.....                                                         | 156  |
| 9.1. Anexo 1. Formatos metodológicos.....                              | 156  |
| 9.2. Anexo 2. Acta de Consejo Técnico de la unidad académica .....     | 184  |
| 9.3. Anexo 3. Programas de unidad de aprendizaje .....                 | 189  |
| 9.4. Anexo 4. Evaluación externa e interna del programa educativo..... | 1210 |

# 1. Introducción

La acuacultura contemporánea se encuentra en un punto de inflexión marcado por transformaciones tecnológicas, ambientales y socioeconómicas que redefinen las capacidades y responsabilidades de los profesionales del sector. A nivel mundial, la actividad acuícola se ha consolidado como una de las principales fuentes de proteínas de alta calidad para la población, con tasas de crecimiento superiores a las de otras industrias alimentarias. El avance de la biotecnología, la automatización, la analítica de datos, los sistemas de recirculación, la nutrigenómica, los bioinsumos y el uso de sensores inteligentes han modificado de manera sustantiva la forma de producir organismos acuáticos. A ello se suman los retos emergentes: el cambio climático, la disponibilidad y calidad del agua, la bioseguridad, el bienestar animal, la trazabilidad, la certificación socioambiental y la resiliencia de los sistemas alimentarios. Estos escenarios globales demandan profesionales capaces de integrar saberes científicos, tecnológicos y socio ecosistémicos para impulsar modelos productivos más sostenibles, inclusivos y competitivos.

En México, la acuacultura representa un sector estratégico para la seguridad alimentaria, el desarrollo regional y la generación de empleo, con un potencial aún creciente en estados como Baja California, Sonora, Sinaloa, Nayarit, Veracruz y Chiapas. Las tendencias nacionales apuntan a la consolidación de especies de alta demanda comercial, la diversificación productiva, la incorporación de biotecnologías para optimizar cultivos, el fortalecimiento de la inocuidad alimentaria, la adopción de sistemas intensivos con bajo impacto ambiental y el impulso a modelos empresariales comunitarios y sociales. Paralelamente, se reconoce la necesidad de profesionales con capacidades para analizar y mejorar procesos productivos, gestionar unidades de cultivo de manera integral, implementar estrategias de mitigación y adaptación frente al cambio climático, y contribuir a la innovación tecnológica en toda la cadena de valor acuícola. Estas tendencias subrayan la importancia de contar con programas de formación que respondan a problemáticas reales, a las demandas del sector productivo, y a los compromisos ambientales y sociales que hoy definen las prácticas de la acuacultura responsable.

En este contexto, el perfil de egreso de la Licenciatura en Biotecnología en Acuicultura de la Universidad Autónoma de Baja California se orienta a la formación de profesionales capaces de integrar conocimientos de producción, sanidad, gestión estratégica y biotecnología para el diseño, operación, optimización y evaluación de sistemas acuícolas modernos. La propuesta formativa reconoce que la sostenibilidad, la resiliencia y el bienestar animal son criterios indispensables para el desarrollo del sector, y que los futuros especialistas deben ser competentes para implementar tecnologías de cultivo innovadoras, adaptar soluciones a múltiples especies y entornos, y responder con ética a las condiciones socioambientales y económicas del país. Asimismo, se privilegia la capacidad para diseñar y gestionar proyectos acuícolas integrales, incorporar metodologías participativas, formular modelos de negocio sustentables y utilizar herramientas tecnológicas de vanguardia que permitan atender problemáticas productivas, sociales y ambientales en escalas locales y regionales.

De igual manera, el programa contempla la formación en procesos biotecnológicos aplicados a la mejora de la calidad, inocuidad y valor nutricional de los productos acuícolas, así como el desarrollo de competencias para prevenir, diagnosticar y controlar enfermedades que afectan a organismos de importancia comercial. Esto resulta fundamental en un contexto internacional donde la sanidad acuícola constituye un eje crítico para la competitividad y donde la bioseguridad se reconoce como condición indispensable para la expansión sostenible del sector. Finalmente, el perfil enfatiza la importancia de diseñar e implementar estrategias de manejo resilientes frente a escenarios climáticos cambiantes, integrando enfoques socio ecosistémicos y criterios de responsabilidad ambiental y social que permitan fortalecer la sostenibilidad de la cadena de valor.

En suma, la modificación curricular responde a la necesidad de articular una formación científica robusta con las competencias prácticas, éticas y tecnológicas que exige la acuicultura del siglo XXI. La Licenciatura en Biotecnología en Acuicultura se posiciona, así como un programa pertinente, actualizado y orientado al futuro, preparado para formar profesionales capaces de liderar procesos de innovación, impulsar la sostenibilidad del sector y contribuir al desarrollo regional y nacional mediante soluciones biotecnológicas y productivas de alto impacto.

En este documento se presenta la propuesta de modificación del plan de estudios y el cambio de denominación, de programa educativo Licenciado en Biotecnología en Acuicultura a Licenciatura en Biotecnología en Acuicultura, que ha sido diseñada bajo la filosofía institucional, el enfoque basado en competencias y la flexibilidad curricular, como estrategia de desarrollo de planes de estudio de la UABC (2018), que además, está apoyada en una estructura académica y administrativa pertinente y suficiente para su operación.

Con el propósito de exponer sus aspectos esenciales, el documento se organiza en nueve apartados. En el primero se presenta la introducción. El segundo apartado expone la justificación de la propuesta de modificación del Plan de Estudios 2018-1, a partir de los resultados obtenidos en la evaluación interna y externa del programa educativo. En el tercer apartado se describe el plan de estudios, donde se detallan el perfil de ingreso y de egreso, el campo profesional, las características de las unidades de aprendizaje por etapas de formación y áreas de conocimiento, el mapa curricular, la descripción cuantitativa del plan de estudios, así como la equivalencia y tipología de las unidades de aprendizaje.

El cuarto apartado presenta el sustento filosófico-educativo del programa desde la perspectiva del Modelo Educativo de la Universidad Autónoma de Baja California (UABC, 2018), e integra la misión, la visión y los objetivos del programa educativo. El quinto apartado describe las etapas de formación, las modalidades de aprendizaje para la obtención de créditos y su operación; los requerimientos y mecanismos de implementación; el programa de tutoría académica; la planta docente; la infraestructura, materiales y equipo; así como la organización de las unidades académicas necesarias para la operación del nuevo plan de estudios. El sexto apartado define el sistema de evaluación del plan de estudios y del aprendizaje. El séptimo apartado presenta las referencias utilizadas que brinda sustento a la propuesta. Finalmente, en el octavo apartado se integran las observaciones y recomendaciones emitidas por pares externos como resultado del proceso de revisión de la propuesta.

Al final del documento, en el apartado nueve se incluyen, como anexos, los formatos metodológicos (Anexo 1), el acta de aprobación del Consejo Técnico de la

unidad académica (Anexo 2), los programas de unidad de aprendizaje (Anexo 3) y el estudio de evaluación interna y externa del programa educativo (Anexo 4).

## 2. Justificación

La política institucional de calidad y relevancia de la oferta educativa de la Universidad Autónoma de Baja California (UABC) establece el compromiso de asegurar la excelencia de los programas de estudio y su alineación con las necesidades de los sectores público, privado y social, así como con los objetivos del proyecto universitario. En este marco, la UABC impulsa estrategias orientadas al fortalecimiento de su oferta educativa, al aseguramiento de su calidad académica y a la pertinencia de sus programas (UABC, 2019). En cumplimiento de dichas directrices y de la acción específica de modificar el plan de estudios de la Licenciatura en Biotecnología en Acuicultura (LBA), se desarrolló un proceso de evaluación fundamentado en lo establecido por la *Metodología de los estudios de fundamentación para la creación, modificación y actualización de programas educativos de licenciatura* (UABC, 2018).

La evaluación del programa educativo constituye un ejercicio sistemático que permite determinar su pertinencia, alcances y condiciones de operación, así como orientar decisiones informadas en torno a la modificación de los planes y programas de estudio. De acuerdo con la metodología institucional, este proceso integra tanto un análisis externo como uno interno, con el propósito de fundamentar de manera sólida la necesidad y el sentido de la modificación curricular.

Como parte del análisis externo, se realizó un estudio de pertinencia social que incluyó la valoración de necesidades del entorno, mercado laboral, trayectoria de egresados, oferta y demanda educativa, así como un estudio de referentes nacionales e internacionales. Este último incorporó el análisis de la evolución de la profesión, la comparación con programas de instituciones de reconocido prestigio y la revisión de lineamientos de organismos especializados, con el fin de identificar estándares, tendencias y buenas prácticas aplicables a la LBA.

La evaluación externa propone áreas de mejora en su alineación con las necesidades actuales y futuras del sector acuícola, particularmente en gestión, liderazgo, toma de decisiones, vinculación con entornos reales de trabajo y uso de herramientas emergentes. En este sentido, la observación de los empleadores debe entenderse como una oportunidad para fortalecer la pertinencia curricular. En respuesta a ello, la propuesta

de modificación del plan de estudios 2026-2 actualiza el perfil de egreso, reorganiza la formación en áreas estratégicas y fortalece la etapa terminal como espacio de integración y aplicación del conocimiento en contextos cercanos al ejercicio profesional. Asimismo, incorpora contenidos y estrategias en gestión, administración, marco legal, emprendimiento, herramientas digitales, inteligencia artificial, sostenibilidad, bioseguridad, sanidad e innovación biotecnológica, además de actualizar las PUAs, para asegurar mayor coherencia entre competencias, evidencias y resultados de aprendizaje.

De igual forma, el nuevo plan de estudios refuerza la vinculación con los sectores de interés mediante prácticas profesionales, proyectos de vinculación con valor en créditos, ayudantías, ejercicio investigativo y actividades de extensión, lo que favorece tanto la empleabilidad como la retroalimentación continua del currículo. Adicionalmente, se fortalecerán acciones de difusión y socialización de la propuesta curricular con empleadores, egresados y actores estratégicos del sector, a través de reuniones, medios institucionales, eventos académicos y productivos, y esquemas de colaboración. En conjunto, la modificación curricular no sustituye una formación sin valor, sino que la actualiza y fortalece para ofrecer una propuesta más sólida, pertinente y articulada con las transformaciones de la acuicultura moderna.

De manera complementaria, la evaluación interna del programa permitió analizar los fundamentos curriculares, la trayectoria académica de los estudiantes, las características del personal docente, así como las condiciones de infraestructura y servicios. El examen conjunto de estos elementos es indispensable para garantizar que la propuesta curricular modificada responda a criterios institucionales de calidad y pueda implementarse en condiciones adecuadas.

Los resultados del estudio de pertinencia social confirmaron la necesidad de modificar el programa educativo para asegurar su vigencia frente a los cambios del entorno. México, y particularmente Baja California, poseen condiciones geográficas y económicas favorables para el desarrollo acuícola, lo que demanda profesionales altamente capacitados en biotecnología aplicada a la producción acuícola. El análisis del sector revela un escenario dinámico, impulsado por la creciente demanda de productos acuícolas sostenibles, los avances tecnológicos, el fortalecimiento de políticas públicas orientadas al sector y la expansión del comercio internacional.

Asimismo, se identificaron desafíos emergentes —como el cambio climático, la presencia de nuevas enfermedades, la intensificación productiva y la necesidad de transitar hacia sistemas más sostenibles— que requieren profesionistas capaces de incorporar conocimientos avanzados en biotecnología, sanidad, manejo y gestión productiva. En el ámbito laboral, el estudio evidenció una demanda creciente de especialistas con dominio técnico en sistemas de cultivo, administración de la producción, bioseguridad, optimización de procesos y aplicación de innovaciones biotecnológicas.

En conjunto, los análisis externos e internos demostraron que el programa cuenta con una base sólida que justifica su continuidad, pero que requiere ser modificado para responder a los cambios del entorno, fortalecer su pertinencia y alinear sus componentes curriculares con las necesidades actuales y futuras del sector acuícola. La presente propuesta de modificación curricular se sustenta, por tanto, en criterios académicos, sociales, profesionales e institucionales que aseguran su contribución al fortalecimiento de la oferta educativa de la UABC y a la formación de profesionales competentes, pertinentes y socialmente responsables, los fundamentos se presentan a continuación en tres dimensiones: social, profesional e institucional.

## **2.1. Fundamentación social**

El campo de la Biotecnología en Acuicultura enfrenta un escenario de transformación acelerada a nivel internacional, nacional y estatal, impulsado por el incremento sostenido en la demanda global de productos acuáticos y la necesidad de fortalecer la seguridad alimentaria mediante sistemas productivos más eficientes y sostenibles. De acuerdo con *El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2024. La transformación azul en acción* (FAO, 2024), para mantener los niveles actuales de consumo per cápita de alimentos acuáticos de origen animal entre 2022 y 2050, América Latina y el Caribe deberán incrementar su producción en al menos 13%. Este contexto global exige profesionistas capaces de aplicar biotecnologías avanzadas para optimizar los sistemas acuícolas, garantizar la inocuidad y mejorar la resiliencia ante cambios ambientales.

En México, el sector pesquero y acuícola constituye un componente estratégico del desarrollo económico. Más de 295,000 personas participan directamente en estas



actividades y alrededor de 1.5 millones están vinculadas de manera indirecta. De acuerdo con el *Programa Nacional de Pesca y Acuicultura 2020–2024* y el *Programa Sectorial de Agricultura y Desarrollo Rural 2020–2024*, el país requiere fortalecer la autosuficiencia alimentaria mediante la innovación tecnológica, el aumento de la productividad y la adopción de modelos sostenibles de producción, comercialización y aprovechamiento de recursos. Estas necesidades sociales y productivas evidencian la importancia de contar con profesionistas mejor preparados para afrontar los retos actuales y futuros de la acuicultura moderna.

A nivel laboral, el análisis realizado muestra un panorama favorable y en expansión. El Observatorio Laboral reporta que las áreas asociadas con Ciencias de la Tierra y Biotecnología presentan una demanda creciente, especialmente en perfiles técnicos y científicos vinculados al uso de tecnología avanzada. Las cinco empresas (empleadores) participantes en el estudio —todas pertenecientes al sector privado y de distintos tamaños— confirman que, pese a los efectos económicos postpandemia (ONU, 2023), el sector se mantiene dinámico. Además, el aumento proyectado de 3.9% anual en la producción acuícola hacia 2033 (Secretaría de Economía) refuerza la necesidad de profesionistas con capacidades técnicas y de gestión cada vez más especializadas.

El estudio con empleadores revela áreas clave que la formación debe atender. Aunque reconocen fortalezas en los conocimientos técnicos de los egresados, identifican brechas en habilidades administrativas, gestión de la producción, toma de decisiones y liderazgo, las cuales resultan fundamentales dado que los puestos que ocupan mayoritariamente los egresados son jefaturas de producción (60%) y posiciones gerenciales (40%). Asimismo, solo 20% de empleadores considera que la formación actual se alinea plenamente con las necesidades vigentes del sector, lo cual refuerza la pertinencia de una modificación curricular.

Un hallazgo relevante es la limitada vinculación entre las empresas y el programa educativo: 40% de las empresas no ha recibido estudiantes en prácticas, servicio social o estancias, ni ha contratado a egresados. Esta desconexión representa un área crítica de mejora, dado que la vinculación profesional incide directamente en la pertinencia social de la formación (UNESCO, 2009), en la transición al empleo (Flores y Olimón,

2015) y en la innovación y competitividad empresarial mediante la transferencia de conocimiento (López-Leyva, 2005; Sarabia Altamirano, 2016; Ricardo et al., 2021).

En términos de proyección laboral, empleadores y egresados coinciden en que las funciones con mayor demanda actual y futura se relacionan con la gestión de proyectos, instrumentación, administración de la producción, genómica, bacteriología y bioquímica molecular. Las actividades que actualmente realizan los egresados abarcan alimentación, monitoreo de parámetros, control de calidad, desarrollo tecnológico, gestión y dirección operativa, reproducción, postcosecha e investigación, lo cual demanda una preparación que integre biotecnología, operación técnica, análisis de datos, gestión productiva y competencias blandas.

Al analizar los criterios de contratación, empleadores enfatizan atributos ético-laborales y socioemocionales (responsabilidad, disciplina, integridad, proactividad, organización, tolerancia a la frustración, trabajo en equipo) además de habilidades técnicas como manejo de instrumentos y análisis e interpretación de datos. La valoración del desempeño profesional indica que, aunque 80% lo califica como regular y 20% como excelente, la satisfacción general (40%) y la percepción de alineación con las demandas actuales y futuras muestran áreas claras de mejora curricular.

La encuesta de seguimiento a 11 egresados (correspondiente al 30% de la población) reflejó una sólida capacidad para aplicar conocimientos básicos en entornos acuícolas, pero también señaló necesidades formativas emergentes relacionadas con sostenibilidad, reducción de residuos, nutrición, patología e inocuidad, administración, finanzas, multidisciplinariedad y habilidades socioemocionales.

Entre las recomendaciones de mejora del programa educativo propuestas por los egresados destacan: fortalecer la vinculación con el sector productivo; incorporar contenidos sobre marco legal y administración de Unidades de Producción Acuícola; ampliar prácticas y visitas a granjas; ajustar la carga en las asignaturas biotecnológicas; incluir más contenidos de administración, gestión de proyectos y emprendimiento; y capacitar en el uso de Sistemas de Información Geográfica para la acuicultura.

En conjunto, los resultados del estudio social evidencian la necesidad de modificar el plan de estudios 2018-1 para responder de manera efectiva a las demandas del sector, fortalecer la pertinencia del programa y asegurar que las y los futuros profesionistas

cuenten con competencias técnicas, científicas, administrativas y socioemocionales acordes con la evolución de la acuacultura en México y el mundo.

## **2.2. Fundamentación de la profesión**

La profesión de Biotecnología en Acuacultura se sustenta en un marco internacional que reconoce a la acuacultura como una actividad estratégica para la seguridad alimentaria, la sostenibilidad ambiental y el desarrollo económico. Durante las últimas tres décadas, este sector ha presentado el mayor crecimiento dentro de la producción de alimentos, alcanzando en 2020 un récord histórico al aportar 49.2% de la producción mundial de animales acuáticos, equivalente a más de 122.6 millones de toneladas destinadas principalmente al consumo humano (FAO, 2024). Este contexto posiciona a la acuacultura como un eje central de la Transformación Azul, al integrar innovación, sostenibilidad, resiliencia productiva y nuevas tecnologías para enfrentar los desafíos globales.

En México, la actividad acuícola ha evolucionado en paralelo a su creciente relevancia estratégica. Desde la creación de la Dirección de Acuacultura en 1971, el país ha fortalecido progresivamente la institucionalidad del sector mediante su integración en la Secretaría de Pesca (1981), SEMARNAP (1995), SAGARPA (2000) y, más recientemente, a través de la consolidación de la Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca en 2018 como órgano rector dentro de la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. Esta trayectoria confirma el compromiso nacional por consolidar un sector que incide directamente en la producción de alimentos, el desarrollo regional, la generación de empleo especializado y la diversificación económica.

El estudio de pertinencia del programa confirma que la Biotecnología en Acuacultura cuenta con un campo laboral dinámico, diversificado y en expansión, con oportunidades en tres ámbitos principales:

- El sector público, donde las personas egresadas intervienen en normatividad, sanidad e inocuidad, gestión ambiental, monitoreo productivo y diseño de políticas acuícolas.
- El sector privado, que abarca hatcheries, unidades de producción, plantas de proceso, laboratorios, empresas de insumos biotecnológicos, farmacéuticas y alimentarias.

- El ejercicio profesional independiente, que incluye consultoría técnica, desarrollo de proyectos, servicios especializados y emprendimientos en economía azul.

Además, existe una creciente inserción en investigación científica, desarrollo tecnológico, bioinnovación y transferencia de conocimiento, áreas que demandan capacidades avanzadas de análisis, experimentación y resolución de problemas complejos.

Las funciones que actualmente desempeñan las personas egresadas —toma de parámetros, control y mantenimiento de sistemas productivos, operación de cultivos, manejo de reproductores, postcosecha, control de calidad, supervisión y gerencia— se encuentran en un proceso acelerado de transformación ante los nuevos desafíos del sector. Las tendencias emergentes requieren fortalecer funciones relacionadas con administración de la producción, genómica, bacteriología, bioquímica molecular, sistemas de información geográfica, automatización, sensores, inteligencia artificial aplicada y análisis avanzado de datos. Paralelamente, se intensifica la demanda de competencias transversales como gestión de proyectos, liderazgo, toma de decisiones, pensamiento crítico, comunicación efectiva, sostenibilidad, trabajo colaborativo y habilidades socioemocionales.

Las personas egresadas del campo profesional cuentan con una formación integral orientada a aplicar tecnologías de cultivo, optimizar procesos biotecnológicos, gestionar unidades de producción y diseñar soluciones técnicamente factibles con enfoque ambiental, social y económico. Sin embargo, la acuicultura moderna plantea desafíos derivados del cambio climático, las enfermedades emergentes, la volatilidad de los mercados, la bioseguridad, la inocuidad y la necesidad de avanzar hacia sistemas productivos más eficientes, circulares y de bajo impacto. Este panorama exige fortalecer el perfil profesional para transitar hacia modelos basados en innovación, gestión estratégica y sostenibilidad.

El papel de la Biotecnología en Acuicultura es fundamental para el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible.

- Con el ODS 2 (Hambre Cero), contribuye a incrementar la disponibilidad y calidad de alimentos acuáticos nutritivos.

- Con el ODS 8 (Trabajo Decente y Crecimiento Económico), impulsa cadenas de valor competitivas, innovadoras y resilientes.
- Con el ODS 13 (Acción por el Clima), desarrolla estrategias de mitigación, adaptación y resiliencia en sistemas productivos ante escenarios climáticos adversos.
- Con el ODS 14 (Vida Submarina), promueve prácticas responsables que preservan la biodiversidad, reducen impactos ecológicos y favorecen el uso sostenible de ecosistemas acuáticos.

La profesión enfrenta retos vinculados con la diversificación productiva, la reducción de residuos, la reutilización de recursos, la economía circular, la optimización de bioinsumos, la incorporación de marcadores moleculares, el desarrollo de sistemas de recirculación, la mejora genética y la adopción de inteligencia artificial y nuevas tecnologías para una producción más limpia. Estos factores fortalecen la pertinencia de actualizar la formación profesional para que las futuras personas egresadas sean capaces de liderar la transición hacia una acuacultura más innovadora, sustentable, tecnificada y resiliente, alineada con las demandas de la economía azul y con las transformaciones globales del sector.

El objetivo central de la Biotecnología en Acuacultura es atender la creciente demanda de alimentos provenientes de especies acuáticas. Las principales áreas de aplicación de la biotecnología en la acuacultura y la gestión pesquera incluyen la mejora genética y el control de la reproducción, la bioseguridad y el control de enfermedades, la gestión ambiental y la biorremediación, así como la conservación de la biodiversidad (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2010).

La fundamentación de la profesión indica que el programa educativo busca formar profesionistas capaces de aportar soluciones a los retos de desarrollo y consolidación de la acuacultura en México. La formación está orientada a la aplicación de tecnologías de cultivo modernas, la elaboración de proyectos con procedimientos sustentables, el uso de herramientas tecnológicas y de gestión para atender problemáticas productivas y sociales, el cultivo de organismos y la generación de productos basados en biotecnología, así como la aplicación de métodos de control, manejo y prevención de enfermedades en sistemas acuícolas.

Asimismo, la licenciatura incorpora los Objetivos de Desarrollo Sostenible relacionados con el uso sostenible de los océanos, mares y recursos marinos (ODS 14) y la seguridad alimentaria (ODS 2), alineándose con los compromisos internacionales para promover la sostenibilidad.

El campo de acción profesional se distribuye en el sector público, el sector privado y el ejercicio independiente, incluyendo dependencias gubernamentales, organismos descentralizados de sanidad e inocuidad, industria primaria y de transformación, comercialización, farmacéuticas y consultoría especializada.

En el escenario internacional, la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura señala que la acuicultura tiene el potencial de satisfacer la creciente demanda mundial de alimentos acuáticos saludables y nutritivos, y de contribuir al crecimiento económico. Este contexto ha generado una demanda creciente de profesionistas capaces de innovar y aplicar conocimientos avanzados para enfrentar desafíos como el cambio climático, las enfermedades emergentes y la gestión sostenible de los recursos acuáticos.

En conjunto, estos elementos confirman que la Biotecnología en Acuicultura constituye una profesión con alta pertinencia y proyección estratégica. No obstante, también evidencian la necesidad de fortalecer la formación para responder con mayor solidez a las transformaciones científicas, tecnológicas, productivas y ambientales del sector. Esto justifica plenamente la modificación curricular, con el propósito de asegurar que las futuras personas egresadas cuenten con las competencias técnicas, científicas, administrativas y socioambientales necesarias para contribuir de manera eficaz al desarrollo sostenible de la acuicultura en México y en el ámbito internacional.

### **2.3. Fundamentación institucional**

La Universidad Autónoma de Baja California, a través de la Facultad de Ciencias Marinas, tiene como misión formar profesionistas de excelencia, con responsabilidad social y compromiso ético, capaces de contribuir al desarrollo sostenible mediante soluciones científicas y tecnológicamente fundamentadas. La modificación del plan de estudios de la Licenciatura en Biotecnología en Acuicultura se alinea con esta misión institucional y

con la visión de consolidar una formación reconocida a nivel nacional e internacional por la calidad de sus egresados y su impacto en los sectores productivo, social y ambiental.

Con el propósito de evaluar la percepción y el desempeño del programa educativo, se aplicaron dos cuestionarios dirigidos a estudiantes y a académicos, obteniéndose la participación de 19 estudiantes y 22 docentes. Los resultados muestran que, desde la perspectiva estudiantil, los valores más promovidos en su formación han sido responsabilidad, pensamiento crítico y proactividad, mientras que solidaridad y creatividad fueron los menos impulsados. Asimismo, la mayoría del estudiantado considera que su formación incide de manera “total” o “bastante” en el desarrollo de las competencias del programa educativo, aunque la competencia relativa a implementar tecnologías de cultivo obtuvo la menor incidencia.

Respecto a la estructura del plan de estudios, el 26.3% del estudiantado identifica la necesidad de añadir asignaturas en la etapa terminal, 47.4% en la etapa disciplinaria y 36.8% en la etapa básica; solo 21.1% considera que no es necesario incorporar unidades de aprendizaje adicionales. Las principales oportunidades de mejora señaladas incluyen: fortalecer la cultura institucional, incrementar la vinculación entre las tres carreras de la facultad, distribuir las asignaturas de biotecnología en más de un semestre, impulsar el desarrollo de pequeñas y medianas empresas, ampliar la vinculación con el sector productivo nacional, mejorar la difusión de los laboratorios institucionales disponibles para prácticas, actualizar el diseño de los programas de unidades de aprendizaje y equilibrar la enseñanza entre investigación y producción.

Desde la perspectiva del personal académico, los estudiantes egresan con bases generales suficientes para desempeñarse en diversos espacios laborales, y el plan de estudios actual contribuye a la formación de profesionistas competentes para trabajar en empresas, unidades de cultivo y proyectos emprendedores. También señalan que las asignaturas se han ajustado periódicamente para atender necesidades del sector y que la facultad cuenta con profesorado altamente calificado, lo que permite ofrecer asignaturas académicamente robustas. No obstante, los docentes destacan áreas que requieren fortalecimiento, especialmente en herramientas moleculares y ómicas —incluida la bioinformática—, por tratarse de competencias fundamentales de la biotecnología contemporánea. Asimismo, recomiendan incrementar la exposición

temprana de los estudiantes a entornos laborales reales y reforzar la conciencia social como componente formativo.

El personal académico también reconoce una alineación general entre el perfil de egreso y el plan de estudios, aunque identifica la necesidad de ajustes que aseguren una preparación integral. Entre las recomendaciones destacan: otorgar mayor peso curricular a la sostenibilidad y el emprendimiento, revisar la seriación de asignaturas para garantizar que unidades avanzadas como patología y diagnóstico de enfermedades cuenten con bases previas en fisiología y bioquímica, redistribuir las asignaturas de biotecnología para evitar su concentración en un solo semestre y ampliar las prácticas en contextos reales de producción acuícola. Además, señalan que algunos estudiantes presentan dificultades para integrar conocimientos fundamentales —particularmente de matemáticas, biología y química— al momento de aplicarlos en problemas complejos como el diseño y la operación de sistemas de producción, lo que evidencia la necesidad de fortalecer los métodos pedagógicos y las estrategias de aprendizaje. En respuesta a esta observación, las estrategias y actividades que se contemplan para subsanar este riesgo académico son las siguientes:

- Programa de tutorías: consiste en llevar a cabo intervenciones focalizadas con estudiantes en rezago académico. Se implementan tres líneas de acción: reconstrucción de la trayectoria académica reciente del alumnado, establecimiento de acuerdos concretos para la mejora del desempeño y comunicación continua con el profesorado para monitorear avances.
- Programa de asesorías académicas: tiene un carácter asistencial y complementario, con el objetivo de fortalecer el desarrollo de habilidades necesarias para cada unidad de aprendizaje, particularmente en áreas básicas.

De manera complementaria, se recomienda revisar los factores asociados a los promedios históricos del estudiantado, especialmente en las asignaturas obligatorias del tronco común: Bioquímica, Cálculo, Estadística, Fundamentos de Cartografía y Sistemas de Información Geográfica, Metodología de la Investigación y Microbiología. También es necesario analizar las asignaturas obligatorias específicas de la licenciatura —Biotecnología de Moluscos, Botánica Marina, Cultivos de Apoyo, Estadística Avanzada,



Física, Geología Costera, Química Orgánica y Zoología Acuática— así como las asignaturas optativas: Computación básica, Ecología, Maricultivos, Métodos y artes de pesca, Taller de redacción y Virología marina. La percepción general del programa es positiva, con evaluaciones de “muy bueno” y “bueno” en las etapas básica (68.5%), disciplinaria y terminal (73.7% en ambas); únicamente la etapa básica presentó valoraciones de nivel regular y no se registraron evaluaciones negativas.

Finalmente, el plan de estudios vigente —con 52 unidades de aprendizaje, de las cuales 71.1% son obligatorias, y un total de 350 créditos— cuenta con el respaldo de una planta docente altamente calificada, con 96% del profesorado con estudios de doctorado. La revisión interna realizada permitió identificar fortalezas, entre ellas la pertinencia general de la formación, así como áreas de mejora relacionadas con competencias científicas emergentes, metodologías de enseñanza, articulación curricular e integración del conocimiento. Este análisis constituye una base fundamental para sustentar la necesidad de modificar el plan de estudios, a fin de asegurar que la formación responda de manera adecuada a los avances científicos, tecnológicos y profesionales del campo de la biotecnología en acuicultura y a las demandas actuales y futuras del sector productivo.

### ***Conclusión general***

El análisis conjunto de la fundamentación social, de la profesión e institucional evidencia de manera consistente la necesidad de actualizar el Plan de Estudios 2018-1 de la Licenciatura en Biotecnología en Acuicultura. En el plano social, la dinámica de los sistemas alimentarios, las exigencias de sostenibilidad y la demanda creciente de producción acuícola responsable requieren profesionistas con capacidades científicas, tecnológicas y éticas acordes con los desafíos actuales. Desde la perspectiva de la profesión, las transformaciones del sector, la incorporación de herramientas biotecnológicas avanzadas —incluyendo metodologías moleculares, ómicas y de análisis computacional—, así como la necesidad de fortalecer la innovación, el emprendimiento y la vinculación con entornos reales de producción, demandan una formación más especializada, flexible y actualizada. Finalmente, en el ámbito institucional, la evaluación de estudiantes y académicos confirma tanto la pertinencia general del programa como la

existencia de áreas de mejora vinculadas a la distribución curricular, la integración del conocimiento, la actualización de contenidos y la consolidación de competencias emergentes.

En conjunto, estas evidencias muestran que el Plan de Estudios 2018-1, si bien ha permitido formar profesionistas competentes, requiere una modificación que asegure su alineación con los avances científicos y tecnológicos del campo, con las necesidades actuales y futuras del sector productivo y con las directrices institucionales de calidad, responsabilidad social y mejora continua. La actualización propuesta permitirá fortalecer la pertinencia y eficacia del proceso formativo, consolidar la identidad profesional del egresado y garantizar que la Universidad Autónoma de Baja California continúe respondiendo de manera pertinente a los retos regionales, nacionales y globales en el ámbito de la biotecnología aplicada a la acuicultura.

Por lo tanto, la propuesta curricular 2026-2 atiende de manera directa la observación sobre la limitada vinculación con el sector productivo al transformar este componente en un eje estructural del proceso formativo, alineado con el enfoque metodológico de problemáticas–competencias–evidencias.

La vinculación se asegura mediante varios mecanismos:

a) la integración de competencias orientadas a la solución de problemáticas reales del sector acuícola, el desarrollo de proyectos aplicados como planes de negocio y propuestas de PyMES sostenibles, y la utilización de metodologías activas como el aprendizaje basado en proyectos, el análisis de casos reales y el uso de información sectorial (CONAPESCA, INEGI, FAO), lo que sitúa al estudiante en contextos auténticos de toma de decisiones.

También, en los cursos integrales, se plantea la incorporación de evaluaciones mediante la presentación y defensa técnica de proyectos ante evaluadores externos, lo que fortalece la interacción con actores del entorno productivo y simula condiciones reales de inversión y gestión. Este diseño se complementa con la inclusión transversal de herramientas de análisis de mercado, evaluación financiera y planeación estratégica, que vinculan al estudiante con la dinámica económica del sector. En conjunto, estos elementos garantizan que el egresado no sólo adquiera conocimientos, sino que desarrolle capacidades para diseñar, evaluar y proponer soluciones viables, sostenibles

y contextualizadas, consolidando así una vinculación efectiva universidad–sector productivo y fortaleciendo la pertinencia, empleabilidad e impacto del programa educativo.

b) La vinculación con el sector productivo también se promueve en las distintas modalidades de aprendizaje que se le ofertan a los estudiantes (PVVCs, PP, Ayudantías docentes, ayudantías de investigación). Por ejemplo, la modalidad de Proyectos de Vinculación con Valor en Créditos en la UABC refuerza de manera sustantiva la vinculación con el sector productivo al constituirse como un mecanismo formativo formal, acreditable y orientado a resultados reales, donde el estudiante participa directamente en la solución de problemáticas específicas de empresas, organizaciones o instituciones del sector acuícola. A diferencia de esquemas tradicionales de prácticas, esta modalidad integra la vinculación dentro del currículo bajo criterios académicos rigurosos, asegurando que el trabajo desarrollado cumpla simultáneamente con objetivos de aprendizaje y con necesidades concretas del entorno.

Desde un enfoque metodológico, estos proyectos permiten la aplicación directa de competencias adquiridas (planeación estratégica, evaluación técnico-económica, análisis de mercado, diseño de procesos) en contextos reales, fortaleciendo la transferencia de conocimiento y la retroalimentación bidireccional universidad–empresa. Asimismo, favorecen el desarrollo de habilidades clave como la toma de decisiones bajo incertidumbre, la comunicación con actores productivos, el trabajo interdisciplinario y la responsabilidad profesional.

En el marco de la propuesta del plan de estudios 2026-2, esta modalidad se articula de manera natural con las asignaturas de la línea de gestión estratégica, potenciando la coherencia entre formación académica y práctica aplicada. En consecuencia, los proyectos de vinculación en créditos no solo consolidan la pertinencia del programa, sino que incrementa la empleabilidad, promueven el emprendimiento y posicionan al egresado como un profesional capaz de intervenir eficazmente en el sector productivo desde su etapa formativa.

c) Muchos de los PTCs trabajan directamente con la industria y son nuestros aliados estratégicos, en muchos casos, la investigación que se realiza es precisamente para atender las necesidades reales del sector acuícola y la interacción permanente con

la industria cada vez más se traduce en convenios de colaboración, formación de alumnos a través de las tesis, servicios a la industria que además de fortalecer la vinculación también permite beneficios económicos a la institución. Derivado de esta vinculación y proyectos, muchos de nuestros estudiantes se involucran en ayudantías de docentes y de investigación y de manera directa o indirecta involucra vinculación con el sector productivo.

d) Muchos de los egresados del programa educativo están insertos en el sector productivo y son un apoyo en la operación de distintas modalidades de aprendizaje (PVVCs, PP por ejemplo) y fueron fuente de retroalimentación para la mejora del plan de estudios.

Por lo tanto, en la propuesta de programa educativo 2026-2, la vinculación con el sector productivo deja de ser una actividad periférica para convertirse en el eje operativo del proceso formativo; el estudiante no solo aprende sobre acuicultura, sino que aprende a intervenir en ella, diseñando soluciones reales, evaluables y potencialmente implementables en el contexto productivo.

Además, con el propósito de fortalecer la formación inicial del estudiantado y garantizar una base académica sólida y compartida entre programas afines, la propuesta curricular incorpora un Tronco Común en Ciencias del Mar y del Ambiente de seis unidades de aprendizaje obligatorias en el primer periodo escolar y es compartido entre los programas educativos Oceanología, Licenciatura en Biotecnología en Acuicultura y Licenciatura en Ciencias Ambientales. Esta estrategia curricular responde a la necesidad de ofrecer una formación interdisciplinaria temprana, que permita al estudiantado comprender la complejidad de los sistemas naturales y su interacción con las actividades humanas desde distintas perspectivas científicas; y favorece el desarrollo de competencias fundamentales, el fortalecimiento de habilidades para la vida universitaria y la construcción de una identidad académica común dentro de la Facultad.

Cabe mencionar que esta actualización atiende también a las observaciones de organismos acreditadores como la ANPROMAR, que recomienda una mayor articulación entre la teoría y la práctica, el uso de infraestructura moderna, la actualización permanente de los contenidos y considerar un semestre adicional en la propuesta de modificación del plan de estudios.

Desde la ciencia educativa, un semestre adicional permite una curva de aprendizaje más realista, para evitar la sobrecarga de materias por semestre (lo que a menudo conlleva al fracaso o al estrés crónico).

Por otro lado, estudios de Michigan State University (Arvidson et al., 2015), destacan que "el 100% de los estudiantes consultados en programas extendidos afirmaron que fue la decisión correcta a largo plazo".

Por lo tanto, el objetivo es aumentar la retención y asegurar la empleabilidad, formando profesionales mejor preparados, no solo más rápidos. Además, se ha identificado en las estadísticas de la Facultad de Ciencias Marinas, que los estudiantes no logran culminar su formación profesional en 8 semestres, por lo cual, un semestre adicional es una ventaja competitiva y un sello de calidad.

Al implementar estos ajustes, la UABC reafirma su compromiso con la calidad educativa, la pertinencia de sus programas académicos y su vocación de servir a la sociedad baja californiana y mexicana.

A continuación, en la Tabla 1 se muestran las principales diferencias entre el plan de estudios actual y la nueva propuesta curricular.

**Tabla 1**

*Comparación entre el plan vigente 2018-1 y la nueva propuesta curricular*

| Ejes           | Plan 2018-1                                                                                                                                                                                                                                                                               | Nuevo Plan 2026-2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Emprendimiento | Existe un área de producción y desarrollo económico donde se imparten asignaturas obligatorias como Planes de Negocios, Desarrollo de Pequeñas y Medianas Empresas y Procesamiento de Productos Acuáticos y optativas como Emprendedores y Proyectos de Vinculación con Valor en Créditos | Para fortalecer el emprendimiento se creó la línea terminal de " <i>Gestión Estratégica para la Acuacultura Sustentable</i> ", la cual se compone de cinco cursos optativos: Planeación estratégica en acuacultura, mercadotecnia en acuacultura, educación financiera, consultoría y emprendedores. Asimismo, se continúan con las actividades de Cima TANK y Proyectos de Vinculación con Valor en Créditos |

| Ejes                                                                 | Plan 2018-1                                                                                                                                                                                                                  | Nuevo Plan 2026-2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|----------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                      | (PVVC), así como actividades como el Cima TANK que fomentan el emprendimiento.                                                                                                                                               | (PVVC) relacionados con el emprendimiento.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Investigación                                                        | Se cuenta con la asignatura Metodología de la Investigación, ubicada en la etapa básica. Limita el desarrollo de proyectos de investigación y no se daba continuidad para una titulación por trabajo terminal.               | Se fortalece el área de investigación integrando transversalmente la elaboración de reportes de prácticas y salidas de campo e informes técnicos, así como la lectura y discusión de artículos científicos.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Tronco Común                                                         | Tronco Común de Ciencias Naturales, compartido con Facultad de Ciencias (Programa Educativo: Biología), de dos periodos y con seis asignaturas obligatorias compartidas, tres en etapa básica y tres en etapa disciplinaria. | <p>Nuevo Tronco Común de Ciencias del Mar y del Ambiente, solo integra programas de la Facultad de Ciencias Marinas. Reducido a un periodo y con 14 asignaturas obligatorias compartidas, ocho en etapa básica, cuatro en etapa disciplinaria y dos en etapa terminal. Este nuevo tronco común optimiza el tiempo formativo, refuerza la identidad disciplinaria, favorece la retención estudiantil y permite una gestión académica más ágil y focalizada en las necesidades particulares de los programas de la FCM.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>La reducción permite que los estudiantes se adentren más rápido en sus áreas disciplinares específicas, generando un sentido de pertenencia y motivación desde el inicio de su formación profesional. Se reduce el periodo de subasta de carreras, facilitando que los estudiantes confirmen su elección profesional y avancen con mayor certidumbre en su trayectoria académica. Permite la creación de contenidos relevantes y motivadores para el perfil de ingreso de la FCM y simplifica la coordinación académica, la logística de grupos y la asignación de profesores especializados en el área marino-costera.</li> </ul> |
| Tecnologías de la Información (TI) y la Inteligencia Artificial (IA) | Se promueve poco el uso de tecnología e inteligencia artificial.                                                                                                                                                             | El programa educativo Licenciatura en Biotecnología en Acuicultura (LBA) integra el uso de las TI y la IA a través de la actualización curricular y el desarrollo de competencias profesionales específicas enfocadas en el análisis de                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |

| Ejes | Plan 2018-1 | Nuevo Plan 2026-2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|------|-------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|      |             | <p>datos, la gestión de proyectos acuícolas y la utilización de diversas herramientas para optimizar los sistemas de cultivo. Esta integración responde a la necesidad de formar profesionales de vanguardia capaces de innovar y aplicar conocimientos avanzados para enfrentar los desafíos del sector, con una perspectiva hacia un futuro tecnológicamente avanzado.</p> <p>Desde la etapa básica, los estudiantes utilizarán la tecnología para el desarrollo de tareas, actividades y prácticas de taller. Se han preparado experiencias de aprendizaje con el uso de tecnología en 18 unidades de aprendizaje obligatorias:</p> <p><i>Etapa básica:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Cálculo</li> <li>▪ Zoología de Invertebrados</li> <li>▪ Introducción a la Acuicultura</li> <li>▪ Estadística</li> <li>▪ Zoología de Cordados</li> </ul> <p><i>Etapa disciplinaria:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Microbiología</li> <li>▪ Inteligencia Artificial para Acuicultura</li> <li>▪ Bioquímica Acuícola</li> <li>▪ Administración de Empresas Acuícolas</li> <li>▪ Nutrición Acuícola</li> <li>▪ Estadística Avanzada</li> <li>▪ Biotecnología de Moluscos</li> <li>▪ Ingeniería de Proyectos</li> <li>▪ Patología y Diagnóstico Acuícola</li> </ul> <p><i>Etapa terminal:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Sanidad e Inocuidad</li> <li>▪ Biotecnología de Crustáceos</li> <li>▪ Maricultivos</li> </ul> <p>La asignatura clave que promueve la experiencia directa en TI y la IA es la unidad de aprendizaje obligatoria de Inteligencia Artificial en la Acuicultura. Además, Estadística Avanzada es esencial para el manejo de datos y el modelado computacional. Ambas de la etapa disciplinaria.</p> |

| Ejes                | Plan 2018-1                                                                                                             | Nuevo Plan 2026-2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Habilidades blandas | Se promueve el uso de habilidades blandas, pero no de manera explícita, sino incorporado como parte de las actividades. | <p>Para el desarrollo y promoción de las habilidades blandas dentro del plan de estudios de Biotecnología en Acuacultura, se incorporaron dos asignaturas obligatorias, la primera en el tronco común y otra en la etapa terminal. En el tronco común se incorporó la asignatura <i>Desarrollo para la vida universitaria</i>. El objetivo de dicha asignatura es dotar al estudiantado de estrategias y habilidades que les permitan transitar su formación académica de manera exitosa abordando temáticas como hábitos y técnicas de estudio, regulación emocional, entre otras. Por otro lado, con el objetivo de atender también las habilidades blandas que se requieren para la inserción laboral y darle continuidad y transversalidad al desarrollo de estas habilidades, en la etapa terminal se incorporó la asignatura <i>Desarrollo para la vida profesional</i> cuya intención es dotar al estudiantado de habilidades y estrategias que le permitan insertarse y desenvolverse exitosamente en el campo laboral, abordando temas como creación de CV, entrevista laboral, trabajo en equipo, entre otras.</p> <p>Biotecnología en Acuacultura es un programa educativo fuertemente orientado al desarrollo de competencias científicas, técnicas y disciplinares; sin embargo, las habilidades blandas aparecen de manera transversal y explícita a lo largo del currículo asegurando su transversalidad.</p> <p><i>Etapas básicas:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Desarrollo para la Vida Universitaria</li> <li>▪ Matemáticas</li> <li>▪ Cálculo</li> <li>▪ Estadística</li> </ul> <p><i>Etapas disciplinares:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Histología Aplicada a la Acuacultura</li> <li>▪ Administración de Empresas Acuícolas</li> </ul> |



| Ejes        | Plan 2018-1                                                                                                                                                            | Nuevo Plan 2026-2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|-------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|             |                                                                                                                                                                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Biotecnología de Moluscos</li> <li>▪ Ingeniería de Proyectos Acuícolas</li> <li>▪ Patología y Diagnóstico Acuícola</li> <li>▪ Procesos de Gestión Acuícola</li> <li>▪ Nutrición Acuícola</li> </ul> <p><i>Etapas terminal</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Biotecnología de Peces</li> <li>▪ Biotecnología de Macroalgas</li> <li>▪ Biotecnología de Crustáceos</li> <li>▪ Desarrollo de Pequeñas y Medianas Empresas</li> <li>▪ Maricultivos</li> <li>▪ Desarrollo para la Vida Profesional</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Optatividad | Se incluye un conjunto de unidades de aprendizaje optativas de apoyo a las áreas de conocimiento de la profesión, y que atienden a la flexibilidad desde el currículo. | <p>Se mantiene la flexibilidad curricular, pero con un ordenamiento de la optatividad a fin de contribuir a las áreas de conocimiento de la profesión, pero sobre todo para desarrollar competencias específicas y emergentes del mercado laboral y del avance de la profesión a través de ciclos formativos cortos y que pueden ser reconocidos a través de certificados<sup>1</sup> que generarán las unidades académicas. Este proceso de formación se conforma por al menos dos o tres asignaturas optativas que promuevan el desarrollo de competencias y que deben ser cursadas y aprobadas por el estudiantado para reconocer su dominio a través de un certificado. El estudiantado puede decidir las asignaturas optativas a cursar de acuerdo a su interés y las ventajas de la flexibilidad curricular. Pero será responsabilidad de las unidades académicas promover estos ciclos, así como de crear nuevos esquemas formativos de acuerdo a las necesidades y demandas de la profesión. En la presente propuesta curricular, se sugieren seis certificados:</p> <p><i>Certificado en Gestión Estratégica para la Acuicultura Sustentable:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Planeación Estratégica en Acuicultura</li> <li>• Mercadotecnia en Acuicultura</li> <li>• Educación Financiera</li> </ul> |

<sup>1</sup> Además de certificados internos, las unidades académicas pueden promover certificaciones e insignias con esquemas formativos externos, esto para brindar valor agregado a la formación en la profesión desde el currículo

| Ejes | Plan 2018-1 | Nuevo Plan 2026-2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|------|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|      |             | <p><i>Certificado en Salud Integral Acuícola:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Virología Marina</li> <li>• Parasitología Acuícola</li> <li>• Toxicología</li> </ul> <p><i>Certificado en Producción Acuícola:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cultivo de Invertebrados Marinos</li> <li>• Reproducción y Cultivo Larvario</li> <li>• Técnicas Avanzadas de Nutrición</li> </ul> <p><i>Certificado en Biotecnología:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Inmunología Básica</li> <li>• Ciencias Ómicas en la Acuicultura</li> <li>• Técnicas de Análisis Genéticos en Acuicultura</li> </ul> <p><i>Certificado en Diseño de Proyectos Acuícolas:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Acuaponia e Hidroponia</li> <li>• Unidades de Producción Acuícola</li> <li>• Sistemas de Información Geográfica</li> </ul> <p><i>Certificado en Ordenamiento y Gestión acuícola:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistemas de Información Geográfica</li> </ul> <p>Consultoría</p> |

Fuente: Elaboración propia.

### 3. Plan de estudios

El plan de estudios de la Licenciatura en Biotecnología en Acuicultura se configura como una propuesta curricular integral, flexible y pertinente, orientada a la formación de profesionales capaces de responder a los desafíos actuales y emergentes del sector acuícola desde una perspectiva científica, tecnológica y socioambiental. Su diseño se sustenta en un enfoque por competencias que articula de manera progresiva la formación teórica, práctica y aplicada, favoreciendo la integración de conocimientos, habilidades y actitudes en contextos reales de intervención.

La estructura curricular se organiza en etapas de formación, básica, disciplinaria y terminal, que permiten un tránsito gradual del estudiantado desde la apropiación de fundamentos científicos hasta la aplicación especializada del conocimiento y su vinculación con el entorno profesional. Este diseño favorece la construcción de trayectorias formativas coherentes, en las cuales se integran experiencias de aprendizaje en aula, laboratorio y campo, así como actividades de vinculación con sectores productivos, sociales y gubernamentales.

Asimismo, el plan incorpora elementos innovadores orientados a fortalecer la pertinencia y calidad de la formación, tales como la integración transversal del idioma inglés, el uso de tecnologías de la información y la inteligencia artificial, el desarrollo de habilidades blandas y la organización de la optatividad en esquemas de certificación. Estos componentes contribuyen a la formación de un perfil profesional adaptable, con capacidad de aprendizaje continuo, pensamiento crítico y compromiso con la sostenibilidad.

De manera complementaria, el diseño curricular promueve la vinculación temprana con el entorno mediante prácticas profesionales, proyectos de vinculación con valor en créditos y experiencias formativas en contextos reales, lo que favorece una transición gradual hacia el ámbito laboral. En conjunto, el plan de estudios se orienta a garantizar una formación integral que articule la generación de conocimiento, la innovación tecnológica y la responsabilidad social, en congruencia con las necesidades del sector acuícola y las demandas del desarrollo sostenible.

La estructura del plan de estudios comprende los siguientes apartados: perfil de

ingreso, perfil de egreso, campo profesional, características de las unidades de aprendizaje por etapas de formación, características de las unidades de aprendizaje por áreas de conocimiento, mapa curricular, descripción cuantitativa del plan de estudios, tipología de las unidades de aprendizaje y equivalencia de las unidades de aprendizaje; así como la descripción de estrategias curriculares para la promoción de competencias blandas, tecnológicas y de un segundo idioma

### **3.1. Perfil de ingreso**

La Licenciatura en Biotecnología en Acuicultura está dirigida a jóvenes con curiosidad, creatividad y compromiso con el cuidado del ambiente, con interés por las ciencias biológicas, el trabajo experimental y la innovación tecnológica aplicada a los sistemas productivos de organismos acuáticos. Se busca a estudiantes con bases en biología, química, computación y matemáticas, capaces de observar, analizar y proponer soluciones ante los retos actuales de la producción acuícola y la sostenibilidad resiliente.

La persona aspirante deberá mostrar disposición para aprender en laboratorio y en campo, trabajar en equipo, resolver problemas de forma crítica y responsable, y desarrollar ideas que mejoren la producción de alimentos, la salud de los organismos y la conservación de los recursos marinos. Quienes ingresen a este programa deberán tener motivación por las ciencias, sensibilidad ambiental y el deseo de contribuir al desarrollo sostenible del país mediante la biotecnología y la acuicultura moderna.

Además, demostrar distintas habilidades, actitudes y valores:

#### **Habilidades:**

- Comunicación oral y escrita
- Manejo de hardware y software
- Capacidad de análisis y síntesis
- Razonamiento lógico
- Autorregulación del aprendizaje
- Planificación y organización
- Trabajo en equipo

- Resolución de problemas

**Actitudes:**

- Pensamiento crítico
- Creativa
- Reflexiva
- Entusiasta
- Proactiva

**Valores:**

- Disciplina
- Respeto
- Humildad
- Honestidad
- Responsabilidad
- Compromiso

### **3.2. Perfil de egreso**

Quien egrese de la Licenciatura en Biotecnología en Acuicultura será capaz de integrar conocimientos de producción, gestión estratégica, sanidad y biotecnología, para desarrollar soluciones innovadoras que fortalezcan a la acuicultura moderna y sus necesidades futuras. Contará con una formación científica sólida y con competencias prácticas para diseñar, operar, optimizar y evaluar sistemas de producción acuícola con criterios de sostenibilidad, resiliencia y bienestar animal. Además, será competente para:

1. Implementar y adaptar tecnologías de cultivo y manejo acuícola, mediante el análisis técnico de sistemas existentes y la aplicación de soluciones innovadoras acordes a distintas especies y entornos, para mejorar la producción de especies de importancia comercial de forma eficiente y sostenible, respondiendo a las condiciones socioambientales y económicas del país, con ética profesional y responsabilidad.

2. Diseñar y gestionar proyectos acuícolas integrales, utilizando metodologías participativas, modelos de negocio sustentables y herramientas tecnológicas de acuicultura, para atender problemáticas productivas, sociales y ambientales en contextos locales y regionales, con actitud emprendedora, ética profesional, compromiso y responsabilidad social.
3. Desarrollar procesos biotecnológicos y técnicas de cultivo optimizadas, a través del uso de herramientas bioquímicas, microbiológicas y biotecnológicas, para mejorar la calidad, inocuidad y valor nutricional de los productos acuícolas, con responsabilidad, ética profesional y respeto por el ambiente.
4. Prevenir, controlar y manejar enfermedades en organismos acuáticos por medio del conocimiento de la biología y ecología de patógenos, métodos de diagnóstico, medidas sanitarias y de bioseguridad de las principales enfermedades que afectan a los organismos de importancia comercial en los sistemas acuícolas para garantizar la salud de los organismos y reducir impactos sanitarios y ambientales, con proactividad, responsabilidad e integridad.
5. Diseñar e implementar estrategias de manejo acuícola resilientes y sostenibles, mediante el análisis de riesgos ambientales, la adaptación de tecnologías apropiadas y la integración de enfoques socio-ecosistémicos, para mitigar los impactos del cambio climático y fortalecer la sostenibilidad en toda la cadena de valor acuícola, con responsabilidad ambiental y social, con pensamiento crítico, ética profesional y compromiso social.

### **3.3. Campo profesional**

Quien egrese del programa educativo Licenciatura en Biotecnología en Acuicultura podrá tener variadas oportunidades laborales:

#### **Sector público:**

- Instituciones públicas gubernamentales y académicas
- Organismos regulatorios
- Centros de investigación y desarrollo

#### **Sector privado:**

- Unidades de producción acuícola (peces, crustáceos, moluscos, macroalgas y sistemas multitróficos)
- Consultoría técnica y ambiental
- Empresas acuícolas y maricultura
- Laboratorios de biotecnología y diagnóstico

#### **Como profesional independiente:**

- Consultoría
- Emprendimiento acuícola sostenible
- Proyectos comunitarios y sociales

### 3.4. Características de las unidades de aprendizaje por etapas de formación

Unidad académica: **Facultad de Ciencias Marinas, Ensenada**  
 Programa educativo: **Licenciatura en Biotecnología en Acuicultura**  
 Grado académico: **Licenciatura**  
 Plan de estudios: **2026-2**

| Clave*                                 | Unidad de aprendizaje                     | HC | HT | HL | HPC | HE | CR | RQ** |
|----------------------------------------|-------------------------------------------|----|----|----|-----|----|----|------|
| <b>Etapa Básica Obligatoria</b>        |                                           |    |    |    |     |    |    |      |
| 01                                     | Matemáticas                               | 01 | 05 | -- | 01  | 01 | 08 |      |
| 02                                     | Biología                                  | 03 | -- | 03 | 01  | 03 | 10 |      |
| 03                                     | Química                                   | 02 | 01 | 03 | --  | 02 | 08 |      |
| 04                                     | Geomática                                 | 02 | 03 | -- | 01  | 02 | 08 |      |
| 05                                     | Ciencia, Ambiente y Sociedad              | 01 | 03 | -- | 01  | 01 | 06 |      |
| 06                                     | Desarrollo para la Vida Universitaria     | -- | 02 | -- | --  | -- | 02 |      |
| 07                                     | Botánica Acuática                         | 02 | 01 | 02 | 01  | 02 | 08 |      |
| 08                                     | Cálculo                                   | 02 | 04 | -- | --  | 02 | 08 |      |
| 09                                     | Zoología de Invertebrados                 | 02 | -- | 02 | 01  | 02 | 07 |      |
| 10                                     | Química Orgánica                          | 02 | 01 | 03 | --  | 02 | 08 |      |
| 11                                     | Geología Costera                          | 02 | -- | 02 | 01  | 02 | 07 |      |
| 12                                     | Introducción a la Acuicultura             | 02 | 01 | -- | 01  | 02 | 06 |      |
| 13                                     | Biología Celular y Molecular              | 02 | 01 | 03 | --  | -- | 08 |      |
| 14                                     | Estadística                               | 01 | 05 | -- | --  | 01 | 07 |      |
| 15                                     | Zoología de Cordados                      | 02 | 01 | 02 | 01  | 02 | 08 |      |
| 16                                     | Química del Agua en Acuicultura           | 02 | 01 | 02 | 01  | 02 | 08 |      |
| 17                                     | Física                                    | 02 | 01 | 02 | --  | 02 | 07 |      |
| 18                                     | Marco Legal para la Acuicultura           | 01 | 02 | -- | --  | 01 | 04 |      |
|                                        | <i>Optativa</i>                           | -- | -- | -- | --  | -- | Vr |      |
| <b>Etapa Disciplinaria Obligatoria</b> |                                           |    |    |    |     |    |    |      |
| 19                                     | Cultivos de Apoyo                         | 02 | 01 | 03 | --  | 02 | 08 |      |
| 20                                     | Inteligencia Artificial en la Acuicultura | 01 | 04 | -- | --  | 01 | 06 |      |
| 21                                     | Bioquímica                                | 02 | 01 | 03 | --  | 02 | 08 |      |
| 22                                     | Fluidos Acuícolas                         | 02 | -- | 02 | --  | 02 | 06 |      |
| 23                                     | Histología Aplicada a la Acuicultura      | 02 | -- | 03 | --  | 02 | 07 |      |



| Clave*                                   | Unidad de aprendizaje                           | HC | HT | HL | HPC | HE | CR | RQ** |
|------------------------------------------|-------------------------------------------------|----|----|----|-----|----|----|------|
| 24                                       | Administración de Empresas Acuícolas            | 03 | 01 | -- | --  | 03 | 07 |      |
| 25                                       | Nutrición Acuícola                              | 02 | 01 | 03 | --  | 02 | 08 |      |
| 26                                       | Estadística Avanzada                            | 01 | 05 | -- | --  | 01 | 07 |      |
| 27                                       | Fisiología                                      | 02 | 01 | 03 | --  | 02 | 08 |      |
| 28                                       | Sistemas en Acuicultura                         | 02 | 01 | 03 | --  | 02 | 08 |      |
| 29                                       | Microbiología                                   | 02 | 01 | 03 | --  | 02 | 08 | 23   |
| 30                                       | Economía Circular Acuícola                      | 02 | 02 | -- | --  | 02 | 06 | 24   |
| 31                                       | Genética Acuícola                               | 02 | 04 | -- | --  | 02 | 08 |      |
| 32                                       | Diseño Experimental en Acuicultura              | 01 | 05 | -- | --  | 01 | 07 | 26   |
| 33                                       | Bioteología de Moluscos                         | 02 | 01 | 03 | 01  | 02 | 09 |      |
| 34                                       | Ingeniería de Proyectos Acuícolas               | 01 | 02 | 03 | --  | 01 | 07 | 28   |
| 35                                       | Patología y Diagnóstico Acuícola                | 02 | -- | 03 | --  | 02 | 07 | 29   |
| 36                                       | Procesos de Gestión Acuícola                    | 02 | 01 | -- | --  | 02 | 05 |      |
|                                          | <i>Optativa</i>                                 | -- | -- | -- | --  | -- | Vr |      |
|                                          | <i>Optativa</i>                                 | -- | -- | -- | --  | -- | Vr |      |
|                                          | <i>Optativa</i>                                 | -- | -- | -- | --  | -- | Vr |      |
| <b><i>Etapa Terminal Obligatoria</i></b> |                                                 |    |    |    |     |    |    |      |
| 37                                       | Bioteología de Peces                            | 02 | 01 | 03 | 01  | 02 | 09 |      |
| 38                                       | Bioteología de Macroalgas                       | 02 | 01 | 03 | 01  | 02 | 09 |      |
| 39                                       | Sanidad e Inocuidad Acuícola                    | 02 | 02 | -- | --  | 02 | 06 |      |
| 40                                       | Planes de Negocios                              | 02 | 02 | -- | --  | 02 | 06 |      |
| 41                                       | Acuariofilia y Cultivo de Especies Ornamentales | 02 | 01 | 03 | 01  | 02 | 09 | 37   |
| 42                                       | Bioteología de Crustáceos                       | 02 | 01 | 03 | 01  | 02 | 09 |      |
| 43                                       | Bioética y Bienestar Animal                     | 02 | 02 | -- | --  | 02 | 06 |      |
| 44                                       | Desarrollo de Pequeñas y Medianas Empresas      | 02 | 02 | -- | --  | 02 | 06 | 40   |
| 45                                       | Desarrollo para la Vida Profesional             | -- | 02 | -- | --  | -- | 02 |      |
| 46                                       | Procesamiento de Productos Acuáticos            | 02 | 01 | 03 | --  | 02 | 08 |      |
| 47                                       | Advances in Aquaculture                         | -- | 02 | -- | --  | -- | 02 |      |
| 48                                       | Maricultivos                                    | 02 | 03 | -- | 01  | 02 | 08 |      |
|                                          | Prácticas Profesionales                         | -- | -- | -- | 10  | -- | 10 |      |
|                                          | <i>Optativa</i>                                 | -- | -- | -- | --  | -- | Vr |      |
|                                          | <i>Optativa</i>                                 | -- | -- | -- | --  | -- | Vr |      |
|                                          | <i>Optativa</i>                                 | -- | -- | -- | --  | -- | Vr |      |

| Clave*                                        | Unidad de aprendizaje                              | HC | HT | HL | HPC | HE | CR | RQ** |
|-----------------------------------------------|----------------------------------------------------|----|----|----|-----|----|----|------|
|                                               | <i>Optativa</i>                                    | -- | -- | -- | --  | -- | Vr |      |
|                                               | <i>Optativa</i>                                    | -- | -- | -- | --  | -- | Vr |      |
| <b><i>Etapas Optativas básicas</i></b>        |                                                    |    |    |    |     |    |    |      |
| 49                                            | Natación                                           | 01 | -- | -- | 04  | 01 | 06 |      |
| 50                                            | Instrumentación Básica para la Acuicultura         | 01 | 03 | -- | 01  | 01 | 06 |      |
| <b><i>Etapas Optativas disciplinarias</i></b> |                                                    |    |    |    |     |    |    |      |
| 51                                            | Métodos y Artes de Pesca                           | 01 | 03 | -- | 01  | 01 | 06 |      |
| 52                                            | Buceo Libre                                        | 01 | -- | -- | 04  | 01 | 06 |      |
| 53                                            | Buceo Autónomo                                     | 01 | -- | -- | 04  | 01 | 06 |      |
| 54                                            | Tópicos de Acuicultura                             | 02 | 02 | -- | --  | 02 | 06 |      |
| 55                                            | Realidad Virtual para Ciencias Naturales y Exactas | 02 | 03 | -- | --  | 02 | 07 |      |
| <b><i>Etapas Optativas terminal</i></b>       |                                                    |    |    |    |     |    |    |      |
| 56                                            | Consultoría                                        | 01 | 04 | -- | --  | 01 | 06 |      |
| 57                                            | Emprendedores                                      | 01 | 02 | -- | 01  | 01 | 05 |      |
| 58                                            | Acuaponía e Hidroponía                             | 01 | 01 | 03 | --  | 01 | 06 |      |
| 59                                            | Virología Marina                                   | 01 | 03 | -- | 01  | 01 | 06 |      |
| 60                                            | Ciencias Ómicas en Acuicultura                     | 02 | 02 | -- | --  | 02 | 06 |      |
| 61                                            | Técnicas de Análisis Genéticos en Acuicultura      | 01 | 01 | 03 | --  | 01 | 06 |      |

\*No es la clave oficial, es una numeración consecutiva asignada para el control, orden y organización de las asignaturas. Cuando el plan de estudios se apruebe por el H. Consejo Universitario, se procede al registro oficial en el Sistema Integral de Planes y Programas de Estudio y Autoevaluación y se le asigna la clave.

\*\* Nomenclatura:

HC: Horas Clase

HL: Horas Laboratorio

HT: Horas Taller

HPC: Horas Prácticas de Campo

HE: Horas Extra-clase

CR: Créditos

RQ: Requisitos.

Vr. Variable

### 3.5. Características de las unidades de aprendizaje por áreas de conocimiento

**Unidad académica:** Facultad de Ciencias Marinas, Ensenada  
**Programa educativo:** Licenciatura en Biotecnología en Acuicultura  
**Grado académico:** Licenciatura  
**Plan de estudios:** 2026-2

| <b>Área: Biotecnología</b>               |                                                    |           |           |           |            |           |           |           |
|------------------------------------------|----------------------------------------------------|-----------|-----------|-----------|------------|-----------|-----------|-----------|
| <b>Clave</b>                             | <b>Unidad de aprendizaje</b>                       | <b>HC</b> | <b>HT</b> | <b>HL</b> | <b>HPC</b> | <b>HE</b> | <b>CR</b> | <b>RQ</b> |
| 02                                       | Biología                                           | 03        | --        | 03        | 01         | 03        | 10        |           |
| 03                                       | Química                                            | 02        | 01        | 03        | --         | 02        | 08        |           |
| 10                                       | Química Orgánica                                   | 02        | 01        | 03        | --         | 02        | 08        |           |
| 13                                       | Biología Celular y Molecular                       | 02        | 01        | 03        | --         | --        | 08        |           |
| 14                                       | Estadística                                        | 01        | 05        | --        | --         | 01        | 07        |           |
| 16                                       | Química del Agua en Acuicultura                    | 02        | 01        | 02        | 01         | 02        | 08        |           |
| 20                                       | Inteligencia Artificial en la Acuicultura          | 01        | 0         | --        | --         | 01        | 06        |           |
| 21                                       | Bioquímica                                         | 02        | 01        | 03        | --         | 02        | 08        |           |
| 25                                       | Nutrición Acuícola                                 | 02        | 01        | 03        | --         | 02        | 08        |           |
| 26                                       | Estadística Avanzada                               | 01        | 05        | --        | --         | 01        | 07        |           |
| 27                                       | Fisiología                                         | 02        | 01        | 03        | --         | 02        | 08        |           |
| 31                                       | Genética Acuícola                                  | 02        | 04        | --        | --         | 02        | 08        |           |
| 32                                       | Diseño Experimental en Acuicultura                 | 01        | 05        | --        | --         | 01        | 07        | 26        |
| 33                                       | Biotecnología de Moluscos                          | 02        | 01        | 03        | 01         | 02        | 09        |           |
| 37                                       | Biotecnología de Peces                             | 02        | 01        | 03        | 01         | 02        | 09        |           |
| 38                                       | Biotecnología de Macroalgas                        | 02        | 01        | 03        | 01         | 02        | 09        |           |
| 41                                       | Acuariofilia y Cultivo de Especies Ornamentales    | 02        | 01        | 03        | 01         | 02        | 09        | 37        |
| 42                                       | Biotecnología de Crustáceos                        | 02        | 01        | 03        | 01         | 02        | 09        |           |
| 46                                       | Procesamiento de Productos Acuáticos               | 02        | 01        | 03        | --         | 02        | 08        |           |
| <b>Unidades de Aprendizaje Optativas</b> |                                                    |           |           |           |            |           |           |           |
| 54                                       | Tópicos de Acuicultura                             | 02        | 02        | --        | --         | 02        | 06        |           |
| 55                                       | Realidad Virtual para Ciencias Naturales y Exactas | 02        | 03        | --        | --         | 02        | 07        |           |
| 58                                       | Acuaponia e Hidroponia                             | 01        | 01        | 03        | --         | 01        | 06        |           |
| 60                                       | Ciencias Ómicas en Acuicultura                     | 02        | 02        | --        | --         | 02        | 06        |           |
| 61                                       | Técnicas de Análisis Genéticos en Acuicultura      | 01        | 01        | 03        | --         | 01        | 06        |           |

| Área: Producción Acuícola         |                                            |    |    |    |     |    |    |    |
|-----------------------------------|--------------------------------------------|----|----|----|-----|----|----|----|
| Clave                             | Unidad de aprendizaje                      | HC | HT | HL | HPC | HE | CR | RQ |
| 01                                | Matemáticas                                | 01 | 05 | -- | 01  | 01 | 08 |    |
| 04                                | Geomática                                  | 02 | 03 | -- | 01  | 02 | 08 |    |
| 05                                | Ciencia, Ambiente y Sociedad               | 01 | 03 | -- | 01  | 01 | 06 |    |
| 07                                | Botánica Acuática                          | 02 | 01 | 02 | 01  | 02 | 08 |    |
| 08                                | Cálculo                                    | 02 | 04 | -- | --  | 02 | 08 |    |
| 09                                | Zoología de Invertebrados                  | 02 | -- | 02 | 01  | 02 | 07 |    |
| 11                                | Geología Costera                           | 02 | -- | 02 | 01  | 02 | 07 |    |
| 12                                | Introducción a la Acuicultura              | 02 | 01 | -- | 01  | 02 | 06 |    |
| 15                                | Zoología de Cordados                       | 02 | 01 | 02 | 01  | 02 | 08 |    |
| 17                                | Física                                     | 02 | 01 | 02 | --  | 02 | 07 |    |
| 19                                | Cultivos de Apoyo                          | 02 | 01 | 03 | --  | 02 | 08 |    |
| 22                                | Fluidos Acuícolas                          | 02 | -- | 02 | --  | 02 | 06 |    |
| 28                                | Sistemas en Acuicultura                    | 02 | 01 | 03 | --  | 02 | 08 |    |
| 34                                | Ingeniería de Proyectos Acuícolas          | 01 | 02 | 03 | --  | 01 | 07 | 28 |
| 47                                | Advances in Aquaculture                    | -- | 02 | -- | --  | -- | 02 |    |
| 48                                | Maricultivos                               | 02 | 03 | -- | 01  | 02 | 08 |    |
| Unidades de Aprendizaje Optativas |                                            |    |    |    |     |    |    |    |
| 50                                | Instrumentación Básica para la Acuicultura | 01 | 03 |    | 01  | 01 | 06 |    |
| 51                                | Métodos y Artes de Pesca                   | 01 | 03 | -- | 01  | 01 | 06 |    |

| Área: Gestión Estratégica para la Acuicultura Sostenible |                                            |    |    |    |     |    |    |    |
|----------------------------------------------------------|--------------------------------------------|----|----|----|-----|----|----|----|
| Clave                                                    | Unidad de aprendizaje                      | HC | HT | HL | HPC | HE | CR | RQ |
| 06                                                       | Desarrollo para la Vida Universitaria      | -- | 02 | -- | --  | -- | 02 |    |
| 18                                                       | Marco Legal para la Acuicultura            | 01 | 02 | -- | --  | 01 | 04 |    |
| 24                                                       | Administración de Empresas Acuícolas       | 03 | 01 | -- | --  | 03 | 07 |    |
| 30                                                       | Economía Circular Acuícola                 | 02 | 02 | -- | --  | 02 | 06 | 24 |
| 36                                                       | Procesos de Gestión Acuícola               | 02 | 01 | -- | --  | 02 | 05 |    |
| 40                                                       | Planes de Negocios                         | 02 | 02 | -- | --  | 02 | 06 |    |
| 44                                                       | Desarrollo de Pequeñas y Medianas Empresas | 02 | 02 | -- | --  | 02 | 06 | 40 |
| 45                                                       | Desarrollo para la Vida Profesional        | -- | 02 | -- | --  | -- | 02 |    |

| Área: Gestión Estratégica para la Acuacultura Sostenible |                       |    |    |    |     |    |    |    |
|----------------------------------------------------------|-----------------------|----|----|----|-----|----|----|----|
| Clave                                                    | Unidad de aprendizaje | HC | HT | HL | HPC | HE | CR | RQ |
|                                                          |                       |    |    |    |     |    |    |    |
| <b>Unidades de Aprendizaje Optativas</b>                 |                       |    |    |    |     |    |    |    |
| 49                                                       | Natación              | 01 | -- | -- | 04  | 01 | 06 |    |
| 52                                                       | Buceo Libre           | 01 | -- | -- | 04  | 01 | 06 |    |
| 53                                                       | Buceo Autónomo        | 01 | -- | -- | 04  | 01 | 06 |    |
| 56                                                       | Consultoría           | 01 | 04 | -- | --  | 01 | 06 |    |
| 57                                                       | Emprendedores         | 01 | 02 | -- | 01  | 01 | 05 |    |

| Área: Salud Integral Acuícola            |                                      |    |    |    |     |    |    |    |
|------------------------------------------|--------------------------------------|----|----|----|-----|----|----|----|
| Clave                                    | Unidad de aprendizaje                | HC | HT | HL | HPC | HE | CR | RQ |
| 23                                       | Histología Aplicada a la Acuicultura | 02 | -- | 03 | --  | 02 | 07 |    |
| 29                                       | Microbiología                        | 02 | 01 | 03 | --  | 02 | 08 |    |
| 35                                       | Patología y Diagnóstico Acuícola     | 02 | -- | 03 | --  | 02 | 07 | 29 |
| 39                                       | Sanidad e Inocuidad Acuícola         | 02 | 02 | -- | --  | 02 | 06 |    |
| 43                                       | Bioética y Bienestar Animal          | 02 | 02 | -- | --  | 02 | 06 |    |
| <b>Unidades de Aprendizaje Optativas</b> |                                      |    |    |    |     |    |    |    |
| 59                                       | Virología Marina                     | 01 | 03 | -- | 01  | 01 | 06 |    |

### 3.6. Mapa curricular de la Licenciatura en Biotecnología en Acuicultura

| ETAPA BÁSICA                          |    |    |     |    | ETAPA DISCIPLINARIA                                |    |    |     |    | ETAPA TERMINAL                  |    |    |     |    |
|---------------------------------------|----|----|-----|----|----------------------------------------------------|----|----|-----|----|---------------------------------|----|----|-----|----|
| Tronco Común                          |    |    |     |    |                                                    |    |    |     |    |                                 |    |    |     |    |
| II                                    |    |    |     |    | III                                                |    |    |     |    | IV                              |    |    |     |    |
| Matemáticas                           |    |    |     |    | Botánica Acuática                                  |    |    |     |    | Biología Celular y Molecular    |    |    |     |    |
| HC                                    | HT | HL | HPC | CR | HC                                                 | HT | HL | HPC | CR | HC                              | HT | HL | HPC | CR |
| 01                                    | 05 | -- | 01  | 08 | 02                                                 | 01 | 02 | 01  | 08 | 02                              | 01 | 03 | --  | 08 |
| Biología                              |    |    |     |    | Cálculo                                            |    |    |     |    | Estadística                     |    |    |     |    |
| HC                                    | HT | HL | HPC | CR | HC                                                 | HT | HL | HPC | CR | HC                              | HT | HL | HPC | CR |
| 03                                    | -- | 03 | 01  | 10 | 02                                                 | 04 | -- | --  | 08 | 01                              | 05 | -- | --  | 07 |
| Química                               |    |    |     |    | Zoología de Invertebrados                          |    |    |     |    | Zoología de Cordados            |    |    |     |    |
| HC                                    | HT | HL | HPC | CR | HC                                                 | HT | HL | HPC | CR | HC                              | HT | HL | HPC | CR |
| 02                                    | 01 | 03 | --  | 08 | 02                                                 | -- | 02 | 01  | 07 | 02                              | 01 | 02 | 01  | 08 |
| Geomática                             |    |    |     |    | Química Orgánica                                   |    |    |     |    | Química del Agua en Acuicultura |    |    |     |    |
| HC                                    | HT | HL | HPC | CR | HC                                                 | HT | HL | HPC | CR | HC                              | HT | HL | HPC | CR |
| 02                                    | 03 | -- | 01  | 08 | 02                                                 | 01 | 03 | --  | 08 | 02                              | 01 | 02 | 01  | 08 |
| Ciencia, Ambiente y Sociedad          |    |    |     |    | Geología Costera                                   |    |    |     |    | Física                          |    |    |     |    |
| HC                                    | HT | HL | HPC | CR | HC                                                 | HT | HL | HPC | CR | HC                              | HT | HL | HPC | CR |
| 01                                    | 03 | -- | 01  | 06 | 02                                                 | -- | 02 | 01  | 07 | 02                              | 01 | 02 | --  | 07 |
| Desarrollo para la Vida Universitaria |    |    |     |    | Introducción a la Acuicultura                      |    |    |     |    | Marco Legal para la Acuicultura |    |    |     |    |
| HC                                    | HT | HL | HPC | CR | HC                                                 | HT | HL | HPC | CR | HC                              | HT | HL | HPC | CR |
| --                                    | 02 | -- | --  | 02 | 02                                                 | 01 | -- | 1   | 06 | 01                              | 02 | -- | --  | 04 |
| ÁREAS DE CONOCIMIENTO                 |    |    |     |    | Optativa                                           |    |    |     |    | Optativa                        |    |    |     |    |
| HC                                    | HT | HL | HPC | CR | HC                                                 | HT | HL | HPC | CR | HC                              | HT | HL | HPC | CR |
| --                                    | -- | -- | --  | Vr | --                                                 | -- | -- | --  | Vr | --                              | -- | -- | --  | Vr |
| Salud Integral Acuicola               |    |    |     |    | Producción Acuicola                                |    |    |     |    | Optativa                        |    |    |     |    |
| HC                                    | HT | HL | HPC | CR | HC                                                 | HT | HL | HPC | CR | HC                              | HT | HL | HPC | CR |
| --                                    | -- | -- | --  | Vr | --                                                 | -- | -- | --  | Vr | --                              | -- | -- | --  | Vr |
| Biotecnología                         |    |    |     |    | Gestión Estratégica para la Acuicultura Sostenible |    |    |     |    | Optativa                        |    |    |     |    |
| HC                                    | HT | HL | HPC | CR | HC                                                 | HT | HL | HPC | CR | HC                              | HT | HL | HPC | CR |
| --                                    | -- | -- | --  | Vr | --                                                 | -- | -- | --  | Vr | --                              | -- | -- | --  | Vr |

Licenciatura en Biotecnología en Acuicultura

.....Seriación recomendada  
 — Seriación obligatoria

Unidad de Aprendizaje Integradora

HC= HORAS CLASE  
 HT= HORAS LABORATORIO  
 HT= HORAS TALLER  
 HPC= HORAS PRÁCTICA CAMPO  
 CR= CRÉDITOS

Prácticas Profesionales 10 CR

Proyectos de Vinculación con Valor en Créditos 2CR

### 3.7. Distribución de créditos y de unidades de aprendizaje

**Unidad académica:** Facultad de Ciencias Marinas, Ensenada  
**Programa educativo:** Licenciatura en Biotecnología en Acuicultura  
**Grado académico:** Licenciatura  
**Plan de estudios:** 2026-2

#### Distribución de créditos por etapas de formación

| <b>Etapas</b>           | <b>Obligatorios</b> | <b>Optativos</b> | <b>Total</b> | <b>Porcentajes</b> |
|-------------------------|---------------------|------------------|--------------|--------------------|
| Básica                  | 128                 | 06               | <b>134</b>   | 33.3%              |
| Disciplinaria           | 130                 | 18               | <b>148</b>   | 36.8%              |
| Terminal                | 80                  | 30               | <b>110</b>   | 27.4%              |
| Prácticas profesionales | 10                  | --               | <b>10</b>    | 2.5%               |
| <b>Total</b>            | <b>348</b>          | <b>54</b>        | <b>402</b>   | <b>100%</b>        |
| <b>Porcentajes</b>      | 86.6%               | 13.4%            | <b>100%</b>  |                    |

#### Distribución de créditos obligatorios por área de conocimiento

| <b>Área</b>                                        | <b>Básica</b> | <b>Disciplinaria</b> | <b>Terminal</b> | <b>Total</b> | <b>%</b>    |
|----------------------------------------------------|---------------|----------------------|-----------------|--------------|-------------|
| Producción Acuícola                                | 73            | 29                   | 10              | <b>112</b>   | 33.1        |
| Biotecnología                                      | 49            | 61                   | 44              | <b>154</b>   | 45.5        |
| Gestión Estratégica para la Acuicultura Sostenible | 06            | 18                   | 14              | <b>38</b>    | 11.3        |
| Salud Integral Acuícola                            | --            | 22                   | 12              | <b>34</b>    | 10.1        |
| <b>Total</b>                                       | <b>128</b>    | <b>130</b>           | <b>80</b>       | <b>338</b>   | <b>100%</b> |
| <b>Porcentajes</b>                                 | 37.8%         | 38.5%                | 23.7%           | <b>100%</b>  |             |

#### Distribución de unidades de aprendizaje por etapas de formación

| <b>Etapas</b> | <b>Obligatorias</b> | <b>Optativas</b> | <b>Total</b> |
|---------------|---------------------|------------------|--------------|
| Básica        | 18                  | 1                | <b>19</b>    |
| Disciplinaria | 18                  | 3                | <b>21</b>    |
| Terminal      | 12                  | 5                | <b>17</b>    |
| <b>Total</b>  | <b>48</b>           | <b>9</b>         | <b>57</b>    |

\*Para promover flexibilidad y brindar opciones de formación al estudiantado, se integran en esta propuesta 13 unidades de aprendizaje optativas



### 3.8. Tipología de las unidades de aprendizaje

**Unidad académica:** Facultad de Ciencias Marinas, Ensenada  
**Programa educativo:** Licenciatura en Biotecnología en Acuicultura  
**Grado académico:** Licenciatura  
**Plan de estudios:** 2026-2

| Clave                                  | Nombre de la unidad de aprendizaje                | Tipo | Observaciones |
|----------------------------------------|---------------------------------------------------|------|---------------|
| <b><i>Etapa Básica Obligatoria</i></b> |                                                   |      |               |
| 01                                     | Matemáticas                                       | 3    |               |
|                                        | Taller de Matemáticas                             | 2    |               |
|                                        | Práctica de campo de Matemáticas                  | 1    |               |
| 02                                     | Biología                                          | 3    |               |
|                                        | Laboratorio de Biología                           | 2    |               |
|                                        | Práctica de campo de Biología                     | 1    |               |
| 03                                     | Química                                           | 3    |               |
|                                        | Taller de Química                                 | 2    |               |
|                                        | Laboratorio de Química                            | 2    |               |
| 04                                     | Geomática                                         | 3    |               |
|                                        | Taller de Geomática                               | 2    |               |
|                                        | Práctica de campo de Geomática                    | 1    |               |
| 05                                     | Ciencia, Ambiente y Sociedad                      | 3    |               |
|                                        | Taller de Ciencia, Ambiente y Sociedad            | 2    |               |
|                                        | Práctica de campo de Ciencia, Ambiente y Sociedad | 1    |               |
| 06                                     | Desarrollo para la Vida Universitaria             | --   | No tiene HC   |
|                                        | Taller de Desarrollo para la Vida Universitaria   | 2    |               |
| 07                                     | Botánica Acuática                                 | 3    |               |
|                                        | Taller de Botánica Acuática                       | 2    |               |
|                                        | Laboratorio de Botánica Acuática                  | 2    |               |
|                                        | Práctica de campo de Botánica Acuática            | 1    |               |
| 08                                     | Cálculo                                           | 3    |               |
|                                        | Taller de Cálculo                                 | 2    |               |
| 09                                     | Zoología de Invertebrados                         | 3    |               |
|                                        | Laboratorio de Zoología de Invertebrados          | 2    |               |
|                                        | Práctica de campo de Zoología de Invertebrados    | 1    |               |
| 10                                     | Química Orgánica                                  | 3    |               |
|                                        | Taller de Química Orgánica                        | 2    |               |
|                                        | Laboratorio de Química Orgánica                   | 2    |               |
| 11                                     | Geología Costera                                  | 3    |               |
|                                        | Laboratorio de Geología Costera                   | 2    |               |
|                                        | Práctica de campo de Geología Costera             | 1    |               |
| 12                                     | Introducción a la Acuicultura                     | 3    |               |



| Clave | Nombre de la unidad de aprendizaje                   | Tipo | Observaciones |
|-------|------------------------------------------------------|------|---------------|
|       | Taller de Introducción a la Acuacultura              | 2    |               |
|       | Práctica de campo de Introducción a la Acuacultura   | 1    |               |
| 13    | Biología Celular y Molecular                         | 3    |               |
|       | Taller de Biología Celular y Molecular               | 2    |               |
|       | Laboratorio de Biología Celular y Molecular          | 2    |               |
| 14    | Estadística                                          | 3    |               |
|       | Taller de Estadística                                | 2    |               |
| 15    | Zoología de Cordados                                 | 3    |               |
|       | Taller de Zoología de Cordados                       | 2    |               |
|       | Laboratorio de Zoología de Cordados                  | 2    |               |
|       | Práctica de campo Zoología de Cordados               | 1    |               |
| 16    | Química del Agua en Acuacultura                      | 3    |               |
|       | Taller de Química del Agua en Acuacultura            | 2    |               |
|       | Laboratorio de Química del Agua en Acuacultura       | 2    |               |
|       | Práctica de campo de Química del Agua en Acuacultura | 1    |               |
| 17    | Física                                               | 3    |               |
|       | Taller de Física                                     | 2    |               |
|       | Laboratorio de Física                                | 2    |               |
| 18    | Marco Legal para la Acuacultura                      | 3    |               |
|       | Taller de Marco Legal para la Acuacultura            | 2    |               |
|       | <b><i>Etapa Disciplinaria Obligatoria</i></b>        |      |               |
| 19    | Cultivos de Apoyo                                    | 3    |               |
|       | Taller de Cultivos de Apoyo                          | 2    |               |
|       | Laboratorio de Cultivos de Apoyo                     | 2    |               |
| 20    | Inteligencia Artificial en la Acuacultura            | 3    |               |
|       | Taller de Inteligencia Artificial en la Acuacultura  | 2    |               |
| 21    | Bioquímica                                           | 3    |               |
|       | Taller de Bioquímica                                 | 2    |               |
|       | Laboratorio de Bioquímica                            | 2    |               |
| 22    | Fluidos Acuícolas                                    | 3    |               |
|       | Laboratorio de Fluidos Acuícolas                     | 2    |               |
| 23    | Histología Aplicada a la Acuacultura                 | 3    |               |
|       | Laboratorio de Histología Aplicada a la Acuacultura  | 2    |               |
| 24    | Administración de Empresas Acuícolas                 | 3    |               |
|       | Taller de Administración de Empresas Acuícolas       | 2    |               |
| 25    | Nutrición Acuícola                                   | 3    |               |
|       | Taller de Nutrición Acuícola                         | 2    |               |
|       | Laboratorio de Nutrición Acuícola                    | 2    |               |
| 26    | Estadística Avanzada                                 | 3    |               |
|       | Taller de Estadística Avanzada                       | 2    |               |
| 27    | Fisiología                                           | 3    |               |

| Clave | Nombre de la unidad de aprendizaje                        | Tipo | Observaciones |
|-------|-----------------------------------------------------------|------|---------------|
|       | Taller de Fisiología                                      | 2    |               |
|       | Laboratorio de Fisiología                                 | 2    |               |
| 28    | Sistemas en Acuacultura                                   | 3    |               |
|       | Taller de Sistemas en Acuacultura                         | 2    |               |
|       | Laboratorio de Sistemas en Acuacultura                    | 2    |               |
| 29    | Microbiología                                             | 3    |               |
|       | Taller de Microbiología                                   | 2    |               |
|       | Laboratorio de Microbiología                              | 2    |               |
| 30    | Economía Circular Acuícola                                | 3    |               |
|       | Taller de Economía Circular Acuícola                      | 2    |               |
| 31    | Genética Acuícola                                         | 3    |               |
|       | Taller de Genética Acuícola                               | 2    |               |
| 32    | Diseño Experimental en Acuacultura                        | 3    |               |
|       | Taller de Diseño Experimental en Acuacultura              | 2    |               |
| 33    | Bioteología de Moluscos                                   | 3    |               |
|       | Taller de Bioteología de Moluscos                         | 2    |               |
|       | Laboratorio de Bioteología de Moluscos                    | 2    |               |
|       | Práctica de campo de Bioteología de Moluscos              | 1    |               |
| 34    | Ingeniería de Proyectos Acuícolas                         | 3    |               |
|       | Taller de Ingeniería de Proyectos Acuícolas               | 2    |               |
|       | Laboratorio de Ingeniería de Proyectos Acuícolas          | 2    |               |
| 35    | Patología y Diagnóstico Acuícola                          | 3    |               |
|       | Laboratorio de Patología y Diagnóstico Acuícola           | 2    |               |
| 36    | Procesos de Gestión Acuícola                              | 3    |               |
|       | Taller de Procesos de Gestión Acuícola                    | 2    |               |
|       | <b>Etapa Terminal Obligatoria</b>                         |      |               |
| 37    | Bioteología de Peces                                      | 3    |               |
|       | Taller de Bioteología de Peces                            | 2    |               |
|       | Laboratorio de Bioteología de Peces                       | 2    |               |
|       | Práctica de campo de Bioteología de Peces                 | 1    |               |
| 38    | Bioteología de Macroalgas                                 | 3    |               |
|       | Taller de Bioteología de Macroalgas                       | 2    |               |
|       | Laboratorio de Bioteología de Macroalgas                  | 2    |               |
|       | Práctica de campo de Bioteología de Macroalgas            | 1    |               |
| 39    | Sanidad e Inocuidad Acuícola                              | 3    |               |
|       | Taller de Sanidad e Inocuidad Acuícola                    | 2    |               |
| 40    | Planes de Negocios                                        | 3    |               |
|       | Taller de Planes de Negocios                              | 2    |               |
| 41    | Acuariofilia y Cultivo de Especies Ornamentales           | 3    |               |
|       | Taller de Acuariofilia y Cultivo de Especies Ornamentales | 2    |               |

| Clave | Nombre de la unidad de aprendizaje                                   | Tipo | Observaciones |
|-------|----------------------------------------------------------------------|------|---------------|
|       | Laboratorio de Acuariofilia y Cultivo de Especies Ornamentales       | 2    |               |
|       | Práctica de campo de Acuariofilia y Cultivo de Especies Ornamentales | 1    |               |
| 42    | Biotecnología de Crustáceos                                          | 3    |               |
|       | Taller de Biotecnología de Crustáceos                                | 2    |               |
|       | Laboratorio de Biotecnología de Crustáceos                           | 2    |               |
|       | Práctica de campo de Biotecnología de Crustáceos                     | 1    |               |
| 43    | Bioética y Bienestar Animal                                          | 3    |               |
|       | Taller de Bioética y Bienestar Animal                                | 2    |               |
| 44    | Desarrollo de Pequeñas y Medianas Empresas                           | 3    |               |
|       | Taller de Desarrollo de Pequeñas y Medianas Empresas                 | 2    |               |
| 45    | Desarrollo para la Vida Profesional                                  | --   | No tiene HC   |
|       | Taller de Desarrollo para la Vida Profesional                        | 2    |               |
| 46    | Procesamiento de Productos Acuáticos                                 | 3    |               |
|       | Taller de Procesamiento de Productos Acuáticos                       | 2    |               |
|       | Laboratorio de Procesamiento de Productos Acuáticos                  | 2    |               |
| 47    | Advances in Aquaculture                                              | --   | No tiene HC   |
|       | Workshop of Advances in Aquaculture                                  | 2    |               |
| 48    | Maricultivos                                                         | 3    |               |
|       | Taller de Maricultivos                                               | 2    |               |
|       | Práctica de campo de Maricultivos                                    | 1    |               |
|       | <b><i>Etapas Básicas Optativas</i></b>                               |      |               |
| 49    | Natación                                                             | 3    |               |
|       | Práctica de campo de Natación                                        | 1    |               |
| 50    | Instrumentación Básica para la Acuicultura                           | 3    |               |
|       | Taller de Instrumentación Básica para la Acuicultura                 | 2    |               |
|       | Práctica de campo de Instrumentación Básica para la Acuicultura      | 1    |               |
|       | <b><i>Etapas Disciplinarias Optativas</i></b>                        |      |               |
| 51    | Métodos y Artes de Pesca                                             | 3    |               |
|       | Taller de Métodos y Artes de Pesca                                   | 2    |               |
|       | Práctica de campo de Métodos y Artes de Pesca                        | 1    |               |
| 52    | Buceo Libre                                                          | 3    |               |
|       | Práctica de campo de Buceo Libre                                     | 1    |               |
| 53    | Buceo Autónomo                                                       | 3    |               |
|       | Práctica de campo de Buceo Autónomo                                  | 1    |               |
| 54    | Tópicos de Acuicultura                                               | 3    |               |

| Clave                                 | Nombre de la unidad de aprendizaje                               | Tipo | Observaciones |
|---------------------------------------|------------------------------------------------------------------|------|---------------|
|                                       | Taller de Tópicos de Acuacultura                                 | 2    |               |
| 55                                    | Realidad Virtual para las Ciencias Naturales y Exactas           | 3    |               |
|                                       | Taller de Realidad Virtual para las Ciencias Naturales y Exactas | 2    |               |
| <b><i>Etapa Terminal Optativa</i></b> |                                                                  |      |               |
| 56                                    | Consultoría                                                      | 3    |               |
|                                       | Taller de Consultoría                                            | 2    |               |
| 57                                    | Emprendedores                                                    | 3    |               |
|                                       | Taller de Emprendedores                                          | 2    |               |
|                                       | Práctica de campo de Emprendedores                               | 1    |               |
| 58                                    | Acuaponia e Hidroponia                                           | 3    |               |
|                                       | Taller de Acuaponia e Hidroponia                                 | 2    |               |
|                                       | Laboratorio de Acuaponia e Hidroponia                            | 2    |               |
| 59                                    | Virología Marina                                                 | 3    |               |
|                                       | Taller de Virología Marina                                       | 2    |               |
|                                       | Práctica de campo de Virología Marina                            | 1    |               |
| 60                                    | Ciencias Ómicas en Acuacultura                                   | 3    |               |
|                                       | Taller de Ciencias Ómicas en Acuacultura                         | 2    |               |
| 61                                    | Técnicas de Análisis Genéticos en Acuacultura                    | 3    |               |
|                                       | Taller de Técnicas de Análisis Genéticos en Acuacultura          | 2    |               |
|                                       | Laboratorio de Técnicas de Análisis Genéticos en Acuacultura     | 2    |               |

La tipología de las asignaturas se refiere a los parámetros que se toman en cuenta para la realización eficiente del proceso de aprendizaje integral, tomando en consideración la forma en cómo ésta se desarrolla de acuerdo a sus características, es decir, teóricas o prácticas (laboratorio, taller, clínica o práctica de campo etc.), el equipo necesario, material requerido y espacios físicos en los que se deberá desarrollar el curso, todo ello determinará la cantidad de estudiantes que podrán atenderse por grupo.

De acuerdo con la *Guía Metodológica para la Creación, Modificación y Actualización de los Programas Educativos de la Universidad Autónoma de Baja California* (UABC, 2010), existen tres tipologías y es importante precisar, que será el rango normal el que deberá predominar para la formación de los grupos; los casos de límite superior e inferior sólo deberán considerarse cuando la situación así lo amerite por

las características propias de la asignatura. Así mismo, se deberá considerar la infraestructura de la unidad académica, evitando asignar un tipo 3 (grupo numeroso) a un laboratorio con capacidad de 10 a 12 estudiantes cuya característica es horas clase (HC) y horas laboratorio (HL). La tipología se designará tomando en cuenta los siguientes criterios:

- Tipo 1. Está considerado para aquellas actividades de la enseñanza en las que se requiere la manipulación de instrumentos, animales o personas, en donde la responsabilidad de asegurar el adecuado manejo de los elementos es del o la docente y donde, además, es indispensable la supervisión de la ejecución del estudiantado de manera directa y continua (clínica y práctica). El rango correspondiente a este tipo es: rango normal = 6 a 10 estudiantes.
- Tipo 2. Está diseñado para cumplir con una amplia gama de actividades de enseñanza aprendizaje, en donde se requiere una relación estrecha para la supervisión o asesoría docente. Presupone una actividad predominante del estudiantado y un seguimiento vigilante e instrucción correctiva docente (talleres, laboratorios). rango normal = 12 a 20 estudiantes.
- Tipo 3. Son asignaturas básicamente teóricas en las cuales predominan las técnicas expositivas; la actividad se lleva a cabo dentro del aula y requiere un seguimiento grupal en el proceso de aprendizaje integral: rango normal = 24 a 40 estudiantes.

### 3.9. Equivalencias de las unidades de aprendizaje

**Unidad académica:** Facultad de Ciencias Marinas, Ensenada  
**Programa educativo:** Licenciatura en Biotecnología en Acuicultura  
**Grado académico:** Licenciatura  
**Plan de estudios:** 2026-2

| Clave                                            | Unidad de aprendizaje<br>Plan 2026-2         | Clave | Unidad de aprendizaje<br>Plan 2018-1                               |
|--------------------------------------------------|----------------------------------------------|-------|--------------------------------------------------------------------|
| <b><i>Etapas Básicas Obligatorias</i></b>        |                                              |       |                                                                    |
| 01                                               | Matemáticas                                  | 28200 | Matemáticas                                                        |
| 02                                               | Biología                                     | 28201 | Biología                                                           |
| 03                                               | Química                                      | 23857 | Química                                                            |
| 04                                               | Geomática                                    | 28208 | Fundamentos de Cartografía y<br>Sistemas de Información Geográfica |
| 05                                               | Ciencia, Ambiente y<br>Sociedad              | 28202 | Medio Ambiente y Sociedad                                          |
| 06                                               | Desarrollo para la Vida<br>Universitaria     | --    | Sin equivalencia                                                   |
| 07                                               | Botánica Acuática                            | 30117 | Botánica Marina                                                    |
| 08                                               | Cálculo                                      | 28206 | Cálculo                                                            |
| 09                                               | Zoología de Invertebrados                    | 30123 | Zoología Acuática                                                  |
| 10                                               | Química Orgánica                             | 28209 | Química Orgánica                                                   |
| 11                                               | Geología Costera                             | 30168 | Geología Costera                                                   |
| 12                                               | Introducción a la Acuicultura                | 30169 | Introducción a la Acuicultura                                      |
| 13                                               | Biología Celular y Molecular                 | 30170 | Biología Celular y Molecular                                       |
| 14                                               | Estadística                                  | 28211 | Estadística                                                        |
| 15                                               | Zoología de Cordados                         | --    | Sin equivalencia                                                   |
| 16                                               | Química del Agua en<br>Acuicultura           | --    | Sin equivalencia                                                   |
| 17                                               | Física                                       | 30119 | Física                                                             |
| 18                                               | Marco Legal para la<br>Acuicultura           | --    | Sin equivalencia                                                   |
| <b><i>Etapas Disciplinarias Obligatorias</i></b> |                                              |       |                                                                    |
| 19                                               | Cultivos de Apoyo                            | 30171 | Cultivos de Apoyo                                                  |
| 20                                               | Inteligencia Artificial en la<br>Acuicultura | 42903 | Big Data e Inteligencia Artificial para<br>Ciencias del Mar        |
| 21                                               | Bioquímica                                   | 30126 | Bioquímica                                                         |
| 22                                               | Fluidos Acuícolas                            | 30172 | Fluidos Acuícolas                                                  |
| 23                                               | Histología Aplicada a la<br>Acuicultura      | 28241 | Histología Básica y Aplicada                                       |

|                                                  |                                                 |                |                                                                 |
|--------------------------------------------------|-------------------------------------------------|----------------|-----------------------------------------------------------------|
| 24                                               | Administración de Empresas Acuícolas            | 30176          | Administración de Empresas Acuícolas                            |
| 25                                               | Nutrición Acuícola                              | 30173          | Nutrición Acuícola                                              |
| 26                                               | Estadística Avanzada                            | 30121          | Estadística Avanzada                                            |
| 27                                               | Fisiología                                      | 30175          | Fisiología                                                      |
| 28                                               | Sistemas en Acuicultura                         | 30177          | Sistemas en Acuicultura                                         |
| 29                                               | Microbiología                                   | 28207          | Microbiología                                                   |
| 30                                               | Economía Circular Acuícola                      | 30190          | Economía Acuícola                                               |
| 31                                               | Genética Acuícola                               | 30174          | Genética Acuícola                                               |
| 32                                               | Diseño Experimental en Acuicultura              | --             | Sin equivalencia                                                |
| 33                                               | Bioteología de Moluscos                         | 30179          | Bioteología de Moluscos                                         |
| 34                                               | Ingeniería de Proyectos Acuícolas               | 30185          | Ingeniería de Proyectos Acuícolas                               |
| 35                                               | Patología y Diagnóstico Acuícola                | 30166<br>30164 | Patología de Organismos Acuáticos y Diagnóstico de Enfermedades |
| 36                                               | Procesos de Gestión Acuícola                    | 30183          | Procesos de Gestión Acuícola                                    |
| <b><i>Etapas Terminal Obligatoria</i></b>        |                                                 |                |                                                                 |
| 37                                               | Bioteología de Peces                            | 30182          | Bioteología de Peces                                            |
| 38                                               | Bioteología de Macroalgas                       | 30180          | Bioteología de Macroalgas                                       |
| 39                                               | Sanidad e Inocuidad Acuícola                    | 30178          | Sanidad e Inocuidad Acuícola                                    |
| 40                                               | Planes de Negocios                              | 30186          | Planes de Negocios en Acuicultura                               |
| 41                                               | Acuariofilia y Cultivo de Especies Ornamentales | 30195          | Cultivo de Especies Ornamentales                                |
| 42                                               | Bioteología de Crustáceos                       | 30181          | Bioteología de Crustáceos                                       |
| 43                                               | Bioética y Bienestar Animal                     | --             | Sin equivalencia                                                |
| 44                                               | Desarrollo de Pequeñas y Medianas Empresas      | 30187          | Desarrollo de Pequeñas y Medianas Empresas                      |
| 45                                               | Desarrollo para la Vida Profesional             | --             | Sin equivalencia                                                |
| 46                                               | Procesamiento de Productos Acuáticos            | 30184          | Procesamiento de Productos Acuáticos                            |
| 47                                               | Advances in Aquaculture                         | --             | Sin equivalencia                                                |
| 48                                               | Maricultivos                                    | 30201          | Maricultivos                                                    |
| <b><i>Etapas Optativa Básica</i></b>             |                                                 |                |                                                                 |
| 49                                               | Natación                                        | --             | Sin equivalencia                                                |
| 50                                               | Instrumentación Básica para la Acuicultura      | 39222          | Instrumentación Básica para la Acuicultura                      |
| <b><i>Etapas Optativa Interdisciplinaria</i></b> |                                                 |                |                                                                 |
| 51                                               | Métodos y Artes de Pesca                        | 48992          | Métodos y Artes de Pesca                                        |
| 52                                               | Buceo Libre                                     | --             | Sin equivalencia                                                |
| 53                                               | Buceo Autónomo                                  | 30154          | Buceo Autónomo                                                  |
| 54                                               | Tópicos de Acuicultura                          | 30189          | Tópicos de Acuicultura                                          |

|                                         |                                                        |       |                                                        |
|-----------------------------------------|--------------------------------------------------------|-------|--------------------------------------------------------|
| 55                                      | Realidad Virtual para las Ciencias Naturales y Exactas | 47502 | Realidad Virtual para las Ciencias Naturales y Exactas |
| <b><i>Etapas Optativas Terminal</i></b> |                                                        |       |                                                        |
| 56                                      | Consultoría                                            | --    | Sin equivalencia                                       |
| 57                                      | Emprendedores                                          | 48983 | Emprendedores                                          |
| 58                                      | Acuaponia e Hidroponia                                 | 45798 | Acuaponia e Hidroponia                                 |
| 59                                      | Virología Marina                                       | 33409 | Virología Marina                                       |
| 60                                      | Ciencias Ómicas en Acuicultura                         | --    | Sin equivalencia                                       |
| 61                                      | Técnicas de Análisis Genéticos en Acuicultura          | 30193 | Técnicas de Análisis Genético en Acuicultura           |



### **3.10. Promoción del idioma inglés desde el currículo**

En el programa educativo Biotecnología en Acuicultura, la promoción del idioma inglés se integra de manera transversal y progresiva en el currículo, con el objetivo de consolidar las competencias lingüísticas de los estudiantes como un componente esencial de su formación profesional. Esta estrategia se implementa mediante la incorporación de actividades específicas en inglés dentro de diversas unidades de aprendizaje, las cuales formarán parte de la evaluación y se dosificarán por etapas: en el nivel básico se enfocarán en habilidades de comprensión auditiva y lectora, en el nivel disciplinar en la redacción de textos académicos y técnicos como producto de las actividades prácticas, y en la etapa terminal en la expresión oral y la argumentación como evidencia de aprendizaje de la asignatura. Para culminar este proceso de inmersión, el plan de estudios incluye una unidad de aprendizaje obligatoria impartida completamente en inglés en la cual se promueve el uso de vocabulario técnico, complementada con una oferta de asignaturas optativas en este idioma, asegurando así que el futuro egresado y egresada de Biotecnología en Acuicultura desarrolle la competencia comunicativa necesaria para interactuar e insertarse con éxito en la comunidad científica y laboral global.

Se aumenta el nivel de logro del inglés a A2 del MCER como requisito de titulación, para promover el fortalecimiento del idioma inglés como segunda lengua, adaptado a las necesidades del profesional de Biotecnología en Acuicultura. A continuación, se muestran por etapa, las 17 unidades de aprendizaje que promueven el desarrollo de la competencia en el idioma inglés, y en la Figura 1 su organización en el mapa curricular:

#### **Etapas básicas:**

- Botánica Acuática (obligatoria)
- Zoología de Invertebrados (obligatoria)
- Zoología de Cordados (obligatoria)
- Biología Celular y Molecular (obligatoria)
- Introducción a la Acuicultura (obligatoria)

**Etapla disciplinaria:**

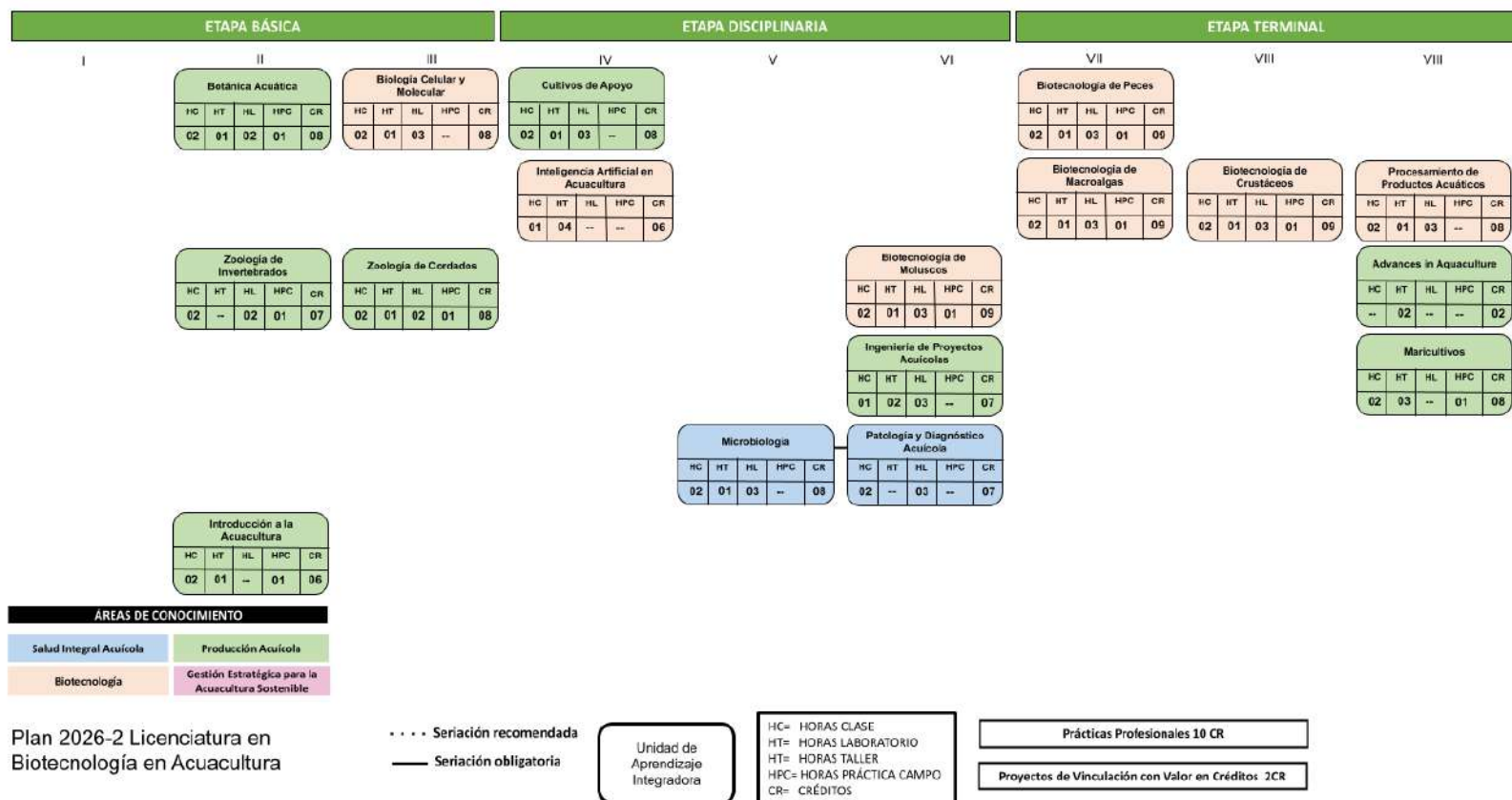
- Microbiología (obligatoria)
- Inteligencia Artificial en la Acuicultura (obligatoria)
- Biotecnología de Moluscos (obligatoria)
- Ingeniería de Proyectos (obligatoria)
- Patología y Diagnóstico Acuícola (obligatoria)
- Cultivos de Apoyo (Obligatoria)

**Etapla terminal:**

- Biotecnología de Crustáceos (obligatoria)
- Biotecnología de Macroalgas (obligatoria)
- Biotecnología de Peces (obligatoria)
- Procesamiento de Productos Acuáticos (obligatoria)
- Maricultivos (obligatoria)
- Advances in Aquaculture (obligatoria)

**Figura 1**

*Unidades de aprendizaje que promueven el desarrollo de competencia en el idioma inglés.*



### **3.11. Promoción del uso de Tecnologías de la Información (TI) y la Inteligencia Artificial (IA)**

En el marco del Código de Ética (UABC, 2016) y el modelo educativo de la Universidad Autónoma de Baja California, el uso de la inteligencia artificial (IA) en la formación del estudiantado debe orientarse al fortalecimiento del aprendizaje significativo, la honestidad académica y el pensamiento crítico. La IA, lejos de sustituir el esfuerzo individual, debe emplearse como un recurso complementario que potencie la comprensión, la creatividad y la resolución de problemas, siempre bajo criterios de transparencia y responsabilidad. De igual forma, es indispensable que el estudiantado reconozca los límites y riesgos de estas herramientas, actuando con respeto a la autoría, la veracidad de la información y los valores universitarios, contribuyendo así a una cultura educativa ética, innovadora y comprometida con su entorno social.

El nuevo plan de estudios de la Licenciatura en Biotecnología en Acuicultura (LBA) integra el uso de las Tecnologías de la Información (TI) y la Inteligencia Artificial (IA) en el desarrollo de competencias profesionales específicas enfocadas en el análisis de datos, la gestión de proyectos y la optimización de sistemas de cultivo. Esta integración responde a la necesidad de formar profesionales de vanguardia capaces de innovar y aplicar conocimientos avanzados para enfrentar los desafíos del sector, con una perspectiva hacia un futuro tecnológicamente avanzado.

Desde la etapa básica, los estudiantes utilizarán la tecnología para el desarrollo de tareas, actividades y prácticas de taller. Se han preparado experiencias de aprendizaje con el uso de tecnología en 18 unidades de aprendizaje obligatorias que se presentan a continuación y en la Figura 2 se muestran distribuidas en el mapa curricular:

#### **Etapas básicas:**

- Cálculo
- Zoología de Invertebrados
- Introducción a la Acuicultura
- Estadística
- Zoología de Cordados

**Etapas disciplinarias:**

- Microbiología
- Inteligencia Artificial para Acuicultura
- Bioquímica Acuícola
- Administración de Empresas Acuícolas
- Nutrición Acuícola
- Estadística Avanzada
- Biotecnología de Moluscos
- Ingeniería de Proyectos
- Patología y Diagnóstico Acuícola

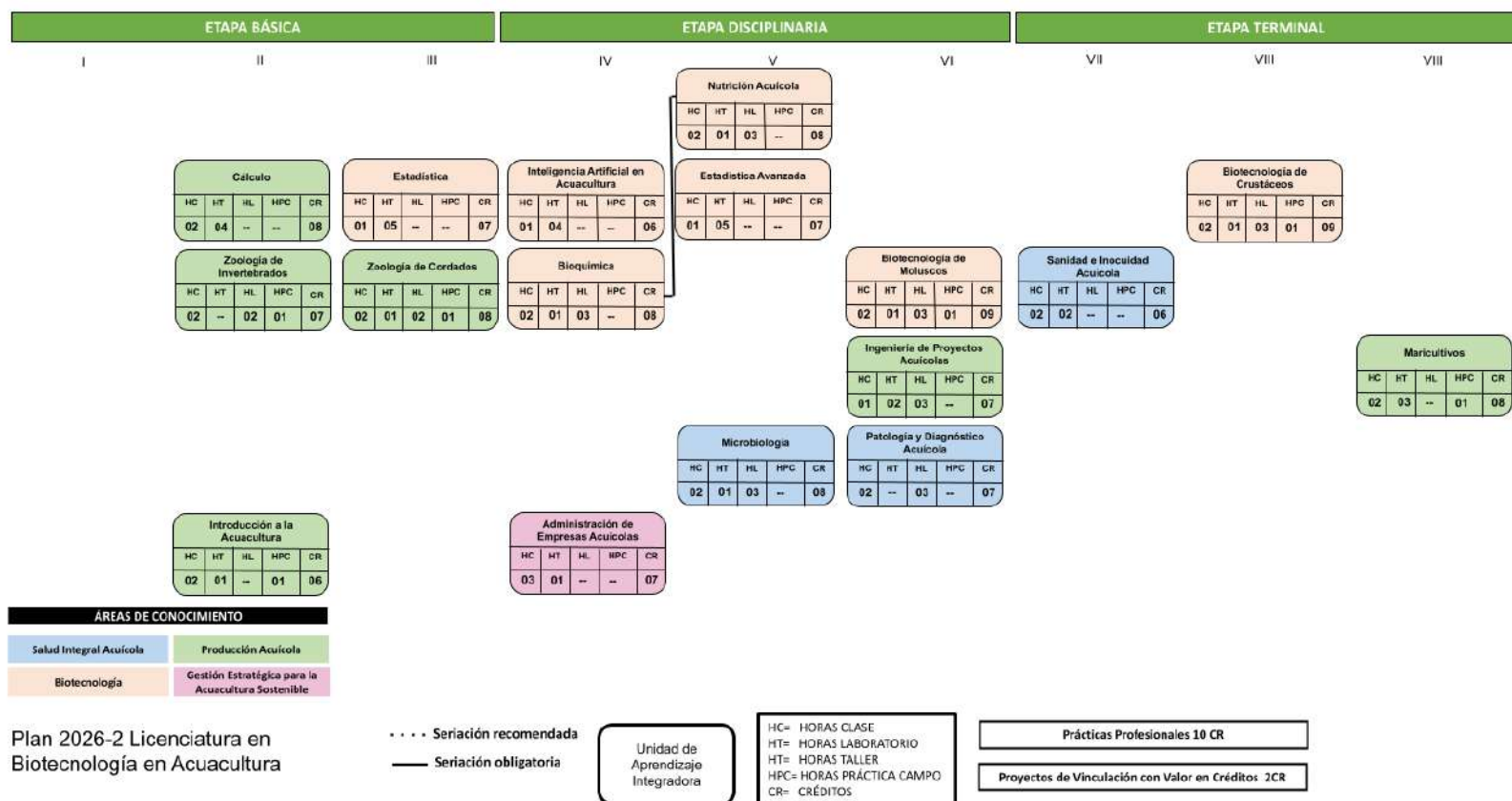
**Etapas terminales:**

- Sanidad e Inocuidad
- Biotecnología de Crustáceos
- Maricultivos

Es importante declarar que la asignatura clave que promueve la experiencia directa en TI y la IA es la unidad de aprendizaje obligatoria de Inteligencia Artificial en la Acuicultura. Además, Estadística Avanzada es esencial para el manejo de datos y el modelado computacional.

**Figura 2.**

*Unidades de aprendizaje que promueven el uso de tecnología para el desarrollo de la profesión.*



### 3.12. Promoción de habilidades blandas

Las habilidades o competencias blandas, también conocidas como habilidades socioemocionales, se entienden como “estrategias que permiten al individuo identificar y regular sus emociones, construir y mantener vínculos saludables, tomar decisiones, resolver conflictos y desenvolverse en distintos contextos de manera exitosa” (Lubinsky-Jinich et al., 2023, p. 106). El desarrollo de dichas habilidades permite a las personas egresadas de Biotecnología en Acuicultura insertarse y desenvolverse exitosamente en el campo laboral.

La Ley General de Educación Superior, en su Capítulo II, Artículo 7 señala que la educación superior deberá fomentar el desarrollo humano integral basado en:

- Formación del pensamiento crítico a través del análisis, reflexión, comprensión, diálogo, entre otras.
- Consolidación de la identidad y sentido de pertenencia.
- Capacidades y habilidades para la resolución de problemas.
- “El desarrollo de habilidades socioemocionales que permitan adquirir y generar conocimientos, fortalecer la capacidad para aprender a pensar, sentir, actuar y desarrollarse como persona integrante de una comunidad.”

En ese sentido, se vuelve fundamental la incorporación de habilidades blandas como: resolución de problemas, toma de decisiones, trabajo en equipo, adaptabilidad social, conciencia social, comunicación asertiva, escucha activa, empatía, manejo del tiempo, autocontrol, autorregulación, entre otras. Dichas habilidades tienen como objetivo poder autorregular, no solo el aprendizaje, sino el desempeño tanto en la vida escolar como en la vida profesional.

Para el desarrollo y promoción directa de estas, dentro del programa educativo de Biotecnología en Acuicultura, se incorporaron dos asignaturas obligatorias, la primera en el tronco común y otra en la etapa terminal. En el tronco común se incorporó la asignatura *Desarrollo para la Vida Universitaria* con el propósito de dotar al estudiantado de estrategias y habilidades que les permitan transitar su formación académica de manera exitosa abordando temáticas como hábitos y técnicas de estudio, regulación emocional, entre otras. Por otro lado, con el objetivo de atender también las habilidades blandas que

se requieren para la inserción laboral y darle continuidad y transversalidad al desarrollo de estas habilidades, en la etapa terminal se incorporó la asignatura *Desarrollo para la vida profesional* cuya intención es dotar al estudiantado de habilidades y estrategias que le permitan insertarse y desenvolverse exitosamente en el campo laboral, abordando temas como creación de CV, entrevista laboral, trabajo en equipo, entre otras.

En el plan de estudios existen, de manera implícita, dos asignaturas de carácter obligatorio que pretenden dotar al estudiantado de dichas habilidades, iniciando en el primer semestre y culminando en la etapa terminal. Sin embargo, estas habilidades se cubren de manera transversal en asignaturas como Matemáticas, Histología, Administración de Empresas, Ingeniería, entre otras. En estas asignaturas las habilidades blandas se promueven a través de las evidencias de desempeño, así como las actividades de laboratorio y taller, en las cuales se hace uso de habilidades como trabajo en equipo, manejo del tiempo, organización y planificación, comunicación, entre otras.

A continuación, se muestran las asignaturas que promueven las habilidades blandas por etapa y en la Figura 3 su organización en el mapa curricular:

#### **Etapla básica:**

- Desarrollo para la vida universitaria
- Matemáticas
- Cálculo
- Estadística

#### **Etapla disciplinaria:**

- Histología aplicada a la acuicultura
- Administración de empresas acuícolas
- Biotecnología de moluscos
- Ingeniería de proyectos acuícolas
- Patología y diagnóstico acuícola
- Procesos de gestión acuícola
- Nutrición Acuícola

#### **Etapla terminal**

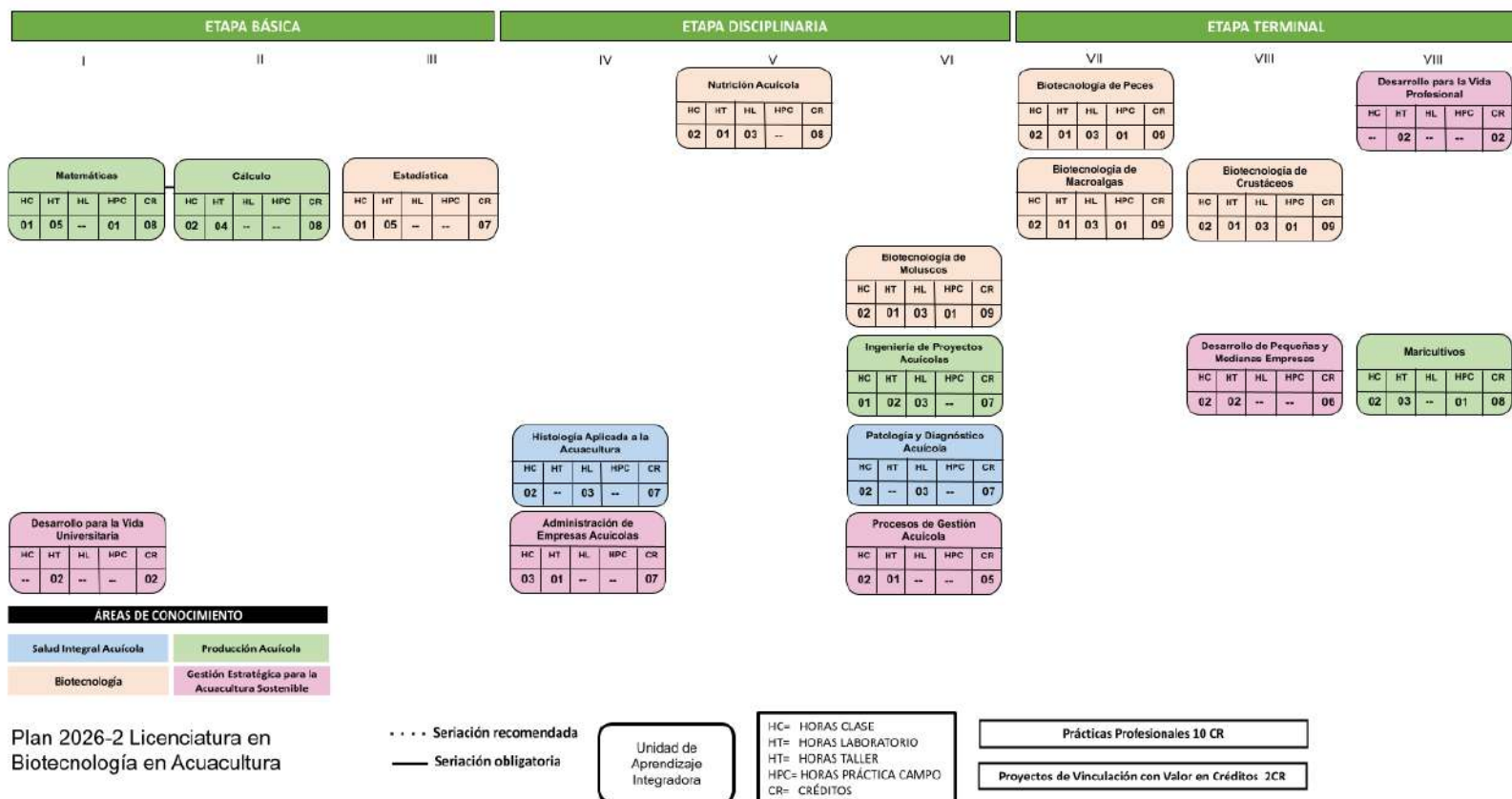
- Biotecnología de peces



- Biotecnología de macroalgas
- Biotecnología de crustáceos
- Desarrollo de pequeñas y medianas empresas
- Maricultivos
- Desarrollo para la vida profesional

**Figura 3**

*Unidades de aprendizaje que promueven habilidades blandas.*



### **3.13. Certificados**

La presente propuesta curricular mantiene el principio de flexibilidad curricular del programa educativo, incorporando un ordenamiento estratégico de la optatividad que contribuye de manera directa al fortalecimiento de las áreas de conocimiento de la profesión de Biotecnología en Acuicultura. Este ordenamiento tiene como propósito principal el desarrollo de competencias específicas, especializadas y emergentes, en congruencia con las demandas actuales del mercado laboral, los avances científicos y tecnológicos del sector acuícola, así como con las tendencias nacionales e internacionales de la profesión.

Los certificados se conciben como ciclos formativos cortos, estructurados y reconocibles, que permiten al estudiantado profundizar en ámbitos estratégicos de la Biotecnología en Acuicultura y obtener un valor agregado a su formación profesional, adicional a la obtención del título universitario. Estos ciclos se integran a partir de asignaturas optativas y funcionan como salidas terminales parciales o énfasis de especialización, favoreciendo la empleabilidad, la diferenciación profesional y la vinculación temprana con el sector productivo, la gestión, la investigación aplicada y la innovación tecnológica.

Cada certificado se conforma por al menos tres asignaturas optativas que promueven el desarrollo progresivo y articulado de competencias. Para la obtención del certificado correspondiente, el estudiantado deberá cursar y aprobar la totalidad de las unidades de aprendizaje que integran el ciclo formativo, con lo cual se reconoce formalmente su dominio en un área específica de la profesión. En su tránsito por el programa educativo, el estudiantado podrá obtener hasta tres certificados, de acuerdo con sus intereses, trayectoria académica y decisiones formativas, aprovechando las ventajas que ofrece la flexibilidad curricular.

La definición, promoción y actualización de estos ciclos formativos será responsabilidad de las unidades académicas, quienes deberán garantizar su pertinencia, coherencia académica y alineación con las necesidades y demandas cambiantes del sector acuícola y biotecnológico. Asimismo, las unidades académicas podrán proponer nuevos esquemas de certificados conforme evolucione la profesión, el entorno productivo

y las áreas emergentes del conocimiento. En esta propuesta de modificación curricular se plantean los siguientes cinco ciclos de certificados:

***Certificado en Gestión Estratégica para la Acuicultura Sustentable***

- Planeación Estratégica en Acuicultura
- Mercadotecnia en Acuicultura
- Educación Financiera

***Certificado en Salud Integral Acuícola***

- Virología Marina
- Parasitología Acuícola
- Toxicología

***Certificado en Producción Acuícola***

- Cultivo de Invertebrados Marinos
- Reproducción y Cultivo Larvario
- Técnicas Avanzadas de Nutrición

***Certificado en Biotecnología***

- Inmunología Básica
- Ciencias Ómicas en la Acuicultura
- Técnicas de Análisis Genéticos en Acuicultura

***Certificado en Diseño de Proyectos Acuícolas***

- Acuaponia e Hidroponia
- Unidades de Producción Acuícola
- Sistemas de Información Geográfica

***Certificado en Ordenamiento y Gestión acuícola:***

- Consultoría
- Sistemas de Información Geográfica

## 4. Filosofía y enfoque educativo

El nuevo plan de estudios de la Licenciatura de Biotecnología en Acuicultura se sustenta en la filosofía educativa de la Universidad Autónoma de Baja California (UABC), la cual concibe la educación superior como un proceso formativo integral orientado al desarrollo pleno de las personas, la generación y aplicación del conocimiento, y el compromiso con la transformación social. En este marco, la educación universitaria se entiende como un proceso intencional, sistemático y contextualizado que promueve la formación de profesionistas con capacidad crítica, responsabilidad ética y vocación de servicio.

La propuesta curricular se alinea con el Modelo Educativo institucional, que establece los principios, atributos y componentes que orientan la formación universitaria en la UABC (UABC, 2018). Este modelo se fundamenta en corrientes pedagógicas contemporáneas como el humanismo, el constructivismo y la educación a lo largo de la vida, reconociendo al estudiantado como el centro del proceso educativo y como sujeto activo en la construcción de su aprendizaje (UABC, 2018). Desde esta perspectiva, el aprendizaje no se limita a la adquisición de conocimientos, sino que implica la integración de saberes, el desarrollo de habilidades, la formación de valores y la capacidad de actuar de manera pertinente en contextos diversos.

El enfoque humanista orienta la formación hacia el reconocimiento de la dignidad humana, la equidad, la inclusión y el respeto a la diversidad, promoviendo una educación que atiende tanto las dimensiones cognitivas como socioemocionales y éticas del estudiantado. En el diseño del nuevo plan de estudios, este enfoque se traduce en la incorporación de contenidos, estrategias y experiencias formativas que favorecen la responsabilidad social, la sensibilidad ante problemáticas contemporáneas y la formación en valores, así como en la integración de espacios curriculares y modalidades de aprendizaje que promueven la participación activa del estudiantado en contextos reales y diversos. Asimismo, se refleja en el énfasis en el bienestar estudiantil, la atención a trayectorias académicas diferenciadas y la generación de ambientes educativos inclusivos y respetuosos.

Por su parte, el constructivismo fundamenta la organización de experiencias de aprendizaje en las que el conocimiento se construye de manera activa, a partir de la

interacción con el entorno, la reflexión crítica y la resolución de problemas. Este principio se concreta en el plan de estudios mediante la adopción de estrategias como las metodologías activas, el trabajo interdisciplinario, el análisis de casos y la vinculación con escenarios reales, que permiten al estudiantado integrar saberes y desarrollar competencias en situaciones auténticas. De igual forma, se refleja en la estructura progresiva del currículo, en la cual las unidades de aprendizaje están diseñadas para favorecer la construcción gradual del conocimiento, transitando desde fundamentos teóricos hacia su aplicación en contextos complejos.

La educación a lo largo de la vida, como principio transversal, impulsa el desarrollo de capacidades para el aprendizaje autónomo, la actualización continua y la adaptación a contextos cambiantes (UABC, 2018). En el nuevo plan de estudios, este principio se materializa a través de la flexibilidad curricular, la incorporación de unidades de aprendizaje optativas, la diversificación de las modalidades de aprendizaje con obtención de créditos (OMAS) y la promoción de competencias como el autoaprendizaje, la gestión del conocimiento y el uso crítico de tecnologías de la información. Asimismo, se fortalece mediante la integración de experiencias como la movilidad académica, la vinculación con el entorno profesional y el desarrollo de proyectos, que preparan al estudiantado para enfrentar los retos de un contexto dinámico y en constante transformación.

En congruencia con estos fundamentos, el programa educativo adopta un enfoque por competencias, entendido como un modelo formativo que integra de manera articulada conocimientos, habilidades, actitudes y valores en contextos de desempeño, orientando la formación hacia la capacidad de intervenir de manera pertinente en la solución de problemáticas complejas. Este enfoque no se limita a la adquisición de contenidos, sino que privilegia la aplicación del conocimiento, la toma de decisiones fundamentada y la actuación profesional en escenarios reales, favoreciendo la pertinencia y la vinculación con los ámbitos social, productivo y científico.

En el diseño del plan de estudios, este enfoque se traduce en una organización curricular intencionada, en la que cada unidad de aprendizaje contribuye al desarrollo progresivo de las competencias del perfil de egreso. Esto implica una secuencia formativa que transita desde la construcción de fundamentos conceptuales hacia su integración y

aplicación en contextos de mayor complejidad, asegurando la coherencia entre los distintos momentos de la trayectoria académica.

Asimismo, la operacionalización del enfoque por competencias se refleja en la definición de resultados de aprendizaje, en la alineación entre contenidos, actividades formativas y procesos de evaluación, y en la incorporación de experiencias que demandan del estudiantado la movilización integrada de saberes para resolver situaciones auténticas. En este sentido, la evaluación del aprendizaje se orienta a valorar el desempeño en contextos relevantes, mediante evidencias de aprendizaje que permitan identificar el nivel de logro de las competencias, más allá de la memorización de contenidos.

De manera complementaria, este enfoque se articula con la diversificación de escenarios formativos contemplados en el plan de estudios, incluyendo espacios áulicos, de laboratorio, de campo y de vinculación, así como otras modalidades de aprendizaje con obtención de créditos. Estos escenarios favorecen la transferencia del conocimiento, la interdisciplinariedad y la integración teoría-práctica, elementos esenciales para el desarrollo de competencias profesionales

El modelo educativo institucional establece, además, atributos fundamentales que se incorporan de manera transversal en el diseño curricular: la flexibilidad, la formación integral y el sistema de créditos. La flexibilidad curricular permite al estudiantado construir trayectorias formativas acordes con sus intereses, ritmos y necesidades, mediante la combinación de unidades de aprendizaje obligatorias, optativas y otras modalidades de aprendizaje con obtención de créditos. La formación integral favorece el desarrollo equilibrado de las dimensiones académica, ética, social, cultural y profesional. En el caso de este programa educativo se cuenta con el “Programa forMar” el cual permite fomentar una formación integral de la FCM, creado en 2024, que permite al estudiantado adquirir herramientas a través de pláticas, talleres y conferencias sobre hábitos de estudio, organización del tiempo, estilos de aprendizaje y atención a la salud física y emocional.

Por su parte, el sistema de créditos reconoce el trabajo académico del estudiantado en diversos contextos formativos, promoviendo la movilidad, la interdisciplinariedad y la diversificación de experiencias de aprendizaje.

La propuesta del plan de estudios 2026-2 atiende la necesidad de promover mayor flexibilidad académica mediante una estructura curricular que combina formación sólida con diversas rutas de avance. Esto se logra a través de la optatividad, las Otras Modalidades de Aprendizaje y Obtención de Créditos, los cursos intersemestrales, la movilidad académica y la posibilidad de diversificar la oferta formativa con nuevos cursos optativos conforme evolucionen las necesidades del programa y del sector. De esta manera, la flexibilidad no depende únicamente de la apertura de horarios, sino de un conjunto de mecanismos que amplían las opciones de formación del estudiantado.

Asimismo, la propuesta contempla el acompañamiento mediante tutoría académica y la programación estratégica de las trayectorias escolares, con el fin de orientar al estudiantado en la toma de decisiones y favorecer un avance más ordenado dentro del plan de estudios. Esto permite aprovechar mejor las opciones curriculares disponibles sin comprometer la solidez de la formación profesional.

No obstante, también es importante señalar que la flexibilidad curricular puede verse reducida cuando existen asignaturas reprobadas, particularmente en unidades obligatorias o seriadas, ya que esto genera recursamientos y posibles traslapes en semestres posteriores. En ese sentido, la disminución de la flexibilidad no deriva únicamente del diseño del plan, sino también de la trayectoria académica del propio estudiante. Por ello, el programa combina flexibilidad con seguimiento tutorial y estrategias de organización académica que buscan prevenir rezago y mantener disponibles las opciones de formación.

El rol del personal docente es fundamental para la implementación efectiva de esta filosofía educativa. En el marco del Modelo Educativo de la UABC, el profesorado se concibe como facilitador, mediador y gestor del aprendizaje, responsable de diseñar experiencias educativas pertinentes, innovadoras y alineadas con las competencias del perfil de egreso (UABC, 2018). En el nuevo plan de estudios, esta función se traduce en la planeación intencionada de unidades de aprendizaje orientadas al desarrollo de competencias, en las que el docente estructura actividades que integran saberes teóricos y prácticos, promueve el análisis interdisciplinario y vincula el aprendizaje con problemáticas reales del entorno.



Asimismo, el profesorado genera ambientes de aprendizaje activos y colaborativos mediante la implementación de estrategias de enseñanza y de aprendizaje, así como de metodologías activas como el Aprendizaje Basado en Proyectos y Problemas, el análisis de casos, el trabajo en equipo y la integración de experiencias en laboratorio, campo y contextos de vinculación. En este sentido, el docente orienta, acompaña y retroalimenta de manera continua el proceso formativo, favoreciendo la reflexión crítica, la toma de decisiones informada y la aplicación del conocimiento en situaciones auténticas. Su labor también implica el uso pedagógico de tecnologías de la información e inteligencia artificial, la promoción del aprendizaje autónomo y el desarrollo de habilidades transversales en el estudiantado.

De igual forma, el personal docente participa activamente en los procesos de evaluación del aprendizaje desde un enfoque formativo, diseñando instrumentos que permitan valorar el logro de competencias en distintos niveles de complejidad, así como en la evaluación y mejora continua del plan de estudios. Esto incluye su integración en cuerpos académicos, proyectos de investigación, actividades de vinculación y espacios colegiados, desde donde contribuye a la actualización disciplinar, la innovación educativa y la pertinencia del programa frente a las necesidades del entorno.

Por su parte, el estudiantado es concebido como un agente activo, autónomo y corresponsable de su proceso formativo, capaz de gestionar su aprendizaje, tomar decisiones informadas y participar de manera crítica en la construcción del conocimiento. En la operación del nuevo plan de estudios, este papel se materializa en su participación en experiencias de aprendizaje que demandan análisis, reflexión, colaboración y aplicación del conocimiento en contextos reales, tales como proyectos interdisciplinarios, prácticas profesionales, actividades de vinculación y otras modalidades de aprendizaje con obtención de créditos.

Esta concepción implica que el estudiantado asume un rol protagónico en la construcción de su trayectoria académica, aprovechando la flexibilidad curricular para orientar su formación de acuerdo con sus intereses y metas profesionales. Asimismo, desarrolla habilidades para aprender a aprender, trabajar en equipo, comunicarse de manera efectiva en distintos contextos y utilizar de manera crítica herramientas tecnológicas para la gestión del conocimiento.

De manera complementaria, el estudiantado participa en procesos de autoevaluación y coevaluación que fortalecen su capacidad reflexiva y su compromiso con la mejora continua, al tiempo que se involucra en experiencias de movilidad, investigación, emprendimiento y vinculación que amplían su formación y favorecen su inserción en el ámbito profesional. En este sentido, su formación no se limita al aula, sino que se construye a partir de una interacción constante con el entorno social, académico y productivo.

En este sentido, el perfil de egreso del plan de estudios no solo enuncia las competencias a desarrollar, sino que orienta de manera explícita la organización curricular, la selección de contenidos, las estrategias de enseñanza y los mecanismos de evaluación implementados a lo largo de la trayectoria formativa. De esta manera, los fundamentos filosóficos y el modelo educativo institucional se traducen en experiencias de aprendizaje concretas que permiten al estudiantado analizar, intervenir y proponer soluciones en contextos reales, asegurando la coherencia entre la intencionalidad formativa y los resultados del proceso educativo.

En congruencia con este marco filosófico y educativo, el programa educativo se articula con los referentes institucionales y organizacionales que orientan el quehacer académico de la Universidad y de la unidad académica, asegurando la coherencia entre los principios educativos y la práctica formativa.

#### **4.1. Misión y visión de la Universidad Autónoma de Baja California**

##### **Misión**

Contribuir al desarrollo inclusivo y sostenible, al bienestar de la sociedad bajacaliforniana, la nación y del planeta, a través de la formación integral de profesionistas, de investigadoras, investigadores y ciudadanía comprometida con una cultura democrática; así como a la generación y difusión de la cultura, del conocimiento y de las tecnologías (UABC, 2023, p. 20).

## **Visión 2040**

La UABC es una universidad líder e innovadora con reconocimiento a nivel nacional y global por ser un agente transformador de progreso social que contribuye a la realización plena del ser humano, al desarrollo incluyente y sostenible, a la profundización de la democracia y a la justicia social a través de la formación en licenciatura, posgrado y a lo largo de la vida, y de sus avances científicos, tecnológicos y culturales (UABC, 2023, p. 21).

## **4.2. Misión y visión de la Facultad de Ciencias Marinas**

### **Misión**

Formar profesionistas de excelencia y compromiso ético en ciencias marinas y ambientales, con un enfoque interdisciplinario que fomente el desarrollo inclusivo y genere conocimientos, tecnologías y soluciones innovadoras a los problemas ambientales y marinos, impulsando la investigación científica y tecnológica para la gestión y conservación de los recursos naturales, y promoviendo la vinculación con la sociedad, instituciones y sectores productivos para fomentar el desarrollo sostenible, contribuyendo al bienestar de la sociedad (Millán-Aguiñaga, 2024, p. 51).

### **Visión**

La Facultad de Ciencias Marinas es una unidad académica líder en educación e investigación en ciencias marinas y ambientales, reconocida a nivel nacional e internacional por su compromiso con la sostenibilidad, la innovación y la formación integral de profesionistas a nivel licenciatura y posgrado altamente capacitados que contribuyen a la conservación de los ecosistemas. Su labor contribuye a la realización plena del ser humano, al desarrollo incluyente y sostenible, siendo un referente en la generación de conocimiento interdisciplinario, la colaboración con sectores productivos y la aplicación de soluciones científicas a los desafíos ambientales, así como avances científicos y tecnológicos (Millán-Aguiñaga, 2024, p. 51).

#### **4.3. Misión, visión y objetivos del programa educativo Licenciatura en Biotecnología en Acuacultura**

##### **Misión**

Formar profesionistas de excelencia, éticamente comprometidos y con enfoque interdisciplinario en el campo de la acuacultura, capaces de diseñar, implementar, asesorar y gestionar proyectos productivos sostenibles orientados a la seguridad alimentaria y al aprovechamiento responsable de los recursos acuáticos. Se promueve la innovación, la investigación aplicada, la vinculación intersectorial y el liderazgo social mediante una educación científica, tecnológica y humanista de calidad.

##### **Visión**

El programa educativo de Biotecnología en Acuacultura es un referente en educación e investigación en producción, biotecnología, salud integral y gestión estratégica sostenible reconocido a nivel nacional por su compromiso con la sostenibilidad, la innovación y la formación integral de profesionistas a nivel licenciatura altamente capacitados que contribuyen a la seguridad alimentaria y al aprovechamiento responsable de los recursos acuáticos.

##### **Objetivo general**

Consolidar un programa educativo integral y pertinente que oriente la planeación, implementación, evaluación y mejora continua de la formación profesional en biotecnología aplicada a la acuacultura, y que promueva la excelencia académica, científica y tecnológica, con un enfoque interdisciplinario y sostenible. Este programa tiene como propósito formar profesionistas competentes para diseñar, desarrollar, gestionar e innovar procesos y proyectos acuícolas en los ámbitos productivo, biotecnológico, sanitario y empresarial, que contribuyan a la seguridad alimentaria, a la resiliencia frente al cambio climático y el aprovechamiento responsable de los recursos acuáticos. Asimismo, busca fortalecer la investigación aplicada, la transferencia de conocimiento, la economía azul y la vinculación con los sectores social, público y privado.

## **Objetivos específicos**

Contribuir a la solución de los problemas nacionales en la producción de alimentos de alta calidad, mediante el desarrollo de la biotecnología en acuicultura.

1. Fortalecer la capacidad científica y tecnológica del estudiantado para diseñar, adaptar e implementar sistemas de cultivo acuícola eficientes y sostenibles mediante el uso de herramientas de diseño y biotecnológicas avanzadas en nutrición, genética, reproducción y fisiología de organismos acuáticos, que contribuyan a la producción de alimentos de alta calidad, inocuos y sostenibles que respondan a las necesidades nacionales.
2. Desarrollar competencias especializadas en salud integral acuícola que permitan prevenir, diagnosticar y manejar enfermedades en organismos acuáticos mediante la aplicación de técnicas moleculares, histológicas, fisiológicas, inmunológicas, microbiológicas, parasitológicas. y farmacológicas, así como la implementación de programas de buenas prácticas, bioseguridad e inocuidad en los sistemas de producción, con apego a la normatividad nacional e internacional y bajo principios de bienestar animal y responsabilidad ambiental.
3. Fortalecer las capacidades analíticas y estratégicas del estudiantado para la toma de decisiones en la gestión de sistemas y proyectos acuícolas sostenibles, mediante la aplicación de herramientas de planeación, evaluación técnica, económica y ambiental, así como modelos de gobernanza, economía circular y gestión de riesgos, que optimicen los procesos productivos, incrementen la eficiencia organizacional y contribuyan a la sostenibilidad integral del sector acuícola.
4. Impulsar la investigación aplicada, la innovación y la transferencia tecnológica en biotecnología acuícola, que promueva la colaboración interinstitucional, la vinculación con los sectores productivo, público y social, y el uso de tecnologías emergentes (biotecnología, inteligencia artificial, bioinformática y automatización) para resolver problemáticas reales del sector acuícola y fortalecer su competitividad y resiliencia frente al cambio climático.

5. Contribuir activamente a la seguridad alimentaria, al desarrollo de la economía azul y al cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), mediante la formación integral de profesionistas con ética, liderazgo, pensamiento crítico y compromiso social, capaces de incidir en la transformación responsable del sector acuícola a escala regional y nacional.

La filosofía y el enfoque educativo que sustenta el programa educativo articula los principios del modelo educativo institucional con las necesidades del entorno y las características del campo profesional, consolidando una propuesta curricular pertinente, flexible e innovadora. Esta integración promueve que la formación del estudiantado no solo responda a estándares académicos de calidad, sino que también contribuya al desarrollo sostenible, la equidad social y la transformación responsable de la realidad.

## 5. Descripción de la propuesta

El programa educativo Licenciatura en Biotecnología en Acuicultura, tiene dos componentes fundamentales. El primero se mantiene en apego a la metodología curricular de la UABC basado en un modelo flexible con un enfoque en competencias. El segundo consiste en la formación sólida en las áreas de Producción Acuícola, Biotecnología, Salud Integral Acuícola y Gestión Estratégica para la Acuicultura Sostenible.

### 5.1. Etapas de formación

El plan de estudios está compuesto de tres etapas de formación donde se procura dosificar la complejidad de unidades de aprendizaje y contenidos buscando desarrollar y proporcionar al estudiantado las competencias propias de la Licenciatura en Biotecnología en Acuicultura las cuales serán verificables y extrapolables a la práctica profesional real que se gesta en el entorno, mismas que podrán ser adecuadas de acuerdo con la evolución y desarrollo de la ciencia y tecnología de su disciplina. Para cuidar la salud integral del estudiantado, se propone aumentar el número de actividades en equipo, unificar y brindar distintas opciones de evidencias, para disminuir el número de productos a entregar como parte del sistema de evaluación y trasladar la mayor carga académica in situ durante la hora de clase, taller, campo y/o laboratorio y que la actividad en horas extra clase sea poca o nula durante cada etapa de formación.

#### 5.1.1. Etapa básica

La etapa de formación básica abarca los tres primeros periodos escolares del plan de estudios e incluye 18 unidades de aprendizaje obligatorias y 1 unidad de aprendizaje optativa. Estas asignaturas contribuyen a la formación básica, elemental e integral del estudiantado, con un enfoque principalmente formativo que facilita la adquisición de conocimientos de diversas disciplinas. Este enfoque promueve competencias contextualizadoras, metodológicas, instrumentales y cuantitativas esenciales para su desarrollo.

Como parte de su estructura académica, la etapa básica incorpora un Tronco Común en Ciencias del Mar y del Ambiente, que se desarrolla durante el primer periodo escolar y establece las bases formativas compartidas entre programas de Oceanología y Licenciatura en Biotecnología. Este componente contribuye a la integración del estudiantado al entorno universitario, al desarrollo de habilidades para la vida académica y a la apropiación de fundamentos científicos esenciales para su formación. En correspondencia con el mapa curricular, esta etapa incluye unidades de aprendizaje como Matemáticas, Química, Biología, Introducción a la Acuicultura, Geomática, Física, Botánica Acuática, Zoología de Invertebrados y Geología Costera, entre otras, las cuales consolidan los fundamentos científicos necesarios para la comprensión de los sistemas acuáticos.

En esta etapa, el estudiantado deberá completar 128 créditos obligatorios y 6 créditos optativos. Desde esta etapa, el estudiantado tendrá la oportunidad de participar en cursos y actividades complementarias en áreas de deportes y cultura que fortalezcan su formación integral. De igual manera, antes de concluir la etapa básica, deberá acreditar 300 horas de servicio social comunitario, en congruencia con la normatividad institucional vigente.

En este contexto formativo inicial, el desarrollo de competencias se orienta a que el estudiantado sea capaz de *Explicar los principios biológicos, fisicoquímicos y ecológicos que sustentan la vida y la dinámica de los organismos acuáticos, mediante la observación, el análisis e integración de conocimientos científicos fundamentales, para comprender su relación con los sistemas de cultivo y su potencial para el aprovechamiento sostenible, con pensamiento crítico, responsabilidad y actitud ética hacia el ambiente.*

### **5.1.2. Etapa disciplinaria**

En la etapa disciplinaria, el estudiantado tiene la oportunidad de conocer, profundizar y enriquecerse de los conocimientos teórico-metodológicos y técnicos de la profesión orientados a un aprendizaje genérico del ejercicio profesional. Esta etapa comprende contenidos del programa y el nivel de conocimiento más complejo, desarrollándose en tres periodos intermedios. Esta etapa se compone de 21 unidades de aprendizaje: 18



obligatorias y 3 optativas, dividiendo sus créditos en 130 créditos obligatorios y 18 optativos.

De acuerdo con el mapa curricular, en esta etapa se integran unidades de aprendizaje especializadas como Bioquímica Acuícola, Microbiología, Fisiología, Sistemas en Acuicultura, Nutrición Acuícola, Genética Acuícola, Diseño Experimental en Acuicultura, Inteligencia Artificial en la Acuicultura, Economía Circular Acuícola y Procesos de Gestión Acuícola, entre otras. Estas unidades permiten la articulación de saberes científicos, tecnológicos y de gestión, fortaleciendo una visión integral del sistema productivo acuícola y su entorno socioeconómico.

En esta etapa, el estudiantado habiendo acreditado el servicio social comunitario o primera etapa, podrá iniciar su servicio social profesional al haber cubierto el 60% de avance en los créditos totales del plan de estudios y concluirlo en la etapa terminal de acuerdo con lo que establece el Reglamento de Servicio Social vigente.

Bajo esta lógica de profundización disciplinar, el estudiantado desarrolla la capacidad de *Analizar problemáticas relacionadas con la producción de organismos acuáticos de interés comercial, mediante la aplicación integrada de conocimientos de ingeniería, biotecnología, sanidad, técnicos, económicos y administrativos, para llegar a un diagnóstico de las necesidades del sector acuícola, con actitud crítica, innovadora, colaborativa, ética y compromiso social, ambiental y profesional.*

### **5.1.3. Etapa terminal**

La etapa terminal se establece en los últimos tres periodos del programa educativo, donde se refuerzan los conocimientos teórico-instrumentales específicos; se incrementan los trabajos prácticos; y se desarrolla la participación del estudiantado en el campo profesional, explorando las distintas orientaciones a través de la integración y aplicación de los conocimientos adquiridos para enriquecerse en áreas afines y poder distinguir los aspectos relevantes de las técnicas y procedimientos que el perfil profesional requiere en la solución de problemas o generación de alternativas.

Las etapas integra 12 unidades de aprendizaje obligatorias y 5 unidades de aprendizaje optativas con un total de 110 créditos, de los cuales 80 son obligatorios y 30 son optativos, además de 10 créditos obligatorios de las Prácticas Profesionales que el

estudiantado debe realizar cuando haya cubierto el 70% de los créditos del plan de estudios, según lo establecido en el Reglamento General para la Prestación de Prácticas Profesionales vigente de la UABC. En esta etapa, el estudiantado podrá realizar hasta dos proyectos de vinculación con valor en créditos con un mínimo de dos créditos optativos cada uno.

En correspondencia con el mapa curricular, esta etapa incorpora unidades de aprendizaje altamente especializadas como Biotecnología de Moluscos, Biotecnología de Peces, Biotecnología de Crustáceos, Biotecnología de Macroalgas, Sanidad e Inocuidad Acuícola, Patología y Diagnóstico Acuícola, Ingeniería de Proyectos Acuícolas, Planes de Negocios y Procesamiento de Productos Acuáticos, así como unidades integradoras y experiencias de vinculación que permiten la inserción en contextos reales del sector.

En esta fase de integración y aplicación del conocimiento, el estudiantado alcanza la competencia de *Desarrollar proyectos acuícolas sostenibles que respondan a las tendencias emergentes de la acuicultura que integren conocimientos de ingeniería, biotecnología, producción, sanidad, economía y gestión adquiridos a lo largo de la formación mediante el uso de la planeación estratégica, la economía azul, la innovación tecnológica y la toma de decisiones basadas en evidencia, de manera crítica, innovadora y estratégica, con ética profesional, liderazgo, compromiso social y responsabilidad ambiental.*

## **5.2. Descripción de las modalidades de aprendizaje y obtención de créditos, y sus mecanismos de operación**

De acuerdo con los fines planteados en el Modelo Educativo (UABC, 2018), en el Estatuto Escolar (UABC, 2021) y en la Guía Metodológica para la Creación y Modificación de los Programas Educativos (UABC, 2010) se ha conformado una gama de experiencias teórico-prácticas denominadas *Otras Modalidades de Aprendizaje y Obtención de Créditos*<sup>2</sup>, donde el estudiantado desarrolla sus potencialidades

---

<sup>2</sup> Las OMAS se acreditan conforme a la normatividad institucional vigente y con el acompañamiento de la tutoría académica, asegurando su pertinencia en función del perfil de egreso. En conjunto, contribuyen a

intelectuales y prácticas, las cuales pueden ser cursadas en diversas unidades académicas al interior de la universidad, en otras instituciones de educación superior a nivel nacional e internacional o en el sector social y productivo. Al concebir las modalidades de aprendizaje de esta manera, se obtienen las siguientes ventajas:

- a. Participación dinámica del estudiantado en actividades de interés personal que enriquecerán y complementarán su formación profesional.
- b. La formación interdisciplinaria permite el contacto directo con contenidos, experiencias, con estudiantes y docentes de otras instituciones o entidades.
- c. La diversificación de las experiencias de enseñanza-aprendizaje.

En la unidad académica, estas modalidades de aprendizaje permitirán al estudiantado inscrito en el programa educativo, la selección de actividades para la obtención de créditos que habrán de consolidar el perfil de egreso en su área de interés con el apoyo de docente o tutor. Las modalidades de aprendizaje se deberán registrar de acuerdo con el periodo establecido en el calendario escolar vigente de la UABC.

Además de las unidades de aprendizaje obligatorias y optativas, cada estudiante podrá elegir modalidades de aprendizaje como parte de su carga académica, conforme a la normativa institucional vigente tomando en consideración que las modalidades sean distintas entre sí y estén autorizadas en el proceso de tutoría académica. Existen múltiples modalidades de aprendizaje cuyas características y alcances se definen a continuación.

### **5.2.1. Unidades de aprendizaje obligatorias**

Las unidades de aprendizaje obligatorias se distribuyen en las tres etapas de formación que integran el plan de estudios y constituyen el núcleo estructural de la formación académica. Su diseño responde de manera directa y explícita a las competencias profesionales y específicas definidas en el perfil de egreso, asegurando la coherencia entre la intención formativa del programa y las experiencias de aprendizaje que el estudiantado desarrolla a lo largo de su trayectoria.

---

la flexibilidad curricular, al desarrollo de competencias profesionales en contextos diversos y al fortalecimiento de la empleabilidad del estudiantado.

En este sentido, cada unidad de aprendizaje ha sido concebida como un espacio formativo orientado al desarrollo progresivo de dichas competencias, integrando conocimientos, habilidades y actitudes que permiten al estudiantado avanzar de manera articulada desde los fundamentos disciplinares hasta la aplicación en contextos complejos. Esta alineación curricular garantiza que, en su conjunto, las unidades de aprendizaje obligatorias constituyan el principal mecanismo para el logro del perfil de egreso.

Asimismo, estas unidades deben ser cursadas y acreditadas de manera obligatoria por el estudiantado (UABC, 2018a), dado que representan los contenidos y experiencias esenciales para la formación profesional. Para este programa educativo, se integran 48 unidades de aprendizaje obligatorias, mediante las cuales el estudiantado obtiene 348 créditos de los 402 que conforman el nuevo plan de estudios, lo que evidencia su carácter central en el cumplimiento de la formación académica y profesional establecida.

### **5.2.2. Unidades de aprendizaje optativas**

Las unidades de aprendizaje optativas han sido diseñadas en correspondencia con las competencias profesionales y específicas del perfil de egreso, permitiendo al estudiantado complementar, profundizar y orientar su formación hacia áreas de interés particular dentro del campo de las Ciencias Ambientales. En este sentido, estas unidades constituyen espacios curriculares estratégicos que favorecen la especialización, la integración de saberes y la construcción de trayectorias académicas pertinentes.

Asimismo, estas unidades se caracterizan por su flexibilidad, al adaptarse al proyecto académico del estudiantado con el acompañamiento de la tutoría, ofreciendo experiencias de aprendizaje que fortalecen su desempeño profesional en contextos diversos (UABC, 2018b). A través de ellas, el estudiantado puede articular conocimientos disciplinares con intereses específicos, contribuyendo al desarrollo integral de las competencias establecidas en el perfil de egreso.

En el caso del programa educativo de Biotecnología En Acuicultura, se requiere una base amplia y sólida en ciencias biológicas, biotecnológicas, salud, ambientales y de gestión, para asegurar que todos los egresados tengan competencias esenciales, ya que el mercado laboral demanda profesionistas con competencias transversales y no

únicamente especialistas en un nicho. Por otro lado, la flexibilidad de este programa educativo no solo depende de las optativas, sino también de prácticas profesionales, proyectos de investigación, proyectos de vinculación con valor en créditos, otras modalidades de aprendizaje y movilidad académica, que permiten al estudiante orientar su perfil. Otro aspecto importante en términos de la flexibilidad es que el estudiantado ahora podrá optar por uno o varios certificados en las líneas terminales, las cuales son ciclos formativos cortos que especializan al estudiantado.

En esta propuesta curricular se integran nueve espacios optativos en el mapa curricular, distribuidos en las etapas básica, disciplinaria y terminal, lo que permite una progresión formativa coherente y alineada con los distintos niveles de complejidad del proceso de aprendizaje. Estos espacios optativos permiten curricularmente la obtención de los 54 créditos optativos que debe cumplir de acuerdo con el plan de estudio, mismo que también podrán ser acreditados con las OMAS descritas en este apartado.

### **5.2.3. Otros cursos optativos**

Los otros cursos optativos constituyen una modalidad curricular orientada a la incorporación de contenidos emergentes, innovaciones disciplinares y temas de relevancia contextual que complementan la formación del estudiantado (UABC, 2018). Estos cursos permiten mantener actualizado el plan de estudios frente a los avances científicos, tecnológicos y sociales, así como responder de manera oportuna a las demandas del entorno y del mercado laboral.

En este sentido, los otros cursos optativos amplían las posibilidades de formación al ofrecer experiencias de aprendizaje adicionales que fortalecen las competencias del perfil de egreso, particularmente en áreas de especialización, formación integral o contextualización disciplinar. Su diseño e incorporación se orienta a enriquecer la trayectoria académica del estudiantado, favoreciendo la pertinencia y actualidad del programa educativo.

Estos cursos podrán integrarse al plan de estudios conforme a los mecanismos institucionales vigentes de evaluación y aprobación académica, asegurando su calidad, pertinencia y viabilidad. Asimismo, se adscribirán a una etapa de formación específica y sus créditos serán considerados como parte de los créditos optativos correspondientes,

manteniendo la coherencia curricular del programa educativo. Estos cursos optativos se deberán registrar ante el Departamento de Apoyo a la Docencia y la Investigación del campus.

#### **5.2.4. Estudios independientes**

Su propósito es fortalecer la capacidad del estudiantado para estudiar, analizar y aplicar de manera autónoma los fundamentos teóricos y prácticos de un área específica del conocimiento relacionada con su disciplina, mediante la elaboración y ejecución de un plan de trabajo supervisado que contribuya al desarrollo de competencias propias de su perfil profesional.

Es una alternativa de realizar estudios de interés disciplinario no sujeto a la asistencia a clases ni a un programa oficial de unidad de aprendizaje. En esta modalidad, el estudiantado se responsabiliza de manera personal de realizar las actividades descritas en un plan de trabajo que elabora bajo la supervisión y visto bueno de un docente titular que fungirá como asesor. El plan de trabajo debe ser coherente y contribuir a alguna de las competencias específicas del plan de estudios en una temática en particular; las actividades contenidas en el plan de trabajo deben contribuir al logro de competencias y los conocimientos teórico-prácticos de la temática especificada.

El estudiantado podrá cursar un Estudio Independiente por periodo escolar, hasta dos a lo largo de su programa educativo. Cada Estudio Independiente tendrá un valor máximo de 6 créditos. En caso de que el estudiante no acredite el Estudio Independiente, deberá inscribirse nuevamente en el mismo estudio, registrándose como parte de su carga académica.

#### **5.2.5. Ayudantía docente**

El propósito es fortalecer en el estudiantado el desarrollo de habilidades, conocimientos y herramientas teórico-metodológicas relacionadas con la labor docente, mediante la participación en actividades de apoyo académico que contribuyan al logro de las competencias profesionales del perfil de egreso y a las competencias específicas de su plan de estudios.

La Ayudantía Docente es una modalidad de aprendizaje que permite al estudiantado participar en actividades de apoyo académico dentro de una unidad de

aprendizaje que ya hayan cursado y en la cual hayan demostrado un desempeño satisfactorio, con una calificación mínima de 80. Esta modalidad brinda al estudiante la oportunidad de desarrollar habilidades vinculadas al quehacer docente mediante acciones supervisadas, tales como brindar asesorías al grupo, apoyar en la organización y distribución de materiales, colaborar en actividades de clase y acompañar procesos académicos definidos por el docente titular. Las actividades asignadas no sustituyen las funciones del personal docente, sino que constituyen un medio formativo para que el estudiante fortalezca su aprendizaje, desarrolle competencias profesionales y adquiera experiencia en ambientes educativos de manera responsable y guiada.

El estudiantado podrá cursar una Ayudantía Docente por periodo escolar, hasta dos a lo largo de su programa educativo. Cada ayudantía tendrá un valor máximo de 6 créditos cuando la unidad de aprendizaje exceda esta cantidad.

#### **5.2.6. Ayudantía de investigación**

Su propósito es fortalecer en el estudiantado el desarrollo de habilidades, conocimientos y herramientas teórico-metodológicas propias del quehacer científico, mediante su participación en actividades de investigación que promuevan el análisis crítico de información, el manejo riguroso de fuentes bibliográficas y la organización autónoma del trabajo académico. Esta modalidad contribuye directamente al perfil de egreso y al logro de las competencias profesionales y específicas definidas en el plan de estudios.

La Ayudantía de Investigación es una modalidad de aprendizaje orientada a proporcionar experiencias formativas en el ámbito de la investigación científica. A través de su participación en proyectos de investigación registrados y dirigidos por personal académico de la Universidad o por investigadores de otras instituciones con las que exista colaboración formal, el estudiantado se integra a procesos de análisis, diseño, ejecución o sistematización propios del trabajo científico.

Esta modalidad permite que las y los estudiantes desarrollen competencias investigativas fundamentales, fortalezcan su pensamiento crítico y amplíen su comprensión de los métodos y prácticas que sustentan la generación de conocimiento científico disciplinario y multidisciplinario.

La Ayudantía de Investigación tendrá un valor máximo de 6 créditos, conforme a lo establecido en el plan de estudios del programa educativo. El estudiantado podrá cursar una ayudantía por periodo escolar y acumular hasta dos ayudantías de este tipo en su trayectoria académica.

#### **5.2.7. Ejercicio investigativo**

El propósito es favorecer en el estudiantado el desarrollo de experiencias formativas que impulsen la iniciativa, la creatividad y el pensamiento crítico mediante la aplicación de conocimientos, habilidades y actitudes disciplinares en el campo de la investigación a través del aprendizaje autogestivo. Esta modalidad contribuye directamente al perfil de egreso y al fortalecimiento de las competencias profesionales y específicas establecidas en el plan de estudios.

El Ejercicio Investigativo es una modalidad de aprendizaje orientada a promover la creatividad, la capacidad analítica y el interés por la investigación científica a través de la elaboración de una propuesta formal de investigación. En este ejercicio, el estudiantado integra los fundamentos teóricos, metodológicos y técnicos propios de su área de formación para diseñar un proyecto que responda a una problemática pertinente de su interés; se desarrolla bajo la orientación de una o un profesor-investigador, quien supervisa y valida el cumplimiento de los objetivos académicos y metodológicos establecidos.

El Ejercicio Investigativo tendrá un valor de hasta 6 créditos, de acuerdo con la carga de trabajo académico establecida en el plan de estudios y los productos requeridos. El estudiantado podrá cursar un ejercicio investigativo por periodo escolar y un máximo de dos a lo largo de su programa educativo. En caso de no acreditar la modalidad, deberá reinscribirse al mismo Ejercicio Investigativo.

#### **5.2.8. Ayudantía de laboratorio**

El propósito es fortalecer en el estudiantado el desarrollo de habilidades, conocimientos y herramientas técnico-metodológicas propias del trabajo experimental, mediante su participación en actividades de apoyo en espacios de laboratorio que contribuyan al logro de las competencias profesionales del perfil de egreso y de las competencias específicas del plan de estudios.



La Ayudantía de Laboratorio es una modalidad de aprendizaje que permite al estudiantado participar en actividades de apoyo académico en unidades de aprendizaje que presentan un predominio de horas laboratorio respecto a las horas clase, y que previamente hayan cursado y acreditado con un desempeño satisfactorio, con una calificación mínima de 80. Esta modalidad brinda al estudiantado la oportunidad de desarrollar habilidades vinculadas al trabajo experimental y técnico mediante acciones supervisadas, tales como la preparación de materiales y equipos, apoyo en la organización de prácticas, acompañamiento en la ejecución de actividades experimentales, seguimiento de protocolos, y apoyo en el manejo adecuado de insumos, instrumentos y normas de seguridad en laboratorio. Las actividades asignadas no sustituyen las funciones del personal docente, sino que constituyen un medio formativo para que el estudiantado fortalezca su aprendizaje, desarrolle competencias técnicas y metodológicas, y adquiera experiencia en ambientes de laboratorio de manera responsable, segura y guiada.

La Ayudantía de Laboratorio tendrá un valor máximo de hasta 6 créditos, conforme a lo establecido en la normatividad institucional vigente. El estudiantado podrá cursar esta modalidad conforme a las disposiciones institucionales, considerando que:

- Se podrá registrar una ayudantía por cada unidad de aprendizaje con predominio de horas laboratorio.
- Se permitirá la participación de un estudiante por grupo atendido en la unidad de aprendizaje correspondiente.
- Durante su trayectoria académica, el estudiantado podrá cursar hasta dos ayudantías, ya sea en modalidad docente, de laboratorio o una combinación de ambas, de acuerdo con la normatividad vigente.

### **5.2.9. Apoyo a actividades de extensión y vinculación**

El propósito es promover en el estudiantado experiencias formativas que fortalezcan el desarrollo de habilidades, conocimientos y herramientas teórico-metodológicas en los ámbitos de la extensión y la vinculación universitaria. Esta modalidad busca contribuir al perfil de egreso mediante la participación en actividades orientadas a la atención de la comunidad, la comunicación oral y escrita, el trabajo colaborativo en equipos

multidisciplinarios, la organización y planeación de eventos, así como otras acciones que favorezcan su integración al entorno social y profesional.

La modalidad Apoyo a Actividades de Extensión y Vinculación comprende la participación del estudiantado en acciones institucionales dirigidas a acercar el conocimiento científico, tecnológico, humanístico y cultural a los sectores social y productivo. Dichas acciones pueden involucrar actividades diversas relacionadas con la identificación de necesidades, la elaboración de propuestas, la asistencia en programas o proyectos de extensión, la interacción con comunidades y la promoción de la relación Universidad–sociedad. Estas actividades se desarrollan bajo la supervisión de una o un docente responsable y pueden estar integradas a un programa formal de vinculación, asegurando su pertinencia académica y su contribución al desarrollo de competencias profesionales.

La modalidad de Apoyo a Actividades de Extensión y Vinculación tendrá un valor de hasta 6 créditos, de acuerdo con la carga académica y los productos establecidos en el plan de trabajo. El estudiantado podrá cursar una modalidad de extensión y vinculación por periodo escolar y un máximo de dos a lo largo de su trayectoria académica, salvo disposición distinta del plan de estudios. En caso de no acreditar la modalidad, el estudiante deberá reinscribirse en el mismo proyecto registrado durante el periodo inmediato siguiente.

#### **5.2.10. Proyectos de vinculación con valor en créditos (PVVC)**

Los Proyectos de Vinculación con Valor en Créditos (PVVC) constituyen una modalidad de aprendizaje orientada a la aplicación, integración y generación de conocimientos en contextos reales, mediante la atención de problemáticas específicas del sector social, productivo o gubernamental. Su propósito es fortalecer el desarrollo de competencias del perfil de egreso a través de la participación del estudiantado en procesos de intervención, investigación aplicada, asistencia técnica o extensión de servicios, en estrecha vinculación con actores externos (UABC, 2018a).

Esta modalidad se caracteriza por su naturaleza integradora, ya que permite articular, de manera simultánea, diversas modalidades de aprendizaje asociadas al currículo, favoreciendo la consolidación de saberes teóricos, metodológicos y prácticos

en escenarios auténticos. En este sentido, los PVVC se desarrollan preferentemente en la etapa terminal del plan de estudios, cuando el estudiantado cuenta con los fundamentos disciplinares necesarios para enfrentar situaciones complejas de su campo profesional.

Los proyectos se implementan en colaboración con unidades receptoras pertenecientes a los sectores social y productivo, constituyéndose como espacios formativos donde el estudiantado participa en la solución de problemas reales o en la mejora de procesos, bajo la asesoría, supervisión y evaluación conjunta de un profesor o profesora de tiempo completo o medio tiempo de la unidad académica, así como de un profesionista designado por la instancia receptora (UABC, 2018b).

En términos de su integración académica, los PVVC podrán conformarse por al menos una modalidad de aprendizaje vinculada al currículo, tales como unidades de aprendizaje, prácticas profesionales, ejercicio investigativo, apoyo a actividades de extensión o estudios independientes, entre otras. El valor en créditos del proyecto corresponderá a la suma de los créditos de las modalidades que lo integran, más dos créditos adicionales asignados al registro del propio PVVC.

La operación de los PVVC se regirá por un conjunto de criterios y mecanismos institucionales que aseguran su pertinencia, calidad y viabilidad. Para su registro, el estudiantado deberá haber cubierto la totalidad de los créditos obligatorios de la etapa disciplinaria y contar con el servicio social profesional acreditado, o bien encontrarse inscrito en un programa de servicio social profesional con avances comprobables al momento de solicitar su incorporación al proyecto.

El desarrollo de los PVVC se realizará durante la etapa terminal del programa educativo, permitiéndose la inscripción de un proyecto por periodo escolar. Su registro deberá gestionarse en los periodos emitidos por la Coordinación General de Vinculación y Cooperación Académica (CGVCA), apoyada a nivel campus por el Departamento de Apoyo a la Extensión de la Cultura y la Vinculación (DAECV).

Cada PVVC contará con la designación de un profesor o profesora responsable, quien tendrá a su cargo la supervisión académica y el seguimiento del proyecto. La evaluación del desempeño del estudiantado será de carácter integral, considerando las valoraciones emitidas tanto por la persona supervisora en la unidad receptora como por

el profesorado responsable, así como los criterios adicionales definidos por la unidad académica.

En cuanto a la capacidad operativa, se establece que el profesorado de tiempo completo podrá fungir como responsable de hasta cinco proyectos, atendiendo un máximo de quince estudiantes en total, mientras que el profesorado de medio tiempo podrá coordinar hasta dos proyectos con un máximo de ocho estudiantes. En caso de que un proyecto exceda el número máximo de participantes, podrá asignarse más de un docente responsable. Asimismo, se recomienda formalizar convenios de vinculación con las unidades receptoras, con el fin de asegurar condiciones adecuadas para el desarrollo de las actividades formativas.

Para efectos de organización y seguimiento, los PVVC se clasifican en tres niveles, definidos en función del número de créditos, horas de dedicación y grado de integración curricular cuyas características se presentan en la Tabla 2. Esta clasificación permite diferenciar el nivel de complejidad y profundidad de la experiencia formativa, favoreciendo una progresión en el desarrollo de competencias del estudiantado.

**Tabla 2**

*Características de los niveles de PVVC.*

| Nivel | Rango en créditos* | Rango en horas por semestre** | Número de asignaturas asociadas | Prácticas Profesionales | Número de otras modalidades de aprendizaje asociadas |
|-------|--------------------|-------------------------------|---------------------------------|-------------------------|------------------------------------------------------|
| I     | 10-15              | 160-240                       | Variable                        | No aplica               | Variable                                             |
| II    | 16-20              | 256-320                       | Variable                        | Opcional                | Variable                                             |
| III   | 21-30              | 336-480                       | Variable                        | Opcional                | Variable                                             |

\*No incluye los 2 créditos del PVVC.

\*\*Calcular el número de créditos por 16 semanas.

El programa contempla la posibilidad de que el estudiantado curse un segundo PVVC, siempre que haya cumplido satisfactoriamente con el primero y que, en sus dos periodos escolares previos, no presente asignaturas reprobadas y mantenga un desempeño académico mínimo de 80 en evaluación ordinaria. Este segundo proyecto deberá registrarse en un periodo posterior a la conclusión del primero, privilegiando aquellos de mayor complejidad e integración como aquellos de nivel III. A continuación,

se presentan ejemplos<sup>3</sup> de PVVC para el nuevo plan de estudios de la Licenciatura en Biotecnología en Acuicultura.

### PVVC Nivel 3

**Nombre del Proyecto:** Proyecto de acuicultura en baja ornamentals.

**Descripción:** Proyecto de vinculación con valor en créditos y prácticas profesionales en baja ornamentals.

**Competencia General del Proyecto:** Formular un proyecto que incida en los sistemas acuícolas de la unidad receptora a través de la estancia profesional mediante investigación aplicada y desarrollo de estrategias de biotecnología con innovación, responsabilidad y ética profesional.

**Duración:** 4 meses.

**Tabla 3**

*Proyecto de acuicultura en baja ornamentales.*

| Modalidades de Aprendizaje:                                       | Créditos | Carácter    |
|-------------------------------------------------------------------|----------|-------------|
| Unidad de Aprendizaje: Instrumentación Básica para la Acuicultura | 5        | Optativo    |
| Unidad de Aprendizaje: Tópicos de Zoología de Invertebrados       | 6        | Optativo    |
| Unidad de Aprendizaje: Procesos de Gestión Acuícola               | 5        | Obligatorio |
| Prácticas profesionales                                           | 10       | obligatorio |
| PVVC: Proyecto de acuicultura en baja ornamentals                 | 2        | Obligatorio |
| <b>Total:</b>                                                     | 28       |             |

Fuente: Elaboración propia.

### PVVC Nivel 3

**Nombre del Proyecto:** Proyecto de promoción acuícola en madre restaurante.

**Descripción:** Proyecto de vinculación con valor en créditos y prácticas profesionales en madre restaurante.

**Competencia General del Proyecto:** Formular un proyecto que incida en los sistemas acuícolas de la unidad receptora a través de la estancia profesional mediante

---

<sup>3</sup> Estos ejemplos de PVVC atiende a las nuevas características del plan de estudios y puede formalizarse cuando el nuevo plan de estudios entre en operación.

investigación aplicada y desarrollo de estrategias de biotecnología con innovación, responsabilidad y ética profesional.

**Duración:** 4 meses

**Tabla 4**

*Proyecto de promoción acuícola en madre restaurante*

| Modalidades de Aprendizaje:                                                           | Créditos | Carácter    |
|---------------------------------------------------------------------------------------|----------|-------------|
| Unidad de Aprendizaje: Instrumentación Básica para la Acuicultura                     | 5        | Optativo    |
| Unidad de Aprendizaje: Fundamentos de la Resiliencia de los Sistemas Socio ecológicos | 6        | Optativo    |
| Unidad de Aprendizaje: Divulgación Científica                                         | 5        | Optativo    |
| Prácticas profesionales                                                               | 10       | obligatorio |
| PVVC: Proyecto de promoción acuícola en madre restaurante                             | 2        | Obligatorio |
| <b>Total:</b>                                                                         | 28       |             |

Fuente: Elaboración propia.

### **PVVC Nivel 3**

**Nombre del Proyecto:** Proyecto de efecto de pesticidas en la respuesta inmune del ostión.

**Descripción:** Este proyecto pretende evaluar el efecto del uso de pesticidas agrícolas en la respuesta inmune del ostión japonés a través de la evaluación de presencia ausencia mediante marcadores moleculares y técnicas de biología molecular como PCR.

**Competencia General del Proyecto:** Cultivar ostión japonés desde la fecundación in vitro hasta la engorda de semilla para ser utilizado como insumo acuícola, mediante el uso de protocolos establecidos, con actitud proactiva, responsabilidad y compromiso.

**Duración:** 4 meses.

**Tabla 5**

*Proyecto de efecto de pesticidas en la respuesta inmune del ostión*

| <b>Modalidades de Aprendizaje:</b>                                       | <b>Créditos</b> | <b>Carácter</b> |
|--------------------------------------------------------------------------|-----------------|-----------------|
| Unidad de Aprendizaje: Cultivo de larvas de especies marinas             | 6               | Optativo        |
| Unidad de Aprendizaje: Ayudantía en Laboratorio de Moluscos Bivalvos     | 5               | Optativo        |
| Unidad de Aprendizaje: Proyecto de Cultivo de Moluscos Marinos           | 2               | Optativo        |
| Prácticas profesionales                                                  | 10              | obligatorio     |
| PVVC: Proyecto de efecto de pesticidas en la respuesta inmune del ostión | 2               | Obligatorio     |
| <b>Total:</b>                                                            | 25              |                 |

Fuente: Elaboración propia.

### **5.2.11. Programa de emprendedores universitarios**

El propósito es fortalecer en el estudiantado las habilidades de emprendimiento y liderazgo para crear y establecer una empresa. Con esta modalidad se busca apoyar a aquellos estudiantes que manifiesten inquietudes con proyectos innovadores por medio de un análisis del perfil emprendedor, la formulación de un plan de negocios, orientación para apoyo financiero y su validación académica, entre otros. El producto es la creación de una empresa que cumpla con tres criterios: (1) demostrar la viabilidad del negocio mediante el Business Canvas Model e incluir el Plan de Negocios elaborado con metodología de la Incubadora Cimarrones Emprendedores UABC; (2) realizarse con la participación de hasta 4 alumnos adicionales que fungirán como socios, con proporción no menor a 20% cada uno y; (3) establecer la empresa mediante el acta constitutiva certificada por notario público y registro ante SAT.

La modalidad de Actividades para Emprendimiento podrá otorgar hasta seis créditos, de acuerdo con lo establecido en el plan de estudios y en la normatividad vigente. Dado que el proceso de creación y constitución formal de una empresa puede extenderse por más de un semestre, se recomienda que el proyecto sea registrado en SIMA únicamente cuando exista la certeza de que se completará el proceso, o bien cuando la empresa ya se encuentre establecida. Esto con el fin de evitar retrasos en la acreditación o la reprobación de la modalidad.

La acreditación estará sujeta a la entrega y validación de todos los productos requeridos, incluyendo el Business Model Canvas, el Plan de Negocios, la constitución

legal de la empresa y el registro fiscal correspondiente, así como el cumplimiento de las actividades académicas y asesorías establecidas.

#### **5.2.12. Unidades de aprendizaje por asesoría académica**

El propósito es brindar al estudiantado una alternativa formativa que garantice la continuidad de su trayectoria académica mediante el acompañamiento docente en el desarrollo de unidades de aprendizaje obligatorias u optativas que, por condiciones de oferta académica, no se encuentren disponibles en el periodo correspondiente, contribuyendo al logro oportuno de las competencias del perfil de egreso.

Las Unidades de Aprendizaje por Asesoría Académica constituyen una modalidad de aprendizaje orientada a atender situaciones excepcionales en las que el estudiantado requiere cursar una unidad de aprendizaje obligatoria u optativa del plan de estudios que ha sido previamente autorizada por la unidad académica y que no se encuentra ofertada en el semestre en que se solicita.

Esta modalidad se desarrolla bajo un esquema de acompañamiento académico personalizado, en el cual el profesorado responsable orienta, supervisa y evalúa el proceso de aprendizaje del estudiantado, asegurando el cumplimiento de los contenidos, objetivos y competencias establecidos en el programa de la unidad de aprendizaje correspondiente. Su implementación permite garantizar la continuidad académica, evitar rezagos en la trayectoria escolar y favorecer el avance oportuno hacia el egreso, manteniendo la calidad y rigor académico del proceso formativo.

Las unidades de aprendizaje cursadas bajo esta modalidad conservarán el valor en créditos establecido en el plan de estudios para cada unidad de aprendizaje correspondiente, ya sea obligatoria u optativa; cada estudiante podrá darse de alta en un máximo de dos unidades de aprendizaje por asesoría académica por semestre. Esta modalidad deberá solicitarse mediante oficio utilizando el formato vigente, con la información capturada por el profesorado responsable (nunca por el estudiantado), dirigido al Departamento de Apoyo a la Extensión de la Cultura y la Vinculación (DAECV) del campus correspondiente.



### **5.2.13. Actividades para la formación en valores**

El propósito es fortalecer en el estudiantado la reflexión ética y axiológica mediante la participación en actividades que promuevan la vivencia y práctica de los valores universales y de la comunidad universitaria, contribuyendo así a su formación integral como personas, ciudadanos y profesionistas con responsabilidad social y sentido ético.

Esta modalidad busca propiciar espacios de aprendizaje y convivencia en los que las y los estudiantes reflexionen sobre los valores éticos y universales que orientan la conducta humana y la vida social. A través de experiencias formativas, de servicio, diálogo y trabajo colaborativo, se fomenta la práctica de los valores fundamentales de la Universidad Autónoma de Baja California —confianza, democracia, honestidad, humildad, justicia, lealtad, libertad, perseverancia, respeto, responsabilidad y solidaridad, promoviendo así el desarrollo de una conciencia ética que fortalezca su compromiso ciudadano y profesional.

La modalidad de Actividades para la Formación en Valores otorga un valor de 6 créditos, los cuales podrán acreditarse exclusivamente durante la etapa básica del programa educativo. El otorgamiento de estos créditos no se rige por el esquema tradicional de “ocho actividades por un crédito”, debido a que esta modalidad corresponde a un proceso formativo integral, orientado a la reflexión ética, la vivencia de valores y la participación en experiencias comunitarias y colaborativas.

Los 6 créditos se acreditarán una vez que el estudiante: (1) participe en las actividades programadas por la unidad académica; (2) cumpla con la asistencia y los productos formativos o evidencias establecidas; y (3) · Sea evaluado conforme a los criterios definidos para la modalidad.

Adicionalmente, cada una de las unidades de aprendizaje contemplan en forma explícita las actitudes y los valores con los que se aplicará el conocimiento de éstas y se generarán actitudes que contribuyan al fomento y formación de valores éticos y profesionales en el estudiantado. Para el nuevo plan de estudios se continuará la promoción de actividades relacionadas a la promoción y formación de valores:

*Pláticas acerca de violencia de género y mecanismos internos de denuncia:*

- Sensibilización de género
- Acoso y hostigamiento sexual

#### *Conmemoración de Días Internacionales*

- De la mujer
- Eliminación de la violencia contra la mujer
- Concientización sobre el autismo
- Prevención del suicidio
- Jornada de valores

#### *Pláticas para el bienestar y salud mental*

- Ansiedad y el manejo de las emociones
- Sexualidad consentida
- Cyberbullying
- Automotivación

### **5.2.14. Movilidad e intercambio estudiantil**

El propósito es fortalecer la formación integral del estudiantado mediante su participación en experiencias académicas en otras instituciones de educación superior, nacionales o extranjeras, que contribuyan al desarrollo de competencias profesionales, interculturales y de adaptación a contextos diversos, en correspondencia con el perfil de egreso del programa educativo.

La movilidad e intercambio estudiantil es una modalidad de aprendizaje que permite al estudiantado cursar unidades de aprendizaje, realizar prácticas profesionales u otras actividades académicas en instituciones de educación superior distintas a su unidad académica de origen, ya sea en el ámbito intrainstitucional (entre programas, unidades académicas o dependencias de la UABC) o interinstitucional (en instituciones nacionales o extranjeras).

Esta modalidad incluye tanto esquemas de movilidad como de intercambio estudiantil, entendiéndose este último como una forma de movilidad que implica, de manera esencial, una acción recíproca entre instituciones. A través de estas experiencias, el estudiantado tiene la oportunidad de integrarse a contextos académicos, culturales y profesionales distintos, favoreciendo la adquisición de nuevas competencias, el fortalecimiento de la autonomía, la capacidad de adaptación y la maduración personal y académica (UABC, 2018b).

La movilidad interuniversitaria permite al estudiantado cursar unidades de aprendizaje en otras unidades académicas de la propia Universidad, así como participar en proyectos académicos o de investigación, aprovechando los recursos institucionales disponibles. Por su parte, la movilidad interuniversitaria se desarrolla mediante convenios de colaboración establecidos con instituciones de educación superior nacionales e internacionales, lo que posibilita el reconocimiento académico de las actividades realizadas a través de equivalencias, conversión o transferencia de créditos.

La operación de esta modalidad se sustenta en los mecanismos institucionales de vinculación y cooperación académica, a través de los cuales se promueven convocatorias, programas de intercambio y esquemas de acompañamiento al estudiantado. En este sentido, las unidades académicas fomentan activamente la participación en programas de movilidad, estableciendo estrategias que favorezcan el acceso, permanencia y aprovechamiento de estas experiencias formativas.

Las actividades realizadas en el marco de la movilidad e intercambio estudiantil podrán ser acreditadas mediante equivalencias, conversión o transferencia de créditos, conforme a la normatividad institucional vigente y a los dictámenes académicos correspondientes.

El número de créditos a otorgar dependerá de las unidades de aprendizaje cursadas, las actividades realizadas y su correspondencia con el plan de estudios del programa educativo. La acreditación estará sujeta a la validación por parte de la unidad académica, asegurando la pertinencia, equivalencia y calidad académica de las experiencias formativas desarrolladas.

En las Tablas 6 y 7 se muestran algunas universidades con las que la UABC mantiene convenio y donde se puede promover la movilidad del estudiantado de la Licenciatura en Biotecnología en Acuicultura.

**Tabla 6**

*Universidades de países extranjeros con las que la Facultad de Ciencias Marinas establece convenios para movilidad.*

| <b>País</b>   | <b>Institución</b>                        |
|---------------|-------------------------------------------|
| Austria       | Johannes Kepler University Linz           |
| Austria       | University of Innsbruck                   |
| Brasil        | Universidade Federal de Santa Catarina    |
| Chile         | Universidad Católica del Norte            |
| Chile         | Universidad de Valparaíso                 |
| Chile         | Universidad del Viña del Mar              |
| Colombia      | Universidad de Antioquia                  |
| Colombia      | Universidad del Magdalena                 |
| Corea del Sur | Dankook University                        |
| España        | Universidad de Cádiz                      |
| España        | Universidad de la Coruña                  |
| España        | Universidad de Las Palmas de Gran Canaria |
| España        | Universidad de Vigo                       |
| España        | Universidad Politécnica de Valencia       |
| España        | Universidad Católica de Murcia            |
| Perú          | Universidad Nacional Mayor de San Marcos  |
| Uruguay       | Universidad de la República de Uruguay    |

Fuente: <https://cgvca.uabc.mx/home/es/convocatoria/convocatorialicenciatura/2026-1/>

**Tabla 7**

*Universidades de México con las que se establecen convenios para movilidad*

| <b>Estado</b>       | <b>Institución</b>                          |
|---------------------|---------------------------------------------|
| Baja California Sur | Universidad Autónoma de Baja California Sur |
| Nayarit             | Universidad Autónoma de Nayarit             |
| Oaxaca              | Universidad del Mar                         |
| Sinaloa             | Universidad Autónoma de Sinaloa             |
| Sonora              | Instituto Tecnológico de Sonora             |
| Tabasco             | Universidad "Juárez" Autónoma de Tabasco    |
| Veracruz            | Universidad Veracruzana                     |
| Yucatán             | Universidad Autónoma de Yucatán             |

Fuente: <https://cgvca.uabc.mx/home/es/convocatoria/convocatorialicenciatura/2026-1/>

### **5.2.15. Actividades artísticas, culturales y deportivas**

El propósito es brindar al estudiantado experiencias formativas que fortalezcan su desarrollo integral mediante la participación en actividades artísticas, culturales y deportivas. Esta modalidad busca fomentar la creatividad, la apreciación estética, la

expresión artística, la identidad cultural, el trabajo colaborativo y la formación de hábitos de vida saludable, contribuyendo al desarrollo de competencias personales y profesionales acordes al perfil de egreso.

Las Actividades Artísticas, Culturales y Deportivas constituyen una modalidad formativa orientada a promover la participación del estudiantado en acciones relacionadas con el arte, la cultura y el deporte. Estas actividades incluyen talleres, grupos artísticos, programas de promoción cultural, prácticas deportivas y otros espacios que fortalecen las capacidades creativas, expresivas y físicas de quienes participan. El estudiantado puede cursar esta modalidad en su unidad académica de adscripción o en otras unidades académicas de la UABC, de acuerdo con la oferta institucional y la programación de actividades curriculares establecidas.

La obtención de créditos dependerá del tipo de actividad cursada.

- a. Actividades Complementarias de Formación Integral (I, II y III):
  - Se otorga 1 crédito por cada ocho actividades complementarias registradas en el carnet correspondiente.
  - Se pueden obtener hasta 2 créditos por periodo escolar mediante esta vía.
- b. Actividad Deportiva I y II / Actividad Cultural I y II:
  - Se podrá obtener crédito siempre y cuando:
  - La participación sea individual.
  - La actividad no haya sido acreditada previamente por otra modalidad.
  - Exista aprobación del comité de la unidad académica.
  - La actividad esté debidamente registrada y avalada por la UABC.
- c. Cursos acreditables de la Facultad de Artes y la Facultad de Deportes:
  - El estudiantado puede cursar actividades ofertadas por estas facultades para la obtención de créditos, conforme a la normatividad vigente.

#### **5.2.16. Cursos intersemestrales**

Su objetivo es ofrecer al estudiantado la oportunidad de cursar unidades de aprendizaje obligatorias u optativas en un periodo intersemestral, con el propósito de favorecer el

avance en su trayectoria académica y la regularización de su plan de estudios, conforme a la normatividad universitaria vigente.

Esta modalidad de aprendizaje se desarrolla en periodos intersemestrales y permite al estudiantado cursar unidades de aprendizaje con una carga intensiva y concentrada; está orientada a facilitar la continuidad académica, el aprovechamiento del tiempo entre ciclos escolares y la optimización del avance curricular. Por sus características, los cursos intersemestrales se imparten con un máximo de cinco horas presenciales por día, incluyendo actividades de clase, laboratorio o taller; no aplican para unidades de aprendizaje que contemplen prácticas de campo, y se ofertan bajo un esquema autofinanciable, conforme a lo establecido en el Estatuto Escolar de la UABC.

El estudiantado interesado deberá cumplir con los requisitos académicos y administrativos determinados por la unidad académica correspondiente, pudiendo cursar hasta dos unidades de aprendizaje por periodo intersemestral, de acuerdo con las disposiciones institucionales; y obtendrá el número de créditos correspondiente a cada unidad de aprendizaje inscrita, conforme al plan de estudios de su programa educativo.

La acreditación de los créditos se otorgará una vez que el o la estudiante cumpla con los criterios de evaluación establecidos por el docente y apruebe el curso intersemestral. Los cursos intersemestrales no modifican el valor crediticio de las unidades de aprendizaje, dado que se rigen por los mismos programas, cargas horarias y criterios académicos establecidos para los periodos semestrales ordinarios.

#### **5.2.17. Servicio social comunitario y profesional**

La Universidad Autónoma de Baja California, con fundamento en su Reglamento de Servicio Social vigente, establece como requisito para el estudiantado de licenciatura la realización del servicio social en dos etapas: comunitaria y profesional. Estas etapas tienen como propósito contribuir a la formación integral del estudiantado mediante la aplicación de conocimientos en beneficio de la sociedad, particularmente de los sectores en condición de vulnerabilidad.

La primera etapa, denominada servicio social comunitario, comprende un mínimo de 300 horas y está orientada al fortalecimiento de la formación valoral y el compromiso social del estudiantado. De acuerdo con el reglamento, esta etapa puede iniciarse desde

el ingreso a la universidad y se recomienda su realización durante la etapa básica del programa educativo. Asimismo, se establece que, al alcanzar el 40% de los créditos del plan de estudios sin haber acreditado esta etapa, la carga académica se verá limitada conforme a la normatividad institucional.

La segunda etapa, denominada servicio social profesional, comprende un mínimo de 480 horas, con una duración no menor a seis meses, y está orientada a la aplicación de conocimientos, habilidades y competencias propias del perfil profesional. Esta etapa podrá iniciarse una vez que el estudiantado haya acreditado el servicio social comunitario y cubierto al menos el 60% de los créditos del plan de estudios, en concordancia con lo establecido en el reglamento vigente.

La operación del servicio social en ambas etapas será responsabilidad de la unidad académica, la cual se encargará de la planeación, asignación, supervisión, evaluación y acreditación de las actividades realizadas, en coordinación con las unidades receptoras de los sectores público, social y productivo. Para su realización, el estudiantado deberá cumplir con los requisitos institucionales, incluyendo la acreditación del taller de inducción, la asignación formal a un programa registrado y la entrega de informes de actividades debidamente validados.

#### **5.2.18. Prácticas profesionales**

Las prácticas profesionales constituyen una estrategia formativa orientada a la aplicación de conocimientos, habilidades y actitudes en contextos reales del ámbito laboral, contribuyendo al fortalecimiento de la formación integral del estudiantado y a su vinculación con los sectores social, productivo y gubernamental.

De acuerdo con el Reglamento General para la Prestación de Prácticas Profesionales de la Universidad Autónoma de Baja California, estas actividades podrán realizarse en unidades receptoras debidamente registradas, tales como organismos públicos, privados o sociales, cuyas funciones se relacionen con el campo disciplinar del programa educativo. Asimismo, podrán iniciarse una vez que el estudiantado haya cubierto aproximadamente el 70% de los créditos del plan de estudios, en concordancia con la normatividad institucional vigente.

Para el caso específico de la Licenciatura en Biotecnología en Acuicultura, las

prácticas profesionales contemplan un total de 320 horas, cuya acreditación otorga 10 créditos de carácter obligatorio dentro del plan de estudios. Estas se desarrollan bajo esquemas de supervisión y evaluación conjunta entre la unidad académica y la unidad receptora, mediante el cumplimiento de actividades previamente definidas, así como la entrega de informes y evidencias de desempeño debidamente validadas.

Desde una perspectiva formativa y de vinculación, las prácticas profesionales representan una oportunidad estratégica para la inserción temprana del estudiantado en el ámbito laboral, al permitirle integrarse a equipos de trabajo, conocer dinámicas institucionales, aplicar conocimientos en situaciones reales y establecer redes de contacto profesional. En este sentido, el programa educativo promoverá su realización en sectores estratégicos del ámbito ambiental, favoreciendo el desarrollo de experiencia práctica, el fortalecimiento del perfil profesional y una transición progresiva hacia el ejercicio laboral.

La planeación, asignación, seguimiento, evaluación y acreditación de las prácticas profesionales será responsabilidad de la unidad académica, en coordinación con las unidades receptoras, asegurando que las actividades realizadas contribuyan al desarrollo de competencias profesionales y respondan a las necesidades del entorno. Las prácticas profesionales consolidan un componente formativo clave del plan de estudios, al articular la formación académica con la experiencia laboral, fortalecer la empleabilidad del estudiantado y contribuir a su desempeño eficaz en contextos socioambientales complejos.

#### **5.2.19. Lengua extranjera**

Los criterios establecidos para acreditar el dominio de una segunda lengua se fundamentan en la visión de la UABC, que reconoce la necesidad del bilingüismo para competir en un contexto global. Por ello, y en consonancia con lo estipulado en los planes de estudio de la Facultad de Ciencias Marinas, se ha definido un nivel de competencia específico que garantice que los futuros profesionistas posean las herramientas lingüísticas necesarias. Este estándar no solo busca cumplir con un requisito curricular, sino que es un elemento clave para robustecer su formación,



asegurando una movilidad académica y profesional efectiva, y favoreciendo su incorporación al mercado laboral con una visión amplia y competitiva, tal como lo establece el modelo educativo institucional. Las opciones definidas son las siguientes:

1. Quedar asignado en al menos el nivel A2 del Marco Común Europeo de Referencia para las Lenguas (MCER), en el examen diagnóstico de lengua extranjera aplicado por la Facultad de Idiomas de la UABC.
2. Constancia de acreditación de al menos el nivel A2 del Marco Común Europeo de Referencia (MCER) para las Lenguas, o su equivalente, en el examen TOEFL-iBT, TOEFL-ITP, o IELTS, cursos en la unidad académica o en el Centro de Educación Continua de la UABC, con una vigencia no mayor a 2 años, que acrediten el nivel A2 referido.
3. Estancias internacionales autorizadas por la unidad académica, con duración mínima de tres meses en un país con lengua oficial distinta al español, y con evidencia de un desempeño satisfactorio en asignaturas cursadas en idioma distinto al español.
4. En los casos no previstos en los incisos anteriores, la acreditación de la segunda lengua se puede realizar mediante gestión ante la unidad académica.

El cumplimiento por parte del estudiante en alguna de las opciones señaladas anteriormente dará lugar a la expedición de una constancia de acreditación de lengua extranjera emitida por la Facultad de Ciencias Marinas o la Facultad de Idiomas de la UABC.

### **5.3. Titulación**

La obtención del título profesional en la Universidad Autónoma de Baja California se rige por lo establecido en el Estatuto Escolar vigente, el cual regula el proceso de otorgamiento de títulos a quienes han concluido la totalidad de los créditos del plan de estudios y cumplido con los demás requisitos académicos e institucionales aplicables. Asimismo, el proceso de titulación se sujeta a lo dispuesto en el Reglamento General de

Exámenes Profesionales y Estudios de Posgrado, que establece las condiciones, procedimientos y modalidades mediante las cuales el estudiantado podrá demostrar el logro de las competencias adquiridas durante su formación profesional.

En este marco normativo, las personas egresadas de la Licenciatura en Biotecnología en Acuicultura deberán cumplir con los requisitos establecidos en la normatividad universitaria vigente, así como con los lineamientos específicos definidos por la unidad académica correspondiente, a fin de obtener el título profesional.

Con el propósito de favorecer la eficiencia terminal y ofrecer alternativas pertinentes para la culminación del proceso formativo, la Universidad contempla diversas modalidades de titulación, las cuales permiten al estudiantado acreditar, desde distintos enfoques, el dominio de conocimientos, habilidades y competencias profesionales desarrolladas a lo largo de su trayectoria académica. Entre dichas modalidades se encuentran:

- Obtener la constancia de presentación y acreditación del Examen General de Egreso de Licenciatura (EGEL) aplicado por el Centro Nacional de Evaluación para la Educación Superior (CENEVAL), o su equivalente autorizado por el H. Consejo Universitario.
- Haber alcanzado un promedio general mínimo de 90 al concluir los estudios profesionales.
- Haber cubierto el total de los créditos de una especialidad o al menos el 50% de los créditos de una maestría en un área del conocimiento afín.
- Comprobar el desempeño del ejercicio o práctica profesional por un periodo mínimo acumulado de dos años, conforme a los criterios establecidos por la unidad académica.
- Aprobar el informe o memoria de la prestación del servicio social profesional.
- Presentar y aprobar una tesis profesional, desarrollada con base en el método científico y conforme a los lineamientos metodológicos establecidos.
- Titulación por proyecto, mediante la presentación de un informe derivado de actividades de vinculación con la sociedad, particularmente aquellas desarrolladas en el marco de Proyectos de Vinculación con Valor en Créditos (PVVC).

- Titulación automática para egresados y egresadas de programas educativos reconocidos como de calidad por organismos acreditadores o evaluadores externos, como COPAES o CIEES, conforme a la normatividad vigente.

Estas modalidades de titulación aseguran que las personas egresadas demuestren de manera formal el logro del perfil de egreso, al tiempo que ofrecen flexibilidad para que el proceso de titulación responda a sus trayectorias académicas y experiencias profesionales, fortaleciendo su inserción en el ámbito laboral y su contribución al desarrollo sustentable. De acuerdo con el Reglamento General de Exámenes Profesionales, el proceso de titulación podrá incluir, según la modalidad elegida, la presentación de un examen profesional, el cual tiene como finalidad valorar de manera integral los conocimientos generales del sustentante y su capacidad para aplicarlos en la resolución de problemáticas propias de su campo disciplinar.

## **5.4. Requerimientos y mecanismos de implementación**

### **5.4.1. Difusión del programa educativo**

La difusión del programa educativo constituye un componente estratégico para asegurar la captación de aspirantes con perfiles acordes a las características del plan de estudios, así como para posicionar la oferta académica en el ámbito regional y nacional. En este sentido, la unidad académica implementa un conjunto de mecanismos de promoción institucional que permiten comunicar de manera efectiva las características, fortalezas y oportunidades formativas del programa.

Los mecanismos de difusión se desarrollan a través de acciones presenciales y digitales, orientadas a brindar información oportuna y pertinente a estudiantes de niveles educativos previos, así como a personas interesadas en cursar el programa educativo.

#### **Mecanismos de difusión**

##### **1. Participación en eventos institucionales y de promoción educativa**

Se participa de manera activa en eventos organizados por la Universidad Autónoma de Baja California, como ExpoProfesiones, así como en ferias educativas y actividades de promoción organizadas por instituciones de educación

media superior, con el propósito de difundir la oferta académica, el perfil de ingreso, el campo profesional y las características del programa educativo.

## **2. Recorridos y visitas guiadas a la unidad académica**

Se realizan visitas programadas dirigidas a estudiantes de educación media superior, en las cuales se presentan las instalaciones, laboratorios, infraestructura y recursos académicos disponibles, así como las actividades formativas que se desarrollan en el programa, favoreciendo una experiencia directa con el entorno universitario.

## **3. Atención personalizada a aspirantes**

Se brinda orientación individual a personas interesadas en el programa educativo, a través de asesorías presenciales y virtuales, con el objetivo de resolver dudas sobre el proceso de ingreso, la estructura curricular, el perfil profesional y las oportunidades de desarrollo académico y laboral.

## **4. Difusión a través de medios digitales institucionales**

La unidad académica utiliza plataformas digitales para la promoción continua del programa educativo, mediante la publicación de información actualizada, contenidos académicos, actividades institucionales y experiencias del estudiantado. Los principales medios de difusión son:

- Página web oficial de la Facultad: <http://fcm.ens.uabc.mx/>
- Facebook: [https://www.facebook.com/facultad.cienciasmarinas/?locale=es\\_LA](https://www.facebook.com/facultad.cienciasmarinas/?locale=es_LA)
- Instagram: <https://www.instagram.com/facultadcienciasmarinas/>
- YouTube: <https://www.youtube.com/@facultad.cienciasmarinas>

### **5.4.2. Descripción de la planta académica**

La actual planta académica que atiende el programa educativo posee la capacidad operativa y la especialización requeridas para atender la demanda derivada de la actualización curricular. Está conformada por 159 profesoras y profesores, de los cuales 46 son Profesores de Tiempo Completo (PTC) adscritos al programa, 10 Técnicos Académicos, 2 Técnicos Académicos de Medio Tiempo, 103 Profesores de Asignatura. De los PTC el 85% cuenta con reconocimiento SNII y el 85% cuentan con perfil deseable.

El número y grado académico de los profesores, se muestra en las Tablas 8 y 9.

**Tabla 8**

*Grado y número de docentes en la Facultad de Ciencias Marinas.*

| <b>Grado</b> | <b>Cantidad</b> |
|--------------|-----------------|
| Doctorado    | 106             |
| Maestría     | 39              |
| Licenciatura | 14              |
| <b>Total</b> | <b>159</b>      |

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 9**

*Perfil de la planta docente de tiempo completo de la Facultad de Ciencias Marinas.*

| <b>Núm. Empleado</b> | <b>Nombre completo</b>           | <b>Grados académicos</b>                                                      | <b>Institución de egreso del último grado</b> |
|----------------------|----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| 32697                | Juan Gabriel Correa Pérez        | Ingeniero Civil, Oceanografía Física Química Y Geológica, Oceanografía Física | CICESE                                        |
| 32986                | Salvador Villasuso Palomares     | Ingeniero Agroindustrial, Acuicultura, Acuicultura                            | CICESE                                        |
| 18224                | Patricia Alvarado Graef          | Oceanólogo, Oceanografía Costera, Oceanografía Costera                        | UABC                                          |
| 22119                | Mónica Torres Beltrán            | Oceanólogo, Oceanografía Costera, Microbiology And Immunology                 | Universidad de British Columbia, Canadá       |
| 22657                | José Angel Olivas Valdez         | Ingeniero En Acuicultura, Orientación En Acuicultura, Acuicultura             | CICESE                                        |
| 23821                | Marlene Nohemi Cardoza Contreras | Ingeniero Bioquímico, Ingeniería De Materiales, Ingeniería De Materiales      | UNAM                                          |
| 27701                | Viridiana Evangelista Hernández  | Ciencias Químicas, Ciencias En Física, Física De Materiales                   | CICESE                                        |
| 27709                | Fernando Barreto Curiel          | Oceanólogo, Biotecnología Marina, Biología Molecular                          | UCOL                                          |
| 28293                | Jorge Manuel López Calderón      | Oceanólogo, Oceanografía Costera, Ciencias Marinas Y                          | UABCS                                         |

| Núm. Empleado | Nombre completo                     | Grados académicos                                                                             | Institución de egreso del último grado |
|---------------|-------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|
|               |                                     | Costeras C/O En Manejo Sustentable                                                            |                                        |
| 29035         | Mauro Wilfrido Santiago Garcia      | Oceanólogo, Oceanografía Física , Oceanografía Física                                         | CICESE                                 |
| 32054         | Angelica María Romero Arteaga       | Físico, Oceanología, Oceanografía Costera                                                     | UABC                                   |
| 32747         | Alejandra De Jesús Castillo Ramírez | Oceanólogo, Oceanografía Costera, Oceanografía Costera                                        | UABC                                   |
| 15730         | Luis Javier Villegas Vicencio       | Físico, Óptica, Óptica                                                                        | CICESE                                 |
| 18581         | Beatriz Martín Atienza              | Ciencias Físicas, Na, Ciencias Físicas                                                        | CICESE                                 |
| 20175         | Bernardino Ricardo Eaton González   | Biólogo, Ciencias , Ciencias                                                                  | CICESE                                 |
| 22325         | Hiram Rivera Huerta                 | Oceanólogo, Manejo De Ecosistemas De Zonas Áridas, Medio Ambiente Y Desarrollo                | UABC                                   |
| 23584         | Sorayda Aime Tanahara Romero        | Oceanólogo, Oceanografía Física, Ciencias Ambientales                                         | Universidad Paris IV, FRANCIA          |
| 24461         | Violeta Zetzangari Fernández Díaz   | Oceanólogo, Oceanografía Costera, Ingeniería                                                  | UNAM                                   |
| 25087         | Karina Del Carmen Lugo Ibarra       | Oceanólogo, Oceanografía Costera, Oceanografía Costera                                        | UABC                                   |
| 27521         | Ana Laura Flores Morales            | Física, Oceanografía Física, Oceanografía Física                                              | CICESE                                 |
| 27632         | Rodrigo Beas Luna                   | Biología, Ecología Marina, Ecology And Evolutionary Biology, Ecology And Evolutionary Biology | UCSC, EUA                              |
| 27634         | Alicia Abadía Cardoso               | Biología, Ecología Marina , Ocean Sciences                                                    | UCSC, EUA                              |

| <b>Núm. Empleado</b> | <b>Nombre completo</b>            | <b>Grados académicos</b>                                                                  | <b>Institución de egreso del último grado</b>                      |
|----------------------|-----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|
| 27641                | Miroslava Vivanco Aranda          | Ingeniero Industrial Y De Sistemas, Acuicultura, Ciencias                                 | CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN ALIMENTACIÓN Y DESARROLLO, A.C. SINALOA |
| 28117                | Usama Ismael Yarbuh Lugo          | Ingeniero Geólogo, Gestión De Recursos Naturales Renovables Y Medio Ambiente, Geología    | CICESE                                                             |
| 28200                | Natalie Millán Aguiñaga           | Oceanólogo, Biotecnología , Biología Marina                                               | UCSD, USA                                                          |
| 28212                | Josue Rodolfo Villegas Mendoza    | Bioquímica Y Biología Molecular, Ecología Molecular Y Biotecnología, Oceanografía Costera | UABC                                                               |
| 28834                | Karla Gabriela Mejía Piña         | Oceanólogo, Oceanografía Costera, Oceanografía Costera                                    | UABC                                                               |
| 29355                | José Alberto Zepeda Domínguez     | Biología Marina, Manejo De Recursos Marinos, Ciencias Marinas                             | UABCS                                                              |
| 31154                | Diana Arenas Islas                | Biólogo, Biodiversidad Y Conservación, Oceanografía Costera                               | UABC                                                               |
| 7360                 | Roberto Ramón Enríquez Andrade    | Oceanólogo, Ciencias, Economía Agrícola Y Recursos Naturales                              | OSU, EUA                                                           |
| 7780                 | Rubén Castro Valdez               | Oceanólogo, Ciencias, Oceanografía Costera                                                | UABC                                                               |
| 9804                 | Víctor Antonio Zavala Hamz        | Oceanólogo, Oceanografía , Ecología Marina                                                | CICESE                                                             |
| 10695                | Conal David True                  | Oceanólogo, Oceanografía Costera, Oceanografía Costera                                    | UABC                                                               |
| 13813                | María Concepción Arredondo García | Oceanólogo, Ingeniería, Oceanografía Costera, Oceanografía Costera                        | UABC                                                               |

| <b>Núm. Empleado</b> | <b>Nombre completo</b>         | <b>Grados académicos</b>                                                        | <b>Institución de egreso del último grado</b> |
|----------------------|--------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| 16562                | Yolanda Schramm Urrutia        | Biólogo, Oceanografía Costera, Oceanografía Costera                             | UABC                                          |
| 16871                | Juan Guillermo Vaca Rodríguez  | Oceanólogo, Oceanografía Costera, Oceanografía Costera                          | UABC                                          |
| 17647                | Lus Mercedes López Acuña       | Oceanólogo, Oceanografía Costera                                                | UNIVERSITY OF SOUTHAMPTON, UK                 |
| 18314                | Ronald Michael Spelz Madero    | Oceanólogo, Geología, Geología                                                  | CICESE                                        |
| 18503                | Alejandro García Gastelum      | Oceanólogo, Ingeniería, Oceanografía Costera, Oceanografía Costera              | UABC                                          |
| 19243                | Adriana Gisel González Silvera | Oceanólogo, Oceanografía Biológica, Oceanografía Biológica                      | Universidade Federal de Río Grande, BRASIL    |
| 19839                | Luis Manuel Enríquez Paredes   | Biólogo Marino, Oceanografía Costera, Oceanografía Costera                      | UABC                                          |
| 21567                | Georges Seingier               | Física Y Aplicaciones, Oceanografía Aplicada, Medio Ambiente Y Desarrollo       | UABC                                          |
| 22114                | Ivone Giffard Mena             | Oceanólogo, Biotecnología Marina, Biología De Sist. Int. Agronomía, M. Ambiente | UNIVERSITE MONTPELLIER 2, FRANCIA             |
| 24835                | Mario Alberto Galaviz Espinoza | Biología Pesquera, Oceanografía Costera, Oceanografía Costera                   | UABC                                          |
| 24910                | Marisa Reyes Orta              | Relaciones Comerciales Internacionales, Economía, Medio Ambiente Y Desarrollo   | UABC                                          |
| 25448                | Mary Carmen Ruiz De La Torre   | Oceanólogo, Ecología Marina, Ecología Marina                                    | CICESE                                        |
| 33627                | Mariana Ana Laura Sáenz-Avalos | Oceanólogo, Oceanografía Costera,                                               | UABC                                          |



| <b>Núm. Empleado</b> | <b>Nombre completo</b>             | <b>Grados académicos</b>                                     | <b>Institución de egreso del último grado</b> |
|----------------------|------------------------------------|--------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| 16075                | Juan Manuel Wagner Gutiérrez       | Ciencias Computacionales, Tecnología De Redes E Informática, | UABC                                          |
| 27317                | Amara Tayde Sánchez Nava           | Oceanólogo, Ciencias,                                        | UNAM                                          |
| 29468                | Mónica Lubinsky Jinich             | Psicología, Psicología Clínica,                              | UNIVERSIDAD DE LAS AMÉRICAS PUEBLA            |
| 30827                | Julio López Castillejos            | Oceanólogo, Oceanografía,                                    | UABC                                          |
| 31291                | Carlos Alejandro Domínguez Pérez   | Ciencias Atmosféricas, Oceanografía Física,                  | CICESE                                        |
| 19752                | Gerardo Sandoval Garibaldi         | Oceanólogo, Acuicultura,                                     | CICESE                                        |
| 24456                | Ernestina Karen Velázquez González | Biólogo, Ciencias Ambientales                                | UAEMex                                        |
| 25262                | Rosario Jara Montañez              | Biólogo, Oceanografía Costera                                | UABC                                          |
| 27992                | Ángel Raúl Herrera Gutiérrez       | Oceanólogo, Oceanografía Costera                             | UABC                                          |

Fuente: Elaboración propia.

### ***Cuerpos académicos***

En la Facultad de Ciencias Marinas cuenta con 11 Cuerpos académicos, de los cuales 6 aportan de manera sustantiva al programa educativo.

**Tabla 10***Cuerpos académicos del programa educativo de LBA*

| <b>Nombre del Cuerpo Académico</b>                    | <b>Integrantes</b>                                                                                                                                   | <b>LAGC del CA</b>                                                                                          | <b>Programa educativo al que contribuye</b> |
|-------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|
| Biotecnología Acuícola Animal                         | Conal David True<br>Fernando Barreto Curiel<br>Lus Mercedes López Acuña<br>Mario Alberto Galaviz Espinoza                                            | LGAC 1: Biotecnología Acuícola Animal                                                                       | Biotechnología en Acuicultura               |
| Diagnóstico Ambiental Oceanográfico                   | Karina del Carmen Lugo Ibarra<br>Miroslava Vivanco Aranda<br>Sorayda Aime Tanahara Romero                                                            | LGAC 1: Planeación Estratégica del Monitoreo de calidad de agua y dinámica oceanográfica                    | Oceanología y Biotecnología en Acuicultura  |
| Ecología del Fitoplancton                             | Adriana González Silvera<br>Alejandra De Jesús Castillo Ramírez<br>Jorge Manuel López Calderón<br>Mary Carmen Ruiz de la Torre<br>Víctor Zavala Hamz | LGAC 1: Taxonomía del Fitoplancton. LCAC 2: Ecología Productividad Primaria y Sensores Remotos              | Oceanología y Biotecnología en Acuicultura  |
| Ecología Molecular (IIO)                              | Luis Manuel Enríquez Paredes                                                                                                                         | LGAC 1: Biología Molecular                                                                                  | Biotechnología en Acuicultura               |
| Enseñanza Universitaria Digital para Ciencias Marinas | José Ángel Olivas Valdez<br>Josué Rodolfo Villegas Mendoza<br>Luis Javier Villegas Vicencio                                                          | LGAC 1: Tecnologías de la información y la comunicación para la enseñanza y divulgación de ciencias marinas | Oceanología y Biotecnología en Acuicultura  |
| Geología Costera                                      | Ronald Spelz Madero Michel<br>Usama Ismael Yarbuh Lugo                                                                                               | LGAC 1: Procesos Costeros, LGAC 2: Paleoecología, LGAC 3: Sedimentología, LGAC 4: Análisis de cuencas       | Oceanología                                 |
| Nanotecnología Marina                                 | Marlene Nohemi Cardoza Contreras<br>Mónica Torres Beltrán<br>Natalie Millan Aguiñaga<br>Viridiana Evangelista Hernández                              | LGAC 1: Nanobiotecnología Marina                                                                            | Oceanología y Biotecnología en Acuicultura  |

|                              |                                                                        |                                       |                                            |
|------------------------------|------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------------|
| Recursos Genéticos Acuáticos | Alicia Abadía Cardoso<br>Ivone Giffard Mena<br>Yolanda Schramm Urrutia | LGAC 1: Biología y Genética Molecular | Oceanología y Biotecnología en Acuicultura |
|------------------------------|------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------------|

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se presentan la contribución de cada área:

### **Biotecnología Acuícola Animal (BAA)**

Enfocado en desarrollar métodos avanzados para evaluar la condición nutricional y fisiológica de organismos de interés en acuicultura, usando herramientas ómicas como metagenómica y transcriptómica; investiga nutrición sustentable y alimentos funcionales para peces marinos, aprovechando subproductos pesqueros y acuícolas para crear ingredientes de alto valor nutritivo, y ha sido clave en biotecnologías de conservación y reproducción de especies marinas emblemáticas como la totoaba, además de trabajar en fisiología, reproducción y nutrición de crustáceos con tecnologías como biofloc. En su aporte educativo, sus miembros han liderado procesos de acreditación y actualización curricular de la Licenciatura en Biotecnología en Acuicultura, forman parte del Núcleo Académico Básico del programa, imparten asignaturas claves de licenciatura, y ofrecen experiencias prácticas avanzadas a estudiantes a través de ayudantías docentes, de laboratorio e investigación, actualización de manuales y generación de material didáctico audiovisual. Su trabajo en reproducción y producción de totoaba ha mostrado resultados concretos y escalados en la universidad, reportando producción significativa de crías para conservación y aprovechamiento comercial.

### **Diagnóstico Ambiental Oceanográfico**

Se orienta a la biogeoquímica marina y la contaminación del medio marino, estudiando ciclos de elementos traza, interacción océano-atmósfera, efectos en productores primarios y la contaminación por microplásticos, así como la dinámica de contaminantes en sedimentos y biota y su transferencia trófica; genera bases ambientales y consolida capacidades analíticas de laboratorio con herramientas como GC-MS, FTIR, RAMAN y ASE, empleando mamíferos marinos como especies centinela para evaluar la salud del ecosistema mediante análisis químicos, biológicos y ecológicos. En lo educativo, integra a estudiantes, incluyendo los de Biotecnología en Acuicultura, en el Programa de

Servicio Social Profesional para analizar muestras de agua, sedimentos y organismos costeros, y promueve soluciones comunitarias mediante dispositivos de análisis de calidad de agua para comunidades pesqueras y acuícolas, impulsando el aprendizaje basado en investigación, pensamiento crítico y compromiso social; esta orientación coincide con trabajos reconocidos de docentes de la FCM vinculados a la LGAC de Oceanografía Química y Biogeoquímica Marina.

### **Ecología del Fitoplancton**

Centra su investigación en la ecología del fitoplancton y la fotobiología, con énfasis en fortalecer líneas base sobre la presencia y cambios del fitoplancton en aguas costeras mexicanas para evaluar su respuesta ante el cambio climático; estudia además el papel del fitoplancton en ciclos biogeoquímicos, su composición taxonómica y los efectos de anomalías de temperatura en los pigmentos fitoplanctónicos. En su aporte educativo, imparte cursos especializados como Ecofisiología del Fitoplancton Marino para dotar a los estudiantes de conocimientos fundamentales sobre el fitoplancton como base de la red trófica marina y su relación con variables fisicoquímicas y perturbaciones antrópicas, integrando así una base científica esencial para la formación de profesionistas en acuicultura y áreas afines.

### **Enseñanza Universitaria Digital para las Ciencias Marinas**

Aportan mediante apoyo en, diseño instruccional y uso de TIC —incluyendo capacitación en herramientas de IA como ChatGPT—; además, fortalecen la educación mediante la creación de materiales audiovisuales didácticos, así como la actualización de manuales de prácticas tanto presenciales como en línea. Integran tecnologías digitales que mejoran el aprendizaje teórico y práctico de los estudiantes, promoviendo competencias modernas en ambientes híbridos y virtuales.

### **Nanobiotecnología Marina**

Se especializa en la aplicación de la nanotecnología para resolver desafíos emergentes del ambiente marino, desarrollando nanomateriales mediante su síntesis, caracterización y evaluación funcional; sus aplicaciones incluyen la mejora de sistemas de tratamiento

de agua en granjas acuícolas mediante nanomateriales capaces de degradar materia orgánica y compuestos tóxicos, así como materiales con propiedades antimicrobianas. También desarrolla nanogeles para la liberación dirigida de fármacos en organismos acuáticos y estudia la genómica y metabolómica de bacterias marinas para identificar compuestos bioactivos con potencial farmacéutico. Desde el ámbito educativo, provee a los estudiantes de la Licenciatura en Biotecnología en Acuicultura bases tecnológicas de vanguardia a través de la unidad de aprendizaje Nanobiotecnología Marina, y fortalece habilidades prácticas mediante proyectos de síntesis, caracterización y evaluación de nanomateriales con aplicaciones reales en acuicultura.

### **Recursos Genéticos Acuáticos**

Aplica la genética molecular para abordar problemas de ecología, evolución, conservación y manejo de especies acuáticas, enfocándose en la evaluación de la variabilidad genética, niveles de endogamia, incertidumbres taxonómicas y los efectos de la presión pesquera y la fragmentación del hábitat como estrategias para promover la conservación de la biodiversidad. En el ámbito formativo, su aportación al programa incluye el fortalecimiento del manejo sostenible mediante la enseñanza de genética poblacional y selección genética aplicada a recursos acuícolas; además, refuerza el perfil del egresado mediante el uso de herramientas de biología molecular y bioinformática esenciales para el análisis de datos ómicos, junto con la capacitación en detección de virus marinos y desarrollo de antivirales, un componente crucial para la sanidad y el futuro de la acuicultura

#### **5.4.3. Descripción de la infraestructura, materiales y equipo de la unidad académica**

La Facultad de Ciencias Marinas posee infraestructura suficiente para apoyar el desarrollo académico de los futuros profesionistas de Oceanología, Ciencias Ambientales y Biotecnología en Acuicultura, ofreciendo espacios y recursos que garanticen la calidad de la enseñanza y el avance científico.

## ***Aulas***

La Facultad de Ciencias Marinas (FCM) cuenta con infraestructura académica suficiente, distribuida en 12 edificios (E-12, E-13, E-14, E-15, E-16, E-17, E-18, E-19, E-20, E-21, E-41 y E-56), que albergan las actividades de los programas educativos Oceanología, Ciencias Ambientales y Biotecnología en Acuicultura. Cuenta con 12 aulas completamente equipadas para la impartición de clases teóricas, cada una con capacidad varía entre 15 y promedio para 35 estudiantes. Todas están dotadas de mesabancos individuales, pintarrones, proyectores, un escritorio y una silla para las y los docentes; lo que garantiza condiciones pedagógicas adecuadas.

Las aulas cuentan con ventilación natural e iluminación suficiente gracias a su diseño con ventanas en las caras norte y sur, lo que favorece un ambiente propicio para el aprendizaje sin depender exclusivamente de sistemas de aire acondicionado. Adicionalmente, se dispone de dos auditorios (Aulas Magnas), una destinada para clases de teoría y otra para eventos académicos de mayor envergadura. La FCM ha realizado una reestructuración de espacios para optimizar su uso tras la reconstrucción de dos edificios (E-15 y E-16) y la clausura de un tercer edificio para su demolición y posterior reconstrucción (E-19). Todo esto para asegurar la continuidad y la calidad de la docencia. Para reforzar el programa de asesorías académicas de la FCM, se cuenta con una sala específica para este fin (E-14).

## ***Laboratorios***

La FCM cuenta con 22 espacios destinados para sesiones de laboratorio y 54 salas experimentales para los tres programas educativos, cada uno de estos espacios cuenta con capacidad para un número máximo de 15 estudiantes. Estos espacios están equipados con materiales, reactivos e instrumentos necesarios para el desarrollo de las prácticas curriculares. Por ejemplo, un laboratorio de cultivos de crustáceos, moluscos y peces, donde se realizan el cultivo de etapas larvarias de especies de interés comercial en la región. Además de contar con un espacio para el cultivo de microalgas y especies ornamentales.

Se cuenta con equipamiento esencial como microscopios (compuestos y estereoscópicos), balanzas, espectrofotómetros, bombas de vacío, campanas de

extracción y otros instrumentos necesarios para la docencia e investigación. También cuenta con dos almacenes, uno general que alberga la mayor parte de los reactivos y materiales requeridos para las prácticas de laboratorio de las diferentes unidades de aprendizaje del programa educativo; y otro para el equipo que se utiliza en los cursos optativos de Natación, Buceo Libre, Buceo Autónomo, Buceo Científico y Salvamento Acuático.

### ***Cubículos para docentes de carrera y su equipamiento***

Los profesores de tiempo completo de la FCM tienen asignado un cubículo individual, equipado para el desarrollo de sus actividades sustantivas, incluyendo asesorías a estudiantes y tutorías académicas. La FCM cuenta con 6 áreas exclusivas de cubículos en los cuales se encuentran aproximadamente de 5 a 6 profesores, ubicados en los edificios 12, 13, 16 y 17 y 21. Cabe mencionar que, además, algunos profesores tienen oficina en los edificios 14, 18, 20, 41 y 56. Los cubículos cuentan con escritorio, silla, y una computadora de escritorio. Además de poseer, en algunos casos, material de oficina adicional como impresora, escáner y teléfono.

### ***Biblioteca***

Aunque la FCM no cuenta con una biblioteca propia, las y los estudiantes de la unidad académica tienen acceso a la Biblioteca Central del Campus Ensenada que cuenta con un importante acervo bibliográfico específico para cada uno de los programas educativos. La biblioteca proporciona al estudiantado y planta docente acceso a herramientas tecnológicas actualizadas, base de datos científicas especializadas y recursos bibliográficos indispensables para la investigación y el aprendizaje. Lo anterior garantiza que la comunidad cuente con información confiable y de vanguardia, además de servicios de apoyo que favorezcan el desarrollo de competencias digitales, la gestión de conocimiento y formación integral de futuros profesionales en el ámbito acuícola.

### ***Equipo de cómputo para uso de estudiantes y docentes***

El programa cuenta con dos salas de cómputo ubicadas en el Edificio 14, equipadas con computadoras de escritorio en buen estado y con capacidad entre 12 y 18 estudiantes.

Todos los equipos de cómputo tienen acceso a software de uso libre y paquetería especializada aplicable a las ciencias marinas, lo que permite al estudiantado desarrollar sus trabajos académicos y prácticas sin restricciones. Adicionalmente, se ofrece conectividad de fibra óptica y servicio de internet con acceso inalámbrico mediante las redes “UABC” y “EduWiFi”, disponibles para todos los estudiantes y profesores.

### ***Equipo de apoyo para estudiantes y docentes***

La FCM cuenta con cuatro equipos completos de buceo, los cuales reciben mantenimiento periódico (inspecciones visuales, pruebas hidrostáticas, sustitución de mangueras, etc.). Se dispone de dos embarcaciones con motor fuera de borda para prácticas de campo, las cuales cuentan con mantenimiento preventivo y correctivo, así como toda la documentación legal requerida para su operación. Por último, uno de los profesores de tiempo completo de la FCM es un instructor de buceo certificado (Dive Master) con capacidad para atender hasta 6 estudiantes por semestre en el curso Buceo Autónomo y hasta 12 estudiantes en la unidad de aprendizaje Buceo Libre.

### ***Auditorios, salas audiovisuales y de teleconferencias***

La FCM cuenta con Aulas Magnas (I y II), que funcionan como espacios multiusos para eventos académicos, conferencias, presentaciones, exámenes de grado y sesiones de teleconferencia. Estos espacios están equipados con proyectores, pantallas de alta definición, sistemas de sonido, conectividad a internet y capacidad para grupos entre 40 y 70 personas. Adicionalmente, existen salas de consejo y otros espacios cerrados con sistema de aire acondicionado y equipamiento audiovisual, que pueden ser utilizados para sesiones de trabajo colaborativo, videoconferencias o presentaciones especializadas.



### **Fotos representativas de espacios**

**Figura 4**

*Aula Magna I, con capacidad para 70 personas, ubicada en el Edificio 17.*



**Figura 5**

*Almacén general que apoya todas las actividades prácticas y de laboratorio de la FCM, ubicado en el Edificio 13.*



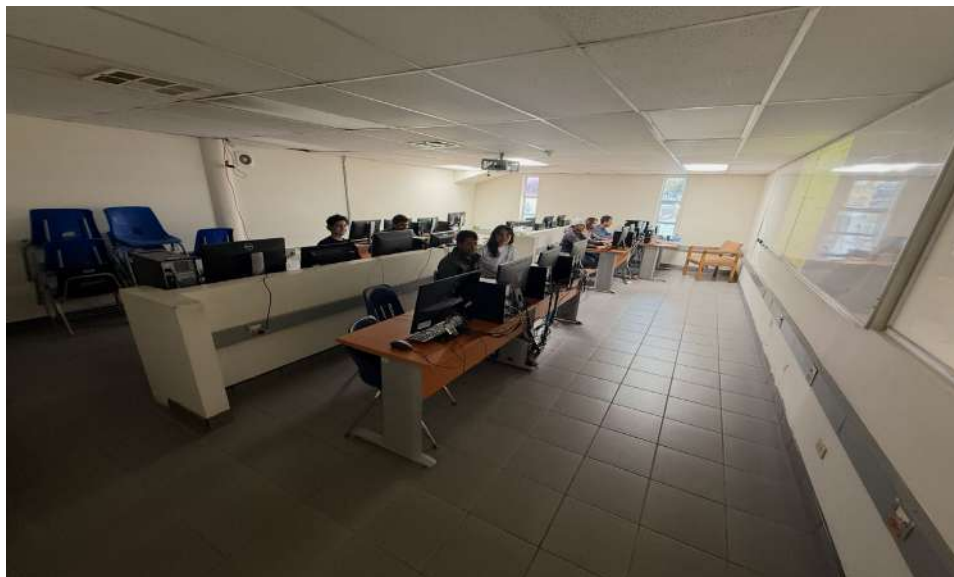
**Figura 6**

*Sala de asesorías académicas, con capacidad para 12 personas, cuenta con pintarrón y equipos de cómputo. Ubicada en el Edificio 14.*



**Figura 7**

*Sala de cómputo A con capacidad para 16 estudiantes de licenciatura, ubicada en el Edificio 14.*





### **Figura 8**

*Laboratorio de Cultivo de Crustáceos apoya las actividades prácticas del laboratorio de Biotecnología de Crustáceos, ubicado en la parte posterior del edificio 21.*



### **Figura 9**

*Laboratorios ubicados dentro y fuera del edificio 41, en el cual se desarrolla la parte práctica de varias unidades de aprendizaje del programa educativo. a) Cultivos de apoyo, b) Cultivo de especies ornamentales, d) Sistemas de acuaponía e hidroponía y d) Tanques para la biotecnología de peces.*





**Figura 10**

*Embarcaciones con motor fuera de borda de la FCM que se utilizan para la actividad docente y de investigación.*



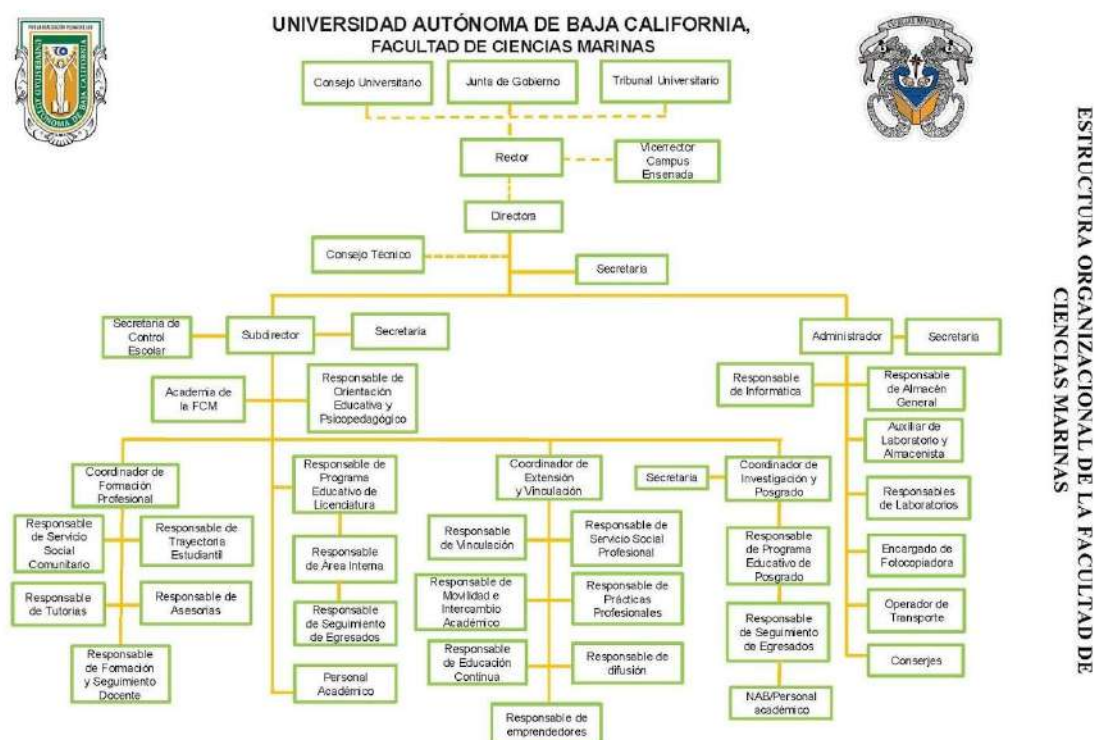


#### 5.4.4. Descripción de la estructura organizacional

En la presente propuesta, se considera la necesidad de una organización que impulse programas y servicios de apoyo para la operación adecuada de los programas educativos. Que se valoren los procesos de enseñanza-aprendizaje y brinde seguimiento, continuidad y evaluación a las acciones encaminadas a ofrecer las condiciones para el fácil tránsito del estudiantado en el programa. En la Figura 11 se integra la estructura organizacional de la unidad académica donde opera el programa educativo.

**Figura 11**

*Organigrama de la Facultad de Ciencias Marinas*



Fuente. Elaboración propia a partir de <http://fcm.ens.uabc.mx/nosotros/personal.php>

## **5.5. Descripción del Programa de Tutoría Académica**

El propósito general de la tutoría académica es potencializar las capacidades y habilidades del estudiantado para que consolide su proyecto académico con éxito, mediante una actuación responsable y activa en su propia formación profesional con la guía y acompañamiento de un tutor o tutora, el Programa de Tutorías Académicas en las unidades académicas responde a las inquietudes y necesidades de los actores que intervienen en el proceso de tutorías a través de la automatización de los procesos para su operación (UABC, 2012).

Dentro de la forma de organización de las tutorías académicas, la subdirección se apoya de la Coordinación de Formación Profesional, quien coordina esta actividad y proporciona el seguimiento respectivo. A cada estudiante se le asigna un tutor o tutora desde su ingreso hasta que concluyen sus estudios y cuentan con la posibilidad de realizar un cambio de tutor(a), en caso de ser necesario, dependiendo de la situación que se presente. En relación con el número de estudiantes por tutor(a), está en función del número de estudiantes que ingresan al programa educativo por grupo, dando como resultado un promedio de 15 estudiantes por tutor(a).

Con la finalidad de que la tutoría se realice eficientemente, cada unidad académica proporciona capacitación cuando un docente inicia con esta función y cuando existan modificaciones en el proceso de tutorías con la intención de homologar los procedimientos. El o la responsable de formación profesional coordina a los tutores y tutoras en cada ciclo escolar, la agenda de reuniones de cada ciclo escolar para dar a conocer información y procesos necesarios para el cumplimiento puntual de sus funciones competentes.

Para la programación de las sesiones de tutoría individual y grupal, el tutor cuenta con un plan de actividades proporcionado por el responsable del Programa de Tutorías Académicas, mismo que indica como necesarias al menos cuatro tutorías grupales por ciclo escolar, incluida la sesión de asignación de unidades de aprendizaje en periodos de reinscripción. Las cuatro sesiones de tutoría académica se programan de la siguiente manera: la primera, en la segunda semana del periodo escolar; la segunda, en la mitad del periodo; la tercera, en la parte final de semestre; y la cuarta, en el período de

reinscripción.

Las actividades de tutoría que se realizan son registradas en el Sistema de Tutorías Institucional (SIT) para respaldar el trabajo realizado por el tutor y como una forma de sistematizar la información. Durante el período de reinscripción, los y las estudiantes obtienen el formato de Carga Académica Semestral y en caso de ser necesario el estudiantado acude a un periodo de *ajustes*. Al término de cada período escolar, el tutor y tutorado participan en el proceso de evaluación de la tutoría, esto con la finalidad de solicitar su opinión y realizar un seguimiento a los aspectos relacionados en el proceso de tutorías.

Cada tutor o tutora presenta un reporte de tutorías al cierre del semestre de los resultados alcanzados y del seguimiento del proceso de apoyo realizado con cada estudiante tutorados, evidenciando los avances logrados y refiriendo las necesidades de apoyo que para algunos casos se pudieron haber presentado.

El Coordinador(a) de Formación Profesional de la unidad académica realiza un informe por período escolar de las actividades desarrolladas, de la evaluación de tutores por parte del tutorado y de la autoevaluación de tutores, turnándose a la subdirección para la toma de decisiones correspondiente, permitiendo la retroalimentación permanente de la actividad.

Según los lineamientos generales para la operación de las tutorías académicas de la UABC, a cada generación del programa educativo se le asignará un tutor o tutora. Su función es asesorar al estudiantado del programa educativo durante su trayectoria académica a través de la orientación y asesoría para que estén informados de temas de interés vital para el desarrollo y culminación de su proyecto académico.

### **Mecanismos de operación de la tutoría académica**

- a. *Proceso de asignación de tutoras y tutores.* Al inicio de cada periodo escolar, cada profesor o profesora de tiempo completo será asignado como tutor o tutora de un número de estudiantes, a quienes atenderá hasta su egreso. La Subdirección de cada unidad académica efectuará la distribución de grupos entre las y los tutores designados. En el caso especial de que cada estudiante requiera cambio de tutor(a), éste acudirá al coordinador o coordinadora del programa educativo para solicitar dicho

cambio.

- b. *Capacitación del uso del sistema para tutores y tutorados.* La persona responsable de tutoría de la unidad académica correspondiente será quien convoque a talleres de capacitación para tutores y tutorados.
- c. *Programación de sesiones de tutoría académica.* El mínimo de sesiones de tutoría que debe realizar un tutor o tutora durante un ciclo escolar es cuatro: durante el periodo de reinscripciones, en la segunda semana del periodo escolar, a la mitad del periodo y otra al término del periodo. Cada docente será responsable de atender íntegramente, en el espacio y tiempo establecidos al estudiantado asignado bajo su tutoría.
- d. *Difusión.* El responsable de tutorías, con apoyo de la coordinación del área de Difusión de cada unidad académica, dará a conocer las fechas para realizar la tutoría durante el periodo escolar de acuerdo con el calendario establecido.
- e. *Seguimiento y evaluación.* Al término de cada periodo escolar, la o el tutor y tutorado(a) deberán participar en el proceso de evaluación de la tutoría. El responsable de las tutorías académicas realizará un reporte por periodo escolar de las actividades desarrolladas, turnándose al director de la unidad académica para la toma de decisiones correspondiente y la entrega oportuna del reporte.



## 6. Sistema de evaluación y aseguramiento de la calidad

Para garantizar la calidad, pertinencia y efectividad del plan de estudios, se establece un sistema de evaluación integral, permanente, sistemático y orientado a la mejora continua, que permite generar información relevante para la toma de decisiones académicas, curriculares e institucionales.

La evaluación del programa educativo se concibe como un proceso articulado que trasciende la medición de resultados, al integrar el análisis del diseño curricular, su implementación en contextos reales, el logro de las competencias del perfil de egreso y la pertinencia de la formación frente a las demandas del entorno social, profesional y disciplinar. En este sentido, la evaluación no se limita a la revisión interna de la unidad académica, sino que incorpora su relación con el contexto, la vinculación con sectores externos y el impacto del programa en la formación de profesionistas.

En congruencia con el enfoque por competencias adoptado en el plan de estudios, el sistema de evaluación se orienta a valorar el desempeño del estudiantado mediante evidencias que reflejen la integración de conocimientos, habilidades, actitudes y valores en situaciones auténticas de aprendizaje. Asimismo, se sustenta en metodologías contemporáneas de evaluación, tales como la evaluación formativa, la evaluación auténtica, el uso de rúbricas analíticas, el portafolio de evidencias, la autoevaluación y la coevaluación, las cuales permiten acompañar el proceso formativo y retroalimentar de manera continua el aprendizaje.

El sistema de evaluación del programa educativo se estructura en cuatro dimensiones interrelacionadas: la evaluación del plan de estudios, la evaluación del aprendizaje, la evaluación colegiada del aprendizaje y el uso de resultados para la mejora continua. Estas dimensiones permiten asegurar la coherencia entre el perfil de egreso, las competencias, las experiencias de aprendizaje y los resultados formativos, consolidando una cultura de evaluación basada en evidencia.

De esta manera, la evaluación se constituye como un mecanismo estratégico para el aseguramiento de la calidad educativa, al permitir identificar fortalezas, detectar áreas

de oportunidad y orientar la mejora continua del programa educativo, en correspondencia con los principios del Modelo Educativo.

### **6.1. Evaluación del plan de estudios**

La evaluación del plan de estudios tiene como propósito valorar de manera integral su pertinencia, coherencia interna, vigencia disciplinar y efectividad en la formación del estudiantado, con el fin de asegurar que la propuesta curricular responda de manera adecuada al perfil de egreso y a las demandas del entorno social, profesional y académico.

En el marco de este programa educativo, la evaluación del plan de estudios se concibe como un proceso sistemático y permanente que considera tanto el análisis del diseño curricular como su implementación en la práctica. Esto implica revisar el plan de estudios como documento normativo —en cuanto a sus fundamentos, perfil de egreso, competencias, estructura, organización de créditos y modalidades de aprendizaje—, así como su concreción en los procesos de enseñanza, evaluación, trayectoria escolar, vinculación y operación institucional.

Para tal efecto, la evaluación del plan de estudios se llevará a cabo mediante un esquema temporal que permita valorar tanto su instrumentación inicial como su impacto formativo. En una primera fase, se realizará una evaluación de seguimiento a los dos años de su implementación, con el objetivo de identificar posibles áreas de ajuste relacionadas con la operación del plan, tales como la coherencia entre el diseño y la práctica, el comportamiento de la trayectoria escolar del estudiantado, la pertinencia de las unidades de aprendizaje, el funcionamiento de las etapas de formación y la disponibilidad de recursos académicos e institucionales.

En una segunda fase, se desarrollará una evaluación interna y externa una vez que se hayan cumplido dos años de egreso de las primeras cohortes formadas bajo el nuevo plan de estudios. Esta evaluación permitirá analizar el impacto del programa en términos del logro del perfil de egreso, la inserción laboral de las personas egresadas, la pertinencia de la formación profesional y la congruencia del currículo con las necesidades

del campo disciplinar. Los resultados obtenidos constituirán insumos fundamentales para la actualización o modificación del plan de estudios.

Para el desarrollo de este proceso se emplearán diversas fuentes de información, tales como indicadores institucionales de trayectoria escolar, resultados de evaluación del aprendizaje, evaluación docente, estudios de seguimiento de egresados, opinión de empleadores, así como informes generados por academias y cuerpos colegiados, entre otros. El análisis de esta información se realizará de manera colegiada, con el propósito de garantizar una interpretación integral y fundamentada de los resultados reconociendo que la evaluación del plan de estudios se constituye como un mecanismo estratégico que permite asegurar la calidad y pertinencia de la formación, al tiempo que orienta la toma de decisiones para la mejora continua del programa educativo.

## **6.2. Evaluación del aprendizaje**

De acuerdo con el Estatuto Escolar vigente, la evaluación de los procesos de aprendizaje tiene como propósito que las autoridades universitarias, el personal docente y el estudiantado dispongan de información pertinente para valorar los resultados del proceso educativo y propiciar su mejora continua; que el estudiantado conozca el nivel de aprovechamiento académico alcanzado y, en su caso, obtenga la promoción correspondiente; y evidenciar el desarrollo de las competencias adquiridas durante su formación.

En el marco del presente plan de estudios, la evaluación del aprendizaje se concibe como un proceso integral, continuo, sistemático y formativo, orientado a valorar el desarrollo progresivo de las competencias del perfil de egreso. En este sentido, trasciende la medición de conocimientos teóricos aislados, para centrarse en la capacidad del estudiantado de integrar y aplicar conocimientos, habilidades, actitudes y valores en contextos académicos y profesionales propios de su disciplina.

Bajo el enfoque por competencias, la evaluación se orienta al desempeño del estudiantado en situaciones de aprendizaje significativas, por lo que se sustenta en la generación de evidencias que permitan valorar la aplicación del conocimiento en la resolución de problemas, el análisis de situaciones complejas y la construcción de

propuestas pertinentes. En congruencia con ello, cada unidad de aprendizaje establecerá de manera explícita las competencias a desarrollar, los resultados de aprendizaje esperados y los criterios de evaluación, los cuales orientarán tanto las actividades formativas como las evidencias que se considerarán para valorar el logro de los aprendizajes.

La evaluación del aprendizaje se desarrollará a lo largo del periodo escolar en distintos momentos que permiten acompañar el proceso formativo del estudiantado. En un primer momento, se realizarán evaluaciones diagnósticas que permitan identificar los conocimientos previos y las condiciones de entrada del alumnado; posteriormente, se llevarán a cabo evaluaciones formativas que faciliten la retroalimentación continua, la identificación de áreas de mejora y el fortalecimiento del aprendizaje; y finalmente, se implementarán evaluaciones sumativas que permitan valorar el nivel de logro de las competencias al cierre de las unidades de aprendizaje o de experiencias formativas específicas.

En correspondencia con las metodologías de enseñanza adoptadas en el programa educativo, la evaluación del aprendizaje incorporará estrategias contemporáneas acordes con el enfoque por competencias, tales como la evaluación basada en el desempeño, la evaluación auténtica en situaciones reales o simuladas, la evaluación por proyectos, el análisis de casos, así como el uso de portafolios de evidencias. De igual forma, se promoverá la participación activa del estudiantado en su propio proceso de evaluación mediante ejercicios de autoevaluación y coevaluación, con el propósito de fortalecer su capacidad de reflexión, autorregulación y mejora continua.

Las evidencias de aprendizaje estarán constituidas por productos académicos y profesionales que reflejen el desempeño del estudiantado, tales como proyectos integradores, reportes técnicos, prácticas de laboratorio y campo, análisis de casos, presentaciones orales, propuestas de intervención, entre otros. La selección de estas evidencias será congruente con las competencias a desarrollar y con el nivel de complejidad de cada etapa de formación.

Para asegurar la objetividad, transparencia y consistencia en la evaluación, se emplearán instrumentos como rúbricas analíticas, listas de cotejo y guías de evaluación

por competencias, los cuales permitirán establecer criterios claros y compartidos entre el personal docente, así como facilitar la retroalimentación al estudiantado.

Asimismo, la evaluación docente institucional se integra como un mecanismo complementario que permite retroalimentar la práctica educativa, identificar áreas de mejora en el proceso de enseñanza y promover la actualización pedagógica del profesorado. En caso de detectarse áreas de rezago en el estudiantado, se podrán implementar estrategias de apoyo académico, tales como cursos de nivelación, asesorías especializadas o acompañamiento académico, con el propósito de favorecer su permanencia y éxito escolar.

### **6.3. Evaluación colegiada del aprendizaje**

La evaluación colegiada del aprendizaje constituye un mecanismo institucional orientado a garantizar la objetividad, consistencia y calidad en la valoración del logro de las competencias del estudiantado, mediante la participación organizada del profesorado en espacios académicos colegiados.

En el contexto del programa educativo, esta evaluación se concibe como un proceso complementario a la evaluación desarrollada en cada unidad de aprendizaje, cuyo propósito es generar información integral sobre el nivel de avance del estudiantado en distintos momentos de su trayectoria formativa, así como identificar fortalezas y áreas de oportunidad en la implementación del plan de estudios.

La evaluación colegiada se implementará a través de diversos instrumentos y mecanismos institucionales, tales como exámenes departamentales, exámenes de trayecto y exámenes de egreso, así como otras estrategias que las academias y cuerpos académicos determinen pertinentes. Estos instrumentos serán diseñados de manera colegiada, con base en criterios de desempeño alineados con las competencias del perfil de egreso y con los contenidos fundamentales de las unidades de aprendizaje.

Los exámenes departamentales permitirán verificar la homogeneidad de los aprendizajes en unidades de aprendizaje específicas, asegurando que los contenidos y competencias se estén abordando de manera consistente entre distintos grupos y docentes. Por su parte, los exámenes de trayecto estarán orientados a valorar el logro de competencias al cierre de una etapa de formación, mientras que los exámenes de

egreso permitirán identificar el nivel de dominio de conocimientos y habilidades esenciales para el inicio del ejercicio profesional.

El análisis de los resultados de la evaluación colegiada se realizará en espacios académicos formales, como academias y cuerpos colegiados, lo que permitirá identificar tendencias, detectar áreas críticas del currículo y generar acuerdos orientados a la mejora de los procesos de enseñanza y evaluación.

#### **6.4. Uso de resultados y mejora continua**

El sistema de evaluación del programa educativo se articula con un proceso permanente de mejora continua, en el cual los resultados obtenidos en las distintas evaluaciones se utilizan como insumo para la toma de decisiones académicas, curriculares y organizacionales, con el propósito de fortalecer la calidad y pertinencia de la formación.

En este sentido, la evaluación no se limita a la generación de información, sino que implica su análisis, interpretación y uso sistemático en la implementación de acciones de mejora. Para ello, la unidad académica establecerá un proceso estructurado que permita integrar los resultados de la evaluación del plan de estudios, la evaluación del aprendizaje, la evaluación colegiada, la evaluación docente, así como la información derivada del seguimiento de egresados y la opinión de empleadores.

El análisis de esta información se llevará a cabo en espacios colegiados, donde participarán academias, cuerpos académicos, responsables del programa educativo y autoridades académicas, con el fin de identificar tendencias, áreas de oportunidad, problemáticas recurrentes y buenas prácticas. Este análisis permitirá distinguir entre aspectos relacionados con el diseño curricular y aquellos vinculados con la operación del programa, facilitando la definición de acciones pertinentes.

Con base en este proceso, se establecerán acciones de mejora orientadas a fortalecer el plan de estudios, tales como la actualización de contenidos, la revisión de secuencias formativas, el ajuste de estrategias de enseñanza y evaluación, la capacitación docente, el fortalecimiento de los servicios de apoyo al estudiantado y la mejora de recursos e infraestructura.

Estas acciones serán implementadas con base en una planeación que contemple responsables, plazos e indicadores de seguimiento, lo que permitirá dar continuidad a los procesos de mejora y verificar su efectividad. Asimismo, los resultados del seguimiento se incorporarán a nuevos ciclos de evaluación, generando un proceso continuo de retroalimentación.

## 7. Referencias

- Asociación Nacional de Profesionales del Mar. (2008). *Nuestra Asociación* [sitio web]. [https://www.anpromar.org/Nuestra\\_asociacion.html](https://www.anpromar.org/Nuestra_asociacion.html)
- Asociación Nacional de Profesionales del Mar. (2016). *Metodología para la acreditación de las licenciaturas del área de las Ciencias del Mar* [sitio web]. <https://www.anpromar.org/Pdf/metodologia.pdf>
- Asociación Nacional de Profesionales del Mar. (2020). *Programas de acreditación* [sitio web]. <https://www.anpromar.org/Programas.html>
- Asociación Nacional de Profesionales del Mar. (2023). *Informe de reacreditación del programa de Oceanología de la Facultad de Ciencias Marinas, de la Universidad Autónoma de Baja California.*
- Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior. (2023). *Anuarios Estadísticos de Educación Superior* [sitio web]. <http://www.anuies.mx/informacion-y-servicios/informacion-estadistica-de-educacion-superior/anuario-estadistico-de-educacion-superior>
- Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (2022). *Aguas subterráneas: entre sobreexplotación y salinidad.* <https://www.cicese.edu.mx/difusion/getDatosDifusionId/1056>
- Comisión Nacional de Pesca y Acuicultura. (2018). *Anuario Estadístico de Acuicultura y Pesca 2018.* [https://nube.conapesca.gob.mx/sites/cona/dgppe/2018/ANUARIO\\_2018.pdf](https://nube.conapesca.gob.mx/sites/cona/dgppe/2018/ANUARIO_2018.pdf)
- Comité de Acreditación de la Asociación Nacional de Profesionales del Mar, A. C., ANPROMAR A. C. (2023). *Reporte para la Recreditación del Programa de Biotecnología en Acuicultura de la Facultad de Ciencias Marinas de la Universidad Autónoma de Baja California.*
- Comités Interinstitucionales para la Evaluación de la Educación Superior. (2001). *Marco de referencia para la Evaluación Comité de Ciencias Agropecuarias.* <https://es.scribd.com/document/7097264/CIEES-Agropecuarias>
- Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social. (2023). *Medición de la pobreza 2022.*



[https://www.coneval.org.mx/Medicion/MP/Documents/MMP\\_2022/Pobreza\\_multidimensional\\_2022.pdf](https://www.coneval.org.mx/Medicion/MP/Documents/MMP_2022/Pobreza_multidimensional_2022.pdf)

Coordinación General de Servicios Estudiantiles y Gestión Escolar de la UABC. (s.f.). *Coordinación General de Servicios Estudiantiles y Gestión Escolar de la UABC* [sitio web]. <http://cgsege.uabc.mx/>

Departamento de Control Patrimonial. (2024). *Reporte por unidades académicas. Unidad Académica 104: Facultad de Ciencias Marinas*. Universidad Autónoma de Baja California. con

Diario Oficial de la Federación. (30/12/2020). *Programa especial derivado del plan nacional de desarrollo 2019-2024*. Secretaría de Gobernación. [https://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5609194&fecha=30/12/2020#gsc.tab=0](https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5609194&fecha=30/12/2020#gsc.tab=0)

Diario Oficial de la Federación. (30/11/2018). *Política Nacional de Mares y Costas de México*. Secretaría de Gobernación. [https://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5545511&fecha=30/11/2018#gsc.tab=0](https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5545511&fecha=30/11/2018#gsc.tab=0)

Dirección General de Planeación, Programación y Estadística Educativa. (2022-2023). *Sistema Interactivo de Consulta de Estadística Educativa* [sitio web]. <https://www.planeacion.sep.gob.mx/principalescifras/>

Facultad de Ciencias Marinas. (2025). *Facultad de Ciencias Marinas*. [sitio web]. <http://fcm.ens.uabc.mx/nosotros/la-fcm.php>

Flores, D., y Olimón, A. (2015). *Gobierno-Universidad-Sociedad, una relación necesaria y urgente*. Universidad Autónoma de Nayarit. [https://www.ecorfan.org/proceedings/CDU\\_VI/CDUVI\\_4.pdf](https://www.ecorfan.org/proceedings/CDU_VI/CDUVI_4.pdf)

Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza. (2022). *Informe anual FMCN 2022*. Autor. [https://informe2022.fmcn.org/wp-content/uploads/2023/08/FMCN\\_INFORME2022\\_DIGITAL\\_ESP\\_VFINAL\\_compressed.pdf](https://informe2022.fmcn.org/wp-content/uploads/2023/08/FMCN_INFORME2022_DIGITAL_ESP_VFINAL_compressed.pdf)

Gobierno de México. (2022). *Acuicultura en México*. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. Autor. <https://www.gob.mx/agricultura/articulos/acuicultura-en-mexico>

Instituto de Estudios en Gobierno y Finanzas Públicas. (2016). *Evaluación de las Condiciones de Desarrollo Socioeconómico de Baja California*. Autor.

<https://www.coneval.org.mx/sitios/RIEF/Documents/bajacalifornia-estudiodesarrollosocioeconomico-2016.pdf>

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2017). *Conociendo Baja California* (7ª ed.). Autor.

[https://www.inegi.org.mx/contenido/productos/prod\\_serv/contenidos/espanol/bvin/egi/productos/estudios/conociendo/702825093884.pdf](https://www.inegi.org.mx/contenido/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvin/egi/productos/estudios/conociendo/702825093884.pdf)

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2018). *Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares*.

[https://www.inegi.org.mx/contenidos/programas/enigh/nc/2018/doc/enigh2018\\_ns\\_presentacion\\_resultados.pdf](https://www.inegi.org.mx/contenidos/programas/enigh/nc/2018/doc/enigh2018_ns_presentacion_resultados.pdf)

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2020). *Censo poblacional vivienda 2020* [página web]. <https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/#Documentacion>

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2023). *Producto interno bruto por entidad federativa (PIBE)*.

<https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2023/PIBEF/PIBEF2022.pdf>

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2023). *Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte, México SCIAN 2023*. Autor.

[https://www.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod\\_serv/contenidos/espanol/bvini/egi/productos/nueva\\_estruc/889463909675.pdf](https://www.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvini/egi/productos/nueva_estruc/889463909675.pdf)

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2024). *Consulta de indicadores sociodemográficos y económicos por área geográfica* [sitio web].

<https://inegi.org.mx/#>

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (s. f.). *Cuéntame de México* [sitio web].

[https://beta.cuentame.inegi.org.mx/descubre/economia/pesca\\_y\\_acuicultura/](https://beta.cuentame.inegi.org.mx/descubre/economia/pesca_y_acuicultura/)

<https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2023/PIBEF/PIBEF2022.pdf>

Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación (2019). Políticas para mejorar el aprendizaje de los estudiantes en México. *Documentos ejecutivos de política educativa*, 1, 1-8. <https://www.inee.edu.mx/publicaciones/politicas-para-mejorar-el-aprendizaje-de-los-estudiantes-en-mexico/>

López, L. M. (2022). *Segundo Informe de Actividades 2021-2022*. Universidad Autónoma de Baja California-Facultad de Ciencias Marinas.

<http://fcm.ens.uabc.mx/stuff/descargas/informes/Informe%20FCM%202021-2022.pdf>

López-Leyva, S. (2005). *La vinculación de la ciencia y la tecnología con el sector productivo: una perspectiva económica y social*. Universidad Autónoma de Sinaloa.

Lubinsky, M., Alvarado, P., Martín, B., López, J. M., Eaton, R., Jara, R., Sánchez, S., Giffard, I., Zavala, V. A., y Millán, N. (2023). *Plan Institucional de Asesorías Académicas*. Universidad Autónoma de Baja California-Facultad de Ciencias Marinas.

Lubinsky-Jinich, M., Pérez-Morán, J. C., Ramos-Vargas, A. A. y Garduño, Y. S. (2023). Diseño y Validación de Contenido de la Escala de Autoeficacia en Habilidades Socioemocionales para Estudiantes de Educación Media Superior y Superior (EA-HSE-EEMSS). *Revista Internacional de Aprendizaje*, 10(1), 105-130. <https://doi.org/10.18848/2575-5544/CGP/v10i01/105-130>

Millán-Aguinaga, N. (2024). *Plan de Desarrollo 2024-2028 de la Facultad de Ciencias Marinas*. Universidad Autónoma de Baja California-Facultad de Ciencias Marinas. [http://fcm.ens.uabc.mx/stuff/descargas/informes/PD\\_FCM\\_2024\\_2028\\_NMA.pdf](http://fcm.ens.uabc.mx/stuff/descargas/informes/PD_FCM_2024_2028_NMA.pdf)

Observatorio Laboral. (2023). Estadísticas de carreras profesionales por área [sitio web]. Autor. [https://www.observatoriolaboral.gob.mx/static/estudios-publicaciones/Ola\\_indice\\_estadisticas\\_area.html](https://www.observatoriolaboral.gob.mx/static/estudios-publicaciones/Ola_indice_estadisticas_area.html)

Observatorio Laboral. (s. f.). Tendencias actuales del mercado laboral [sitio web]. [https://www.observatoriolaboral.gob.mx/static/estudios-publicaciones/Tendencias\\_empleo.html](https://www.observatoriolaboral.gob.mx/static/estudios-publicaciones/Tendencias_empleo.html)

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2024). *El Estado mundial de la pesca y la acuicultura 2024. La transformación azul en acción*. <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/b8e7ddc7-222a-463c-9005-8b367bbb29ea/content>

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2022). *Versión resumida de El Estado mundial de la pesca y la acuicultura 2022. Hacia la transformación azul*. Autor. [https://mexico.un.org/sites/default/files/2022-06/cc0463es\\_0.pdf](https://mexico.un.org/sites/default/files/2022-06/cc0463es_0.pdf)

- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2024). *10 desafíos. Decenio del Océano Retos del impacto colectivo* [sitio web]. <https://oceandecade.org/es/challenges/>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2010). Las biotecnologías en la pesca y la acuicultura en los países en desarrollo [sitio web]. <https://www.fao.org/biotech/sectoral-overviews/fisheries/es/>
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. (2007). *Informe sobre la educación superior en América Latina y el Caribe, 2000-2005: La metamorfosis de la educación superior*. [https://www.ses.unam.mx/curso2013/pdf/informe\\_educacion\\_superiorAL2007.pdf](https://www.ses.unam.mx/curso2013/pdf/informe_educacion_superiorAL2007.pdf)
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. (2009). *Conferencia Mundial sobre la Educación Superior. La nueva dinámica de la educación superior y la investigación para el cambio social y el desarrollo*. [https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000183277\\_spa](https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000183277_spa)
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. (s. f.). *La ciencia que necesitamos para el océano que queremos*. [https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000265198\\_spa](https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000265198_spa)
- Organización de las Naciones Unidas. (2023). *Las múltiples crisis mundiales conducen a un largo periodo de bajo crecimiento económico*. Noticias ONU. <https://news.un.org/es/story/2023/05/1521052>
- Organización de las Naciones Unidas. (s. f.). *Objetivos de Desarrollo Sostenible* [sitio web]. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>
- Organización Internacional del Trabajo. (2021). *Marco Global de Habilidades Básicas para la Vida y el Trabajo en el Siglo XXI*. <https://www.ilo.org/publications/global-framework-core-skills-life-and-work-21st-century>
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. (2022). *Informe anual 2022*. <https://www.undp.org/es/publicaciones/informe-anual-del-pnud-2022#:~:text=En%202022%2C%20el%20PNUD%20ayud%C3%B3,vida%20de%20millones%20de%20personas.>
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. (2024). *Informe sobre desarrollo humano 2023/2024 (instantánea)*. Autor. <https://www.undp.org/es/colombia/publicaciones/informe-desarrollo-humano-2023-2024-instantanea>

- Radar Baja California (25/05/2022). *Ladrilleras y tiraderos a cielo abierto, causa de contaminación en Mexicali* [Noticia en sitio web].  
<https://radarbc.com/general/ladrilleras-y-tiraderos-a-cielo-abierto-causa-de-contaminacion-en-mexicali/>
- Ricardo, H., Rodríguez, B., León, J. L., y Medina, A. (2021). Bases y oportunidades de la vinculación universidad-empresa. *Revista Universidad y Sociedad*, 13(1), 300-306. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2218-36202021000100300&lng=es&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202021000100300&lng=es&tlng=es).
- Rivera, H. (2024-2). *Convocatoria de intercambio Estudiantil y Prácticas Profesionales. Licenciatura 2024-2* [presentación power point]. Universidad Autónoma de Baja California-Facultad de Ciencias Marinas
- Ruiz, M. C. (2024). *Prácticas profesionales* [presentación power point]. Universidad Autónoma de Baja California-Facultad de Ciencias Marinas.
- Sarabia-Altamirano, G. (2016). La vinculación universidad-empresa y sus canales de interacción desde la perspectiva de la academia, de la empresa y de las políticas públicas. *CienciaUAT*, 10(2), 13-22.  
[https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007-78582016000100013#B21](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-78582016000100013#B21)
- Secretaría de Economía e Innovación. (2024). *Panorama económico de Baja California. Gobierno del Estado*.  
<https://www.bajacalifornia.gob.mx/Documentos/economia/panorama-economico.pdf>
- Secretaría de Gobernación. (2020). *Programa Nacional de Pesca y Acuacultura 2020-2024*.  
[https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/616554/PROGRAMA\\_Nacional\\_de\\_Pesca\\_y\\_Acuacultura\\_2020-2024baja.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/616554/PROGRAMA_Nacional_de_Pesca_y_Acuacultura_2020-2024baja.pdf)
- Secretaría de Pesca y Acuacultura. (2022). *Programa Estatal de Pesca y Acuacultura 2022-2027*.  
<https://www.bajacalifornia.gob.mx/Documentos/coplade/planeacion/programas-estatales/Programa%20Estatal%20de%20Pesca%20y%20Acuacultura.pdf>
- Serna, A., y Castro, A. (Coords.). (2018). *Metodología de los estudios de fundamentación para la creación, modificación y actualización de programas educativos de licenciatura*. Universidad Autónoma de Baja California.  
[http://www.uabc.mx/formacionbasica/documentos/metodologia\\_con\\_ficha.pdf](http://www.uabc.mx/formacionbasica/documentos/metodologia_con_ficha.pdf)

Sistema de admisiones UABC [sitio web]. <http://admisiones.uabc.mx/>

Universidad Andrés Bello. (s. f.). *Ingeniero en Acuicultura* [sitio web].  
<https://facultades.unab.cl/cienciasdelavida/carrera/ingenieria-en-acuicultura/>

Universidad Autónoma de Baja California Sur. (2022). Bioingeniería en Acuicultura [sitio web]. <https://www.uabcs.mx/licenciatura/7>

Universidad Autónoma de Baja California. (2007). *Reglamento de Servicio Social de la Universidad Autónoma de Baja California*. Gaceta Universitaria.  
<https://sriagral.uabc.mx/Externos/CompilacionLegislativa/CLUABC/9.%20Reglamentos/9.8.pdf>

Universidad Autónoma de Baja California. (2009). *Sistema Institucional de indicadores (SII). Ficha técnica*. Coordinación de Planeación y Desarrollo Institucional.  
<http://www.uabc.mx/planeacion/sii/Fichas/Alumnos/Estatutaria/Ficha.pdf>

Universidad Autónoma de Baja California. (2013, febrero 5). *Acuerdo que establece las disposiciones complementarias del artículo 22 del estatuto escolar, para la integración y funcionamiento del Comité de Equidad de la Universidad Autónoma de Baja California*. Gaceta Universitaria.  
[https://sriagral.uabc.mx/Externos/AbogadoGeneral/Acuerdos/Rector/32\\_ComiteEquidad.pdf](https://sriagral.uabc.mx/Externos/AbogadoGeneral/Acuerdos/Rector/32_ComiteEquidad.pdf)

Universidad Autónoma de Baja California. (2018a). *Estatuto escolar de la Universidad Autónoma de Baja California*.  
[https://feg.ens.uabc.mx/pdf/normatividad/03\\_EstatutoEscolarUABC\\_ReformasDic032018.pdf](https://feg.ens.uabc.mx/pdf/normatividad/03_EstatutoEscolarUABC_ReformasDic032018.pdf)

Universidad Autónoma de Baja California. (2018b). *Modelo Educativo de la UABC 2018*. Universidad Autónoma de Baja California.  
<http://web.uabc.mx/formacionbasica/documentos/ModeloEducativodelaUABC2018.pdf>

Universidad Autónoma de Baja California. (2024). Convocatoria concurso de selección para el ingreso a la licenciatura 2025-1. Autor.

Universidad Autónoma de Baja California. (2019, diciembre 16). *Estatuto General de la Universidad Autónoma de Baja California*. Gaceta Universitaria.  
[https://sriagral.uabc.mx/externos/abogadogeneral/Reglamentos/Estatutos/02\\_EstatutoGeneralUABC\\_19-11-2019.pdf](https://sriagral.uabc.mx/externos/abogadogeneral/Reglamentos/Estatutos/02_EstatutoGeneralUABC_19-11-2019.pdf)

- Universidad Autónoma de Baja California. (2023). *Plan de desarrollo institucional 2023-2027*. Autor. [http://planeacion.uabc.mx/pdi2023/docs/UABC\\_PDI\\_2023-2027\\_Extendido.pdf](http://planeacion.uabc.mx/pdi2023/docs/UABC_PDI_2023-2027_Extendido.pdf)
- Universidad Autónoma de Baja California. (2023, abril 3). *Acuerdo por el que se crea la unidad de género, diversidad e inclusión educativa en la universidad Autónoma de Baja California*. Gaceta Universitaria. <https://gaceta.uabc.mx/edicionesanteriores/gaceta-524-edicion-especial>
- Universidad Autónoma de Baja California. (s. f.). *Biotecnología en Acuicultura* [página web]. <http://fcm.ens.uabc.mx/lic-acuicultura.php>
- Universidad Autónoma de Baja California. (s. f.). *Biotecnología en Acuicultura. Plan 2018-1*. [http://web.uabc.mx/formacionbasica/FichasPE/Lic en Biotecnologia en Acuicultura.pdf](http://web.uabc.mx/formacionbasica/FichasPE/Lic_en_Biotecnologia_en_Acuicultura.pdf)
- Universidad Autónoma de Baja California. (s. f.). *Facultad de Ciencias Marinas* [sitio web]. <http://fcm.ens.uabc.mx/>
- Universidad Autónoma de Baja California. (s. f.). *Licenciatura en Biotecnología en Acuicultura* [sitio web]. <http://fcm.ens.uabc.mx/lic-acuicultura.php>
- Universidad Autónoma de Baja California. *Programa Institucional de Orientación Educativa y Psicopedagogía 2024*. <https://fcays.ens.uabc.mx/orientacion-educativa-y-psicologica/>
- Universidad Autónoma de Baja California-Coordinación General de Formación Profesional. (2021). *Programa Flexible de Formación y Desarrollo Docente (PFFDD)*. [http://web.uabc.mx/formacionbasica/documentos/programa\\_flexible.pdf](http://web.uabc.mx/formacionbasica/documentos/programa_flexible.pdf)
- Universidad Autónoma de Baja California-Coordinación General y Departamento de Servicios Estudiantiles y Gestión Escolar. (2023). *Expo profesiones UABC 2023-2* [flyer]. Autor
- Universidad Autónoma de Baja California-Departamento de Control Patrimonial. (2024). *Reporte de ubicaciones por unidades académicas. Unidad Académica: 104-Facultad de Ciencias Marinas*.
- Universidad Autónoma de Baja California-Departamento de Control Patrimonial. (2024). *Padrón de artículos vigentes por departamentos. No. de empleado y ubicación*.



Universidad Autónoma de Baja California-Facultad de Ciencias Marinas. *Manual de Tutorías de la Facultad de Ciencias Marinas*.

Universidad Autónoma de Baja California-Facultad de Ciencias Marinas. (2023). *Informe de Servicio Social Profesional. Licenciatura en Biotecnología en Acuicultura*.

Universidad Autónoma de Baja California-Facultad de Ciencias Marinas. (2021). *Manual de organización y procedimientos*.  
[http://fcm.ens.uabc.mx/stuff/descargas/organizacionyprocedimientos/moyp\\_fcm.pdf](http://fcm.ens.uabc.mx/stuff/descargas/organizacionyprocedimientos/moyp_fcm.pdf)

Universidad Autónoma de Baja California. (2018). *Manual de organización y procedimientos*.  
[http://fcm.ens.uabc.mx/stuff/descargas/reglamentos/MOP\\_FCM.pdf](http://fcm.ens.uabc.mx/stuff/descargas/reglamentos/MOP_FCM.pdf)

Universidad Autónoma de Baja California-Oficina de Planeación y Desarrollo Institucional. (2021). *Catálogo del Sistema de Indicadores y Estadísticas Institucionales*. <http://indicadores.uabc.mx/indicadores/AcercaDe/downloadfile>

Universidad Autónoma de Nayarit. (2018). *Ingeniería en Acuicultura* [sitio web].  
<https://www.uan.edu.mx/es/ingenieria-en-acuicultura-nueva>

Universidad Autónoma de Sinaloa. 2016). *Licenciatura en Biólogo Acuicultor* [sitio web]. <http://facimar.maz.uasnet.mx/licenciatura-biologo-acuicultor/>

Universidad Católica del Norte. (s. f.). *Ingeniería en Acuicultura* [sitio web].  
<https://admision.ucn.cl/carreras/ciencias-del-mar/ingenieria-en-acuicultura/?tipo=academia>

Universidad Científica del Sur. (s. f.). *Ingeniería acuícola* [sitio web].  
<https://web.cientifica.edu.pe/ciencias-veterinarias-y-biologicas/ingenieria-acuicola>

Universidad de Concepción. (s. f.). *Ingeniero/a en Biotecnología Marina y Acuicultura* [sitio web]. <https://admision.udec.cl/ingenieria-en-biotecnologia-marina-y-acuicultura/>

Universidad de Córdoba. (s. f.). *Acuicultura* [sitio web].  
<https://www.unicordoba.edu.co/index.php/facultad-medicina-veterinaria-y-zootecnia/acuicultura/>

Universidad del Papaloapan. (s.f.). *Ingeniería en Acuicultura* [sitio web].  
[https://www.unpa.edu.mx/ing\\_acuicultura.html](https://www.unpa.edu.mx/ing_acuicultura.html)



- Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. (2016). *Ingeniería en Acuacultura* [sitio web]. <https://www.ujat.mx/102/3235>
- Vaca, J. G. (2018). *Manual de Organización y Procedimientos. Facultad de Ciencias Marinas*. Universidad Autónoma de Baja California.  
[http://fcm.ens.uabc.mx/stuff/descargas/reglamentos/MOP\\_FCM.pdf](http://fcm.ens.uabc.mx/stuff/descargas/reglamentos/MOP_FCM.pdf)
- Vaca, J. G. (2021). *Manual de Organización y Procedimientos. Facultad de Ciencias Marinas*. Universidad Autónoma de Baja California.  
[http://fcm.ens.uabc.mx/stuff/descargas/organizacionyprocedimientos/moyp\\_fcm.pdf](http://fcm.ens.uabc.mx/stuff/descargas/organizacionyprocedimientos/moyp_fcm.pdf)
- Zarza E. (2021). *La educación en ciencias del mar en México avances y perspectivas*. AM Editores.
- Zarza, E. y Serrano, A. (2017). *La Actividad Pesquera y Acuícola en México y Veracruz*. Centro de Estudios e Investigaciones para el Desarrollo Docente. pp.59-82.
- Zeta Tijuana, (18/04/2022). *Fábricas trasnacionales: contaminación y enfermedad en la frontera* [Noticia en sitio web]. <https://zetatijuana.com/2022/04/fabricas-trasnacionales-contaminacion-y-enfermedad-en-la-frontera/>

## 8. Evaluación de pares externos



Ciudad de México a 13 de enero de 2026.

Dra. Natalie Millán Aguiñaga  
Directora de la Facultad de Ciencias Marinas  
Universidad Autónoma de Baja California

PRESENTE

Asunto: Evaluación del Plan de Estudios del programa educativo de la Licenciatura en Biotecnología en Acuicultura

Tras haber realizado una revisión académica y con base en los criterios de pertinencia, congruencia y calidad educativa, se emite el presente dictamen respecto al plan de estudios de la Licenciatura en Biotecnología en Acuicultura.

- Pertinencia del Plan de Estudios de la Licenciatura en Biotecnología en Acuicultura.

El Plan de Estudios es altamente pertinente ya que responde de manera clara a las necesidades actuales y futuras del contexto social, científico y profesional relacionados con la actividad acuícola en el país.

En relación al contexto social, el Plan de Estudios favorece la generación de alimentos acuícolas tanto en regiones costeras como de aguas interiores, favoreciendo así la seguridad alimentaria y creación de empleo de las diferentes regiones del país. Del mismo modo, incorpora asignaturas fundamentales en biología, química, bioquímica y genética, así como materias especializadas en nutrición acuícola, biotecnología aplicada y bioseguridad, alineadas con los avances científicos y tecnológicos del sector acuícola a nivel internacional.

Además, una vez que se ha finalizado el Plan de Estudios, se contempla formar egresados capaces de responder a las exigencias de la industria acuícola nacional, mediante el manejo de sistemas intensivos de cultivo, conocimiento de la normatividad, innovación en procesos productivos y transferencia tecnológica. En el presente Plan de Estudios se enseñan las bases para el cultivo de especies emergentes, no solo de consumo sino también ornamentales (especies de un alto valor comercial). Por otro lado, a lo largo del Plan de Estudios se observa una clara tendencia para que los estudiantes dominen la aplicación de biotecnología molecular en acuicultura, lo que ampliará de una manera considerable el horizonte profesional de los egresados.

Un aspecto a resaltar es la incorporación de una materia que se brindará completamente en idioma inglés (de manera obligatoria), lo que facilitará la posible

LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA ACUÁTICA  
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA - UNIDAD XOCHIMILCO  
Calzada del Hueso 1100, Col. Villa Quietud, C.P. 04960 México, D.F. Tels. 5483 7000. Ext. 2244

incorporación de los alumnos en el extranjero, al dominar la terminología y procedimientos acuícolas que se utilizan de manera internacional

- Congruencia del Programa de la Licenciatura en Biotecnología en Acuicultura.

El Plan de Estudios presenta una gran congruencia entre el perfil de egreso, las competencias, el mapa curricular, las asignaturas y las estrategias de evaluación del aprendizaje

En particular, el Plan de Estudios presenta una progresión lógica desde los fundamentos básicos hacia la especialización y aplicación práctica, con un buen equilibrio entre teoría y laboratorio. En donde las asignaturas están diseñadas para desarrollar competencias de manera gradual y coherente, lo que facilitará el proceso de enseñanza-aprendizaje. Favoreciendo así que los egresados sean capaces de incorporarse de una manera óptima tanto a estudios de posgrado como a la industria. En relación a las estrategias de evaluación, hay una clara tendencia a que los alumnos sean evaluados de manera teórico-práctica en gran parte del mapa curricular, lo que favorecerá ampliamente su capacidad de emprender cualquier tipo de cultivo.

Por otro lado, el perfil de egreso está orientado a generar profesionales con capacidad científica, técnica y ética para innovar en acuicultura y contribuir al desarrollo sostenible del sector acuícola nacional.

En conclusión, el Plan de Estudios de la Licenciatura en Biotecnología en Acuicultura de la Facultad de Ciencias Marinas de la UABC, presenta una gran pertinencia frente a las necesidades sociales, científicas y profesionales de México. Del mismo modo, es congruente entre perfil de egreso, competencias, asignaturas y estrategias de evaluación. Por lo tanto, garantiza la formación de egresados capaces de enfrentar los retos actuales y futuros de la industria acuícola.

Sin embargo, se recomienda su continuidad y actualización periódica para mantener su vigencia frente a los avances científicos y las demandas de la industria acuícola nacional e internacional.

Atentamente,



Dr. José Antonio Mata Sotres  
Profesor Titular C  
Departamento El Hombre y su Ambiente  
Universidad Autónoma Metropolitana - Xochimilco  
jmata@correo.xoc.uam.mx

LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA ACUÁTICA  
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA - UNIDAD XOCHIMILCO  
Calzada del Hueso 1100, Col. Villa Quietud, C.P. 04960 México, D.F. Tels. 5483 7000. Ext. 2244



# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

CENTRO UNIVERSITARIO DE LA COSTA SUR/ SECRETARÍA ACADÉMICA  
DOCTORADO EN CIENCIAS EN BIOSISTEMÁTICA, ECOLOGÍA Y MANEJO DE RECURSOS NATURALES Y  
AGRÍCOLAS (BEMARENA)  
ORIENTACIÓN ECOLOGÍA Y MANEJO DE RECURSOS COSTEROS Y MARINOS

DRA. NATALIE MILLÁN AGUIÑAGA  
Directora de la Facultad de Ciencias Marinas  
Universidad Autónoma de Baja California

En respuesta a su atenta invitación de fungir como evaluador externo de la propuesta de modificación del Plan de Estudios del programa educativo de Licenciatura en Biotecnología en Acuicultura, me permito dar respuesta a las dos preguntas orientadoras, en base a lo expuesto en la propuesta enviada:

**¿El plan de estudios es pertinente y responde de manera clara a las necesidades actuales y futuras del contexto social, científico y profesional?**

CONSIDERO QUE EL PLAN DE ESTUDIO ES PERTINENTE Y RESPONDE DE MANERA CLARA A LAS DEMANDAS ACTUALES Y FUTURAS EN EL CONTEXTO SOCIAL, CIENTÍFICO Y PROFESIONAL, NO SOLO A NIVEL REGIONAL-NACIONAL, SINO DA RESPUESTA A NECESIDADES GLOBALES, QUE COADYUVEN A LA SEGURIDAD ALIMENTARIA.

Tales como:

- La demanda creciente de alimentos de alta calidad nutricional y al alcance de toda la población civil.
- Fomentar el desarrollo sustentable, que garantice la bioseguridad y trazabilidad de los alimentos.
- La demanda de una formación integral de profesionales en biotecnología acuícola con saberes científicos, tecnológico y realidad social, formados con valores que fortalezca su sentido de pertenencia a su entorno natural y social es decir comprometidos con el desarrollo sustentable.

Por lo expuesto en su consulta a egresados, así como a los empleadores de los profesionales formados en el plan de estudios vigente y los académicos involucrados, considero en lo general oportuno y pertinente las modificaciones hechas e incluidas en la presente propuesta. Para dar respuesta a las demandas arriba referidas, entre ellas la formación más especializada y flexible, oportuna con el ritmo acelerado del desarrollo de la tecnología y la ciencia en el área de la acuicultura. La propuesta atiende la demanda de ajuste de la distribución curricular y la integración de conocimiento.





# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

CENTRO UNIVERSITARIO DE LA COSTA SUR/ SECRETARÍA ACADÉMICA  
DOCTORADO EN CIENCIAS EN BIOSISTEMÁTICA, ECOLOGÍA Y MANEJO DE RECURSOS NATURALES Y  
AGRÍCOLAS (BEMARENA)  
ORIENTACIÓN ECOLOGÍA Y MANEJO DE RECURSOS COSTEROS Y MARINOS

## ¿Existe congruencia entre el perfil de egreso, las competencias, el mapa curricular, las asignaturas y las estrategias de evaluación del aprendizaje?

Considero alineados el perfil de egreso, las competencias a desarrollar, el mapa curricular a seguir, las unidades de aprendizaje propuestas y las estrategias de evaluación a seguir, CONSIDERO SON CONGRUENTES.

## COMENTARIOS

La propuesta "Licenciatura en Biotecnología en Acuicultura":

- Es pertinente y apuesta a una formación integral en conocimientos científicos y tecnológicos, así como humanista de un profesional egresado de esta propuesta.
- En su mapa curricular denota una excelente distribución curricular (unidades de aprendizaje obligatorias y optativas) que aseguran la flexibilidad y la apropiación del conocimiento, por el estudiante en formación, del saber básico, de enlace y de integración, organizadas en tres etapas (básica, disciplinaria y terminal), lo que da certeza de alcanzar el perfil de egreso propuesto. Además, incorpora mejoras en herramientas moleculares y de bioinformática, pretende subsanar carencias en conocimientos básicos de matemáticas, biología y química.
- Está alineada con la Misión, Visión y Modelo educativo institucional, al considerar como ejes el humanismo, el constructivismo y la educación a lo largo de la vida. De igual forma está alineada, respectivamente, con la misión y visión de la Facultad de Ciencias Marinas.
- La Facultad de Ciencias Marinas cuenta con una reconocida plantilla docente de muy alta calidad, robusta de 159 profesores (106 doctores y 41 maestros), de los cuales 46 son Profesores de Tiempo Completo 85% de estos tienen reconocimiento SNI y perfil deseable. Organizados con 11 cuerpos académicos, de los cuales 6 son clave para el programa educativo. Lo cual da certeza académica para cubrir el plan de estudios propuesto. Además, de contar con la infraestructura física adecuada para la enseñanza y la investigación, al contar con 12 edificios con aulas equipadas para clases teóricas y prácticas, 22 laboratorios y 54 salas experimentales para prácticas curriculares. Acceso a biblioteca central y salas de cómputo con software especializado. Además de contar con Programas institucionales de Tutoría y Sistemas de Evaluación, reconocidos y viables.

Av. V. Gómez Farías 82, San Patricio-Melaque, Jalisco 48980. Tels 315 3556330 y 31  
[www.cucsur.udg.mx](http://www.cucsur.udg.mx) <http://www.cucsur.udg.mx/?q=bemarena>



# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

CENTRO UNIVERSITARIO DE LA COSTA SUR/ SECRETARÍA ACADÉMICA  
DOCTORADO EN CIENCIAS EN BIOSISTEMÁTICA, ECOLOGÍA Y MANEJO DE RECURSOS NATURALES Y  
AGRÍCOLAS (BEMARENA)  
ORIENTACIÓN ECOLOGÍA Y MANEJO DE RECURSOS COSTEROS Y MARINOS

## OBSERVACIONES:

En lo particular me permito hacer las siguientes observaciones:

- Observo la incorporación de Unidades de aprendizaje importantes del área de Tecnologías de la información y de Inteligencia artificial, entre otras. Respecto, a la unidad de aprendizaje "Inteligencia artificial en la acuicultura", ubicada en el Mapa curricular en la etapa disciplinaria y con carácter obligatorio, sugiero hacerla optativa y reforzarla con cursos o talleres paralelos al mapa curricular. No encontré contenido relacionado al área de ecotoxicología, la cual recomiendo considerar incluirla.
- Respecto a las Unidades de aprendizaje: Marco legal para la acuicultura (18), Administración de empresas acuícolas (24), Economía circular acuícola (30), Procesos de gestión acuícola (36), Planes de negocio (40) y Desarrollo de pequeñas y medianas empresas (44), todas del área económica administrativa, su incorporación resulta relevante para fortalecer la gestión, la normatividad y la toma de decisiones en proyectos acuícolas, estimo que dichas competencias cumplen una función transversal y de apoyo a la formación técnico-científica del biotecnólogo en acuicultura. Pero observo una seriación obligada, lo que los invito a reflexionar y analizar un escenario de **no acreditación** de alguna de ellas, puede influir directamente en la permanencia y el egreso oportuno del estudiantado, al condicionar el acceso y la conclusión de las líneas terminales en tiempo y forma, lo que eventualmente podría impactar en el número de egresados del programa. Por lo anterior, recomiendo valorar su integración bajo un enfoque flexible, ya sea como unidades no seriadas, optativas estratégicas o contenidos articulados en asignaturas técnicas y de proyectos, con el fin de preservar la flexibilidad curricular de la propuesta, fortalecer la trayectoria académica del estudiante y asegurar el cumplimiento del perfil de egreso planteado. Lo que pudiera integrar un nuevo Certificado, ya que coadyuvar al desarrollo de competencias específicas y especializadas del área económica-administrativa necesarias para fortalecer el perfil de egreso referido en esta propuesta; en línea con la FLEXIBILIDAD institucional. A pesar de la plantilla numerosa y de muy alta observé: En el equipo de diseño de las seis unidades de aprendizaje de esta área, observo la participación de solo tres académicos, y de los estos solo dos académicos participan en cuatro. Supongo que son solo el número que hay en la plantilla.
- Otro contenido, que recomiendo reconsiderar incluir, son la unidad de emprendimiento acuícola rural, considerando el alto grado de marginación y pobreza en nuestro país, donde núcleos poblacionales de muy pocos



# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

CENTRO UNIVERSITARIO DE LA COSTA SUR/ SECRETARÍA ACADÉMICA  
DOCTORADO EN CIENCIAS EN BIOSISTEMÁTICA, ECOLOGÍA Y MANEJO DE RECURSOS NATURALES Y  
AGRÍCOLAS (BEMARENA)  
ORIENTACIÓN ECOLOGÍA Y MANEJO DE RECURSOS COSTEROS Y MARINOS

habitantes, e integrados por adultos mayores y niños (abuelos y nietos, generalmente), carentes de servicios esenciales como energía eléctrica sufren estados graves de desnutrición, a pesar de contar con recurso hídrico. Lo que constituye un reto profesional y ético para los egresados y profesionales del área de la acuicultura.

- No encontré en la información anexada las unidades de aprendizaje de Procesos de gestión acuícola, Bioquímica acuícola y la de Microbiología.
- Recomiendo un seguimiento oportuno a los programas de Tutorías, Servicio social y Prácticas profesionales, para el aseguramiento pleno de que el egresado del plan de estudio propuesto ALCANCE EL PERFIL DE EGRESO plasmado.

Atentamente

San Patricio-Melaque, Cihuatlán, Jal., 13 de enero de 2026

Dr. Adrián Tintos Gómez

Código UdeG: 2951310

CVU: 253018

[adrian.tintos@academicos.udg.mx](mailto:adrian.tintos@academicos.udg.mx)

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-7530-416X>.



En la tabla 11 se integran observaciones de los pares externos relacionadas con el plan de estudios y la atención dentro de la propuesta de modificación curricular.

**Tabla 11**

*Atención de observaciones de pares externos.*

| Observaciones                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Resolución o justificación                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Universidad de Guadalajara</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| <p>Observo la incorporación de Unidades de aprendizaje importantes del área de Tecnologías de la información y de Inteligencia artificial, entre otras. Respecto, a la unidad de aprendizaje “Inteligencia artificial en la acuicultura”, ubicada en el Mapa curricular en la etapa disciplinaria y con carácter obligatorio, sugiero hacerla optativa y reforzarla con cursos o talleres paralelos al mapa curricular. No encontré contenido relacionado al área de ecotoxicología, la cual recomiendo considerar incluirla.</p> | <p>Las funciones que actualmente desempeñan las personas egresadas de este programa educativo, se están transformando rápidamente ante los nuevos desafíos globales. Las tendencias emergentes exigen una evolución profesional hacia la administración de la producción, genómica, bacteriología, bioquímica molecular, sistemas de información geográfica, automatización, sensores, inteligencia artificial aplicada y análisis avanzado de datos. Por tal motivo, el área de tecnología de la información y de inteligencia artificial se promueve en esta nueva propuesta de manera transversal durante las tres etapas de formación y de manera explícita en 18 cursos obligatorios. Asimismo, se creó un curso emergente de “Inteligencia artificial en la acuicultura” enfocado en el análisis de datos y la utilización de diversas herramientas tecnológicas. Esta integración responde a la necesidad de formar profesionales de vanguardia capaces de innovar y aplicar conocimientos avanzados para enfrentar los desafíos del sector, con una perspectiva hacia un futuro tecnológicamente avanzado.</p> <p>Respecto al área de ecotoxicología, en esta nueva propuesta se incluye en la línea terminal de salud integral acuícola, el curso optativo de “Toxicología”, donde se abordarán estos temas.</p> |
| <p>Respecto a las Unidades de aprendizaje: Marco legal para la acuicultura (18), Administración de empresas acuícolas (24), Economía circular acuícola (30), Procesos de gestión acuícola (36), Planes de negocio (40) y Desarrollo de pequeñas y medianas</p>                                                                                                                                                                                                                                                                    | <p>Para atender a esta observación, se sugiere que no haya seriación obligatoria entre la materia de Procesos de Gestión Acuícola y Planes de Negocio, ya que esto permitirá que otros programas educativos cursen “Planes de Negocio” y promueve la flexibilidad</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |



| Observaciones                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Resolución o justificación                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>empresas (44), todas del área económica administrativa, su incorporación resulta relevante para fortalecer la gestión, la normatividad y la toma de decisiones en proyectos acuícolas, estimo que dichas competencias cumplen una función transversal y de apoyo a la formación técnico-científica del biotecnólogo en acuicultura. Pero observo una seriación obligada, lo que los invito a reflexionar y analizar un escenario de no acreditación de alguna de ellas, puede influir directamente en la permanencia y el egreso oportuno del estudiantado, al condicionar el acceso y la conclusión de las líneas terminales en tiempo y forma, lo que eventualmente podría impactar en el número de egresados del programa. Por lo anterior, recomiendo valorar su integración bajo un enfoque flexible, ya sea como unidades no seriadas, optativas estratégicas o contenidos articulados en asignaturas técnicas y de proyectos, con el fin de preservar la flexibilidad curricular de la propuesta, fortalecer la trayectoria académica del estudiante y asegurar el cumplimiento del perfil de egreso planteado. Lo que pudiera integrar un nuevo Certificado, ya que coadyuvan al desarrollo de competencias específicas y especializadas del área económica-administrativa necesarias para fortalecer el perfil de egreso referido en esta propuesta; en línea con la FLEXIBILIDAD institucional.</p> | <p>curricular. Sin embargo, se sugiere que estas asignaturas queden con seriación recomendada.</p> <p>Respecto a los certificados, se propone el certificado en Gestión Estratégica para la Acuicultura Sustentable, el cual se integra con los cursos siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Planeación Estratégica en Acuicultura</li> <li>• Mercadotecnia en Acuicultura</li> <li>• Educación Financiera</li> </ul>                                                                                                                                                               |
| <p>A pesar de la plantilla numerosa y de muy alta observé: En el equipo de diseño de las seis unidades de aprendizaje de esta área, observo la participación de solo tres académicos, y de los estos solo dos académicos participan en cuatro. Supongo que son solo el número que hay en la plantilla.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | <p>La participación de un número acotado de académicos en el diseño de las unidades de aprendizaje del área de Gestión Estratégica para la Acuicultura Sostenible responde a una decisión académica intencional orientada a garantizar la coherencia, profundidad disciplinar y calidad pedagógica de la propuesta curricular, más que a una limitación de la plantilla institucional. Los profesores involucrados cuentan con experiencia comprobada en gestión, planeación estratégica, economía acuícola y diseño curricular, lo que permitió asegurar la alineación conceptual, metodológica y</p> |

| Observaciones                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Resolución o justificación                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | <p>competencial entre las seis unidades de aprendizaje, evitando redundancias y fragmentación de contenidos. Asimismo, el diseño de los programas se apoyó en insumos colegiados derivados de consultas a empleadores, estudiantes, egresados y organismos acreditadores, lo que amplió la perspectiva más allá del número de autores directos. Esta estrategia es congruente con los procesos institucionales de la UABC, donde la calidad académica, la pertinencia profesional y la coherencia curricular prevalecen sobre criterios meramente cuantitativos de participación docente, sin limitar la posterior incorporación de otros académicos en la implementación, actualización y mejora continua de las unidades de aprendizaje.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| <p>Otro contenido, que recomendando reconsiderar incluir, son la unidad de emprendimiento acuícola rural, considerando el alto grado de marginación y pobreza en nuestro país, donde núcleos poblacionales de muy pocos habitantes, e integrados por adultos mayores y niños (abuelos y nietos, generalmente), carentes de servicios esenciales como energía eléctrica sufren estados graves de desnutrición, a pesar de contar con recurso hídrico. Lo que constituye un reto profesional y ético para los egresados y profesionales del área de la acuicultura.</p> | <p>Se reconoce plenamente la pertinencia de la observación, la cual pone de manifiesto un reto profesional, social y ético prioritario para la acuicultura en el contexto nacional. La atención a escenarios rurales caracterizados por alta marginación, limitaciones de infraestructura y vulnerabilidad alimentaria constituye un eje formativo fundamental del perfil de egreso del programa. En este sentido, el plan de estudios no concibe el emprendimiento acuícola rural como una unidad aislada, sino como una competencia transversal que se desarrolla de manera progresiva a lo largo de la formación académica.</p> <p>El nuevo plan de estudios de la Licenciatura en Biotecnología en Acuicultura contempla una formación integral que permite al estudiantado comprender, analizar y actuar en una amplia diversidad de contextos productivos, ambientales y sociales. Las asignaturas de biotecnología de peces, crustáceos y moluscos proporcionan los fundamentos biológicos y técnicos para el manejo del ciclo productivo completo de las especies, mientras que las asignaturas de sistemas acuícolas e ingeniería de proyectos acuícolas brindan herramientas para el</p> |

| Observaciones                                                                                                                                                                                                                        | Resolución o justificación                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                      | <p>diseño y adaptación de unidades de producción bajo distintas escalas, tecnologías, densidades y niveles de infraestructura.</p> <p>De manera complementaria, las asignaturas del área administrativa fortalecen la capacidad del estudiante para diseñar, gestionar y liderar proyectos con diversos objetivos productivos y sociales, incorporando criterios de viabilidad económica, uso eficiente del recurso hídrico, normatividad, responsabilidad social y ética profesional. En conjunto, esta formación permite que el egresado cuente con las competencias necesarias para desempeñarse y tomar decisiones en condiciones muy diversas, desde sistemas tecnificados hasta producciones rurales con recursos limitados, incluyendo unidades de emprendimiento acuícola orientadas a la seguridad alimentaria, el desarrollo comunitario y la atención de poblaciones en situación de vulnerabilidad.</p> |
| <p>Recomiendo un seguimiento oportuno a los programas de Tutorías, Servicio social y Prácticas profesionales, para el aseguramiento pleno de que el egresado del plan de estudio propuesto alcance el perfil de egreso plasmado.</p> | <p>La UABC cuenta con un programa institucional de Tutorías, Servicio social y Prácticas profesionales, en el cual se tiene asignado a un profesor responsable por programa dentro de la unidad de adscripción (FCM). En esta propuesta curricular, se describe en los apartados servicio social, prácticas profesionales, tutorías.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |

Fuente: Elaboración propia.

## 9. Anexos

### 9.1. Anexo 1. Formatos metodológicos



## UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

### COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN PROFESIONAL

#### Anexo 1. Formatos metodológicos para la modificación del plan de estudios de la Licenciatura en Biotecnología en Acuicultura.

| FORMATO 1. PROBLEMÁTICAS Y COMPETENCIAS PROFESIONALES                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Problemáticas                                                                                                                                                                                                                   | Competencia profesional                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Ámbitos                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 1. Baja capacidad del sector acuícola nacional para contribuir a satisfacer la demanda de alimentos, debido a la limitada capacitación técnica, eficiencia productiva, tecnológica y de diversificación de especies cultivadas. | Implementar y adaptar tecnologías de cultivo y manejo acuícola, mediante el análisis técnico de sistemas existentes y la aplicación de soluciones innovadoras acordes a distintas especies y entornos, para mejorar la producción de especies de importancia comercial de forma eficiente y sostenible, respondiendo a las condiciones socioambientales y económicas del país, con ética profesional y responsabilidad. | Incidencia en el ámbito local, regional, nacional e internacional, en centros de producción, proyectos comunitarios y sistemas de cultivo comercial.<br><br>Líneas terminales: Producción Acuícola, Biotecnología y Emprendimiento Acuícola Sostenible                   |
| 2. Poca vinculación entre el conocimiento científico-técnico y las necesidades reales de los sectores privado, público y social, lo que limita la generación de proyectos innovadores y viables en acuicultura.                 | Diseñar y gestionar proyectos acuícolas integrales, utilizando metodologías participativas, modelos de negocio sustentables y herramientas tecnológicas de acuicultura, para atender problemáticas productivas, sociales y ambientales en contextos locales y regionales, con actitud emprendedora, ética profesional, compromiso y responsabilidad social.                                                             | Incidencia directa en el ámbito local y regional, con proyección nacional e internacional, en comunidades pesqueras, cooperativas, empresas y organizaciones sociales.<br><br>Líneas terminales: Emprendimiento Acuícola Sostenible, Producción Acuícola y Biotecnología |
| 3. La producción acuícola enfrenta desafíos en la generación de alimentos balanceados y productos de alta calidad, seguros y sostenibles, por limitaciones en manejo, nutrición, sanidad y uso eficiente de tecnologías.        | Desarrollar procesos biotecnológicos y técnicas de cultivo optimizadas, a través del uso de herramientas bioquímicas, microbiológicas y biotecnológicas, para mejorar la calidad, inocuidad y valor nutricional de los productos acuícolas, con responsabilidad, ética profesional y respeto por el ambiente.                                                                                                           | Incidencia directa en el ámbito local y regional, con proyección nacional e internacional, en comunidades pesqueras, cooperativas, empresas y organizaciones sociales.<br>Líneas terminales: Producción Acuícola, Biotecnología, Salud Integral Acuícola.                |
| 4. Presencia de enfermedades en organismos acuáticos                                                                                                                                                                            | Prevenir, controlar y manejar enfermedades en organismos acuáticos por medio del conocimiento                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Incidencia directa en el ámbito local y regional, con proyección nacional e internacional, en                                                                                                                                                                            |

|                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| derivadas de falta de manejo adecuado y cambio climático que generan pérdidas económicas, riesgos sanitarios y ambientales.                                                                                                                     | de la biología y ecología de patógenos, métodos de diagnóstico, medidas sanitarias y de bioseguridad de las principales enfermedades que afectan a los organismos de importancia comercial en los sistemas acuícolas para garantizar la salud de los organismos y reducir impactos sanitarios y ambientales, con proactividad, responsabilidad e integridad.                                                                                      | comunidades pesqueras, cooperativas, laboratorios de diagnóstico, centros de investigación, empresas y organizaciones sociales.<br><br>Líneas terminales: Producción Acuícola, Biotecnología, Salud Integral Acuícola.                                                                                                                       |
| 5. La acuicultura enfrenta crecientes desafíos derivados del cambio climático, el deterioro ambiental y prácticas de manejo inadecuadas, lo que compromete la sostenibilidad de la producción que impactan sobre la cadena de valor del sector. | Diseñar e implementar estrategias de manejo acuícola resilientes y sostenibles, mediante el análisis de riesgos ambientales, la adaptación de tecnologías apropiadas y la integración de enfoques socio-ecosistémicos, para mitigar los impactos del cambio climático y fortalecer la sostenibilidad en toda la cadena de valor acuícola, con responsabilidad ambiental y social, con pensamiento crítico, ética profesional y compromiso social. | Ámbito local, regional, nacional e internacional, en sistemas de cultivo acuícola, cooperativas, empresas productoras, organismos públicos y proyectos de adaptación al cambio climático y sostenibilidad ambiental en el sector acuícola.<br><br>Líneas terminales: Producción Acuícola, Biotecnología y Emprendimiento Acuícola Sostenible |

| FORMATO 2. IDENTIFICACIÓN DE LAS COMPETENCIAS ESPECÍFICAS QUE INTEGRAN CADA COMPETENCIA PROFESIONAL                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Competencia profesional                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Competencias específicas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 1. Implementar y adaptar tecnologías de cultivo y manejo acuícola, mediante el análisis técnico de sistemas existentes y la aplicación de soluciones innovadoras acordes a distintas especies y entornos, para mejorar la producción de especies de importancia comercial de forma eficiente y sostenible, respondiendo a las condiciones socioambientales y económicas del país, con ética profesional y responsabilidad. | 1.1. Analizar las tecnologías de producción existentes en el sector acuícola, mediante visitas a los sectores y estudios de caso, para adaptarlas a las necesidades socioeconómicas del país, con una actitud crítica y responsabilidad social.                                                                                                                                                      |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 1.2. Diseñar sistemas de cultivo acuícola adaptados a distintas especies y entornos, mediante la integración de conocimientos técnicos, condiciones ambientales y requerimientos biológicos, para aumentar la eficiencia productiva y diversificar la oferta acuícola nacional, con responsabilidad, ética profesional, compromiso ambiental y pensamiento crítico.                                  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 1.3. Aplicar y adaptar estrategias de manejo en alimentación, reproducción, producción y control ambiental en organismos acuáticos, basándose en parámetros y criterios de eficiencia productiva para incrementar el rendimiento de los cultivos y mejorar la disponibilidad de alimentos, con disciplina, honestidad, pensamiento analítico y respeto a la vida acuática y al ambiente.             |
| 2. Diseñar y gestionar proyectos acuícolas integrales, utilizando metodologías participativas, modelos de negocio sustentables y herramientas tecnológicas de acuicultura, para atender problemáticas productivas, sociales y ambientales en contextos locales y regionales, con actitud emprendedora, ética profesional, compromiso y responsabilidad social.                                                             | 2.1. Analizar las problemáticas del sector acuícola, mediante estudio de casos, visitas técnicas a unidades de producción y entrevistas, para desarrollar proyectos vinculados con las necesidades del mercado y los actores clave de los sectores productivo, público y social, con actitud analítica y conciencia social.                                                                          |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 2.2. Planificar y diseñar proyectos acuícolas integrales, sostenibles e innovadores en materia de bienestar e impacto ambiental, a través de metodologías de formulación de proyectos, análisis técnico y selección de tecnologías acuícolas para atender necesidades reales del entorno con soluciones innovadoras, factibles y ambientalmente responsables, con creatividad y respeto al ambiente. |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 2.3. Gestionar proyectos acuícolas mediante el análisis de datos, evaluación de proyecciones financieras y económicas, estudio de mercado, uso de plataformas digitales y modelos organizacionales aplicables al sector, para fortalecer su viabilidad integral y fomentar su implementación efectiva, con actitud emprendedora, liderazgo y trabajo colaborativo.                                   |
| 3. Desarrollar procesos biotecnológicos y técnicas de cultivo optimizadas, mediante la formulación eficiente de alimentos balanceados y la aplicación de herramientas microbiológicas, biotecnológicas y económicas, con el objetivo de mejorar la calidad, inocuidad y valor nutricional de los productos acuícolas, con responsabilidad, ética profesional y respeto al ambiente.                                        | 3.1. Analizar la calidad, inocuidad y trazabilidad de los productos, mediante el uso de técnicas biotecnológicas, indicadores productivos, sanitarios y ambientales, para identificar deficiencias y oportunidades de mejora en calidad, eficiencia y sostenibilidad, con actitud crítica, honesta, responsable y respeto al ambiente.                                                               |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 3.2. Evaluar los procesos biotecnológicos en la acuicultura, mediante el análisis de calidad, de parámetros biológicos y desempeño sanitario, para incrementar la calidad y la inocuidad de los productos acuícolas, con actitud creativa, pensamiento crítico y responsabilidad social.                                                                                                             |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 3.3. Desarrollar propuestas innovadoras para mejorar la producción de alimento para acuicultura, mediante la implementación de herramientas biotecnológicas en nutrición,                                                                                                                                                                                                                            |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | <p>salud y manejo ambiental, para garantizar alimentos más seguros, nutritivos y sostenibles, con ética profesional y conciencia ambiental.</p> <p>3.4. Formular alimentos balanceados y funcionales para organismos acuícolas, mediante el uso de ingredientes de alta calidad, incluyendo harinas e insumos alternativos, apoyados en el análisis nutricional, pruebas de eficiencia alimenticia y criterios de sostenibilidad, para mejorar el desempeño productivo, la salud, la calidad final del producto acuícola, reducir los impactos ambientales y los costos de producción, con ética profesional y compromiso con la seguridad alimentaria.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 4. Prevenir, controlar y manejar enfermedades en organismos acuáticos por medio del conocimiento de la biología y ecología de patógenos, métodos de diagnóstico, medidas sanitarias y de bioseguridad de las principales enfermedades que afectan a los organismos de importancia comercial en los sistemas acuícolas para garantizar la salud de los organismos y reducir impactos sanitarios, económicos y ambientales, con proactividad, responsabilidad e integridad. | <p>4.1. Identificar y caracterizar agentes patógenos presentes en organismos acuáticos, mediante el análisis bibliográfico, observación clínica, técnicas de laboratorio y revisión de condiciones ambientales, para establecer cuadros clínicos y comprender los mecanismos de propagación y transmisión de enfermedades, con actitud crítica, bienestar animal y respeto al ambiente.</p> <p>4.2. Interpretar signos de enfermedades en organismos acuáticos, mediante el análisis de cuadros clínicos, relación con factores ambientales y uso de pruebas de diagnóstico, para identificar correctamente los agentes causales y establecer estrategias de manejo sanitario, con responsabilidad, criterio científico, compromiso con el bienestar animal y cuidado del entorno.</p> <p>4.3. Desarrollar protocolos de prevención, control y manejo de enfermedades en sistemas acuícolas, mediante la aplicación de medidas de bioseguridad y normatividad, para garantizar la sanidad de los cultivos y reducir riesgos económicos, sanitarios y ambientales, con integridad, bienestar animal y responsabilidad ambiental.</p>                                                                                             |
| 5. Diseñar e implementar estrategias de manejo acuícola resilientes y sostenibles, mediante el análisis de riesgos ambientales, la adaptación de tecnologías apropiadas y la integración de enfoques socio-ecosistémicos, para mitigar los impactos del cambio climático y fortalecer la sostenibilidad en toda la cadena de valor acuícola, con responsabilidad ambiental y social, con pensamiento crítico, ética profesional y compromiso social.                      | <p>5.1. Analizar riesgos ambientales y sanitarios en sistemas acuícolas, mediante el estudio de variables climáticas, ecológicas y socioeconómicas, con base en evidencia científica y herramientas de diagnóstico participativo, para identificar vulnerabilidades y proponer medidas de mitigación que fortalezcan la resiliencia productiva, con pensamiento crítico y compromiso con la sostenibilidad.</p> <p>5.2. Adaptar e implementar tecnologías acuícolas apropiadas y resilientes, mediante el análisis de los efectos del cambio climático, las condiciones locales y el bienestar de los organismos cultivados, para optimizar la eficiencia de la producción, minimizar los impactos y promover la sostenibilidad de los sistemas, con pensamiento crítico y responsabilidad ambiental.</p> <p>5.3. Diseñar estrategias de manejo acuícola basadas en enfoques socio-ecosistémicos, mediante la participación de actores locales, el respeto a los saberes comunitarios y la articulación de criterios ecológicos y sociales, para conservar los ecosistemas, fortalecer la equidad social y contribuir a una acuicultura sostenible e inclusiva, con sensibilidad intercultural y responsabilidad ambiental.</p> |



| <b>FORMATO 3. ESTABLECIMIENTO DE LAS EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                         |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Competencia profesional 1:</b> Implementar y adaptar tecnologías de cultivo y manejo acuícola, mediante el análisis técnico de sistemas existentes y la aplicación de soluciones innovadoras acordes a distintas especies y entornos, para mejorar la producción de especies de importancia comercial de forma eficiente y sostenible, respondiendo a las condiciones socioambientales y económicas del país, con ética profesional y responsabilidad. |                                                                                                                                                                                         |
| <b>Competencias específicas</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | <b>Evidencias de aprendizaje</b>                                                                                                                                                        |
| 1.1. Analizar las tecnologías de producción existentes en el sector acuícola, mediante visitas a los sectores y estudios de caso, para adaptarlas a las necesidades socioeconómicas del país, con una actitud crítica y responsabilidad social.                                                                                                                                                                                                           | Reportes escritos, ponencias y/o material didáctico sobre las tecnologías de producción existentes en el sector acuícola, que tomen en cuenta las necesidades socioeconómicas del país. |
| 1.2. Diseñar sistemas de cultivo acuícola adaptados a distintas especies y entornos, mediante la integración de conocimientos técnicos, condiciones ambientales y requerimientos biológicos, para aumentar la eficiencia productiva y diversificar la oferta acuícola nacional, con responsabilidad, ética profesional, compromiso ambiental y pensamiento crítico.                                                                                       | Proyectos de sistemas de cultivo acuícola adaptados a distintas especies y entornos, que propongan aumentar la eficiencia productiva y diversifiquen la oferta acuícola nacional.       |
| 1.3. Aplicar y adaptar estrategias de manejo en alimentación, reproducción, producción y control ambiental en organismos acuáticos, basándose en parámetros y criterios de eficiencia productiva para incrementar el rendimiento de los cultivos y mejorar la disponibilidad de alimentos, con disciplina, honestidad, pensamiento analítico y respeto a la vida acuática y al ambiente.                                                                  | Reportes escritos, ponencias y/o material didáctico sobre las estrategias de manejo en alimentación, reproducción, producción y control ambiental.                                      |
| <b>Competencia profesional 2:</b><br>Diseñar y gestionar proyectos acuícolas integrales, utilizando metodologías participativas, modelos de negocio sustentables y herramientas tecnológicas de acuicultura, para atender problemáticas productivas, sociales y ambientales en contextos locales y regionales, con actitud emprendedora, ética profesional, compromiso y responsabilidad social.                                                          |                                                                                                                                                                                         |
| <b>Competencias específicas</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | <b>Evidencias de aprendizaje</b>                                                                                                                                                        |
| 2.1. Analizar las problemáticas del sector acuícola, mediante estudio de casos, visitas técnicas a unidades de producción y entrevistas, para desarrollar proyectos vinculados con las necesidades del mercado y los actores clave de los sectores productivo, público y social, con actitud analítica y conciencia social.                                                                                                                               | Reportes escritos, ponencias y/o material didáctico donde reconozcan las problemáticas del sector acuícola.                                                                             |
| 2.2. Planificar y diseñar proyectos acuícolas integrales, sostenibles e innovadores en materia de bienestar e impacto ambiental, a través de metodologías de formulación de                                                                                                                                                                                                                                                                               | Reportes escritos, ponencias, material didáctico y/o planes que incluyan propuestas de proyectos acuícolas integrales, sostenibles e innovadores en materia de bienestar animal e       |



|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| proyectos, análisis técnico y selección de tecnologías acuícolas para atender necesidades reales del entorno con soluciones innovadoras, factibles y ambientalmente responsables, con creatividad y respeto al ambiente.                                                                                                                                                                                              | impacto ambiental, que atiendan necesidades reales del sector acuícola.                                                                                                                                                                   |
| 2.3. Gestionar proyectos acuícolas mediante el análisis de datos, evaluación de proyecciones financieras y económicas, estudio de mercado, uso de plataformas digitales y modelos organizacionales aplicables al sector, para fortalecer su viabilidad integral y fomentar su implementación efectiva, con actitud emprendedora, liderazgo y trabajo colaborativo.                                                    | Reporte final escrito y/o ponencia donde se gestione un proyecto que integre proyecciones financieras y económicas, normatividad y estudio de mercado que atienda necesidades reales del sector acuícola.                                 |
| <b>Competencia profesional 3:</b><br>Desarrollar procesos biotecnológicos y técnicas de cultivo optimizadas, mediante la formulación eficiente de alimentos balanceados y la aplicación de herramientas microbiológicas, biotecnológicas y económicas, con el objetivo de mejorar la calidad, inocuidad y valor nutricional de los productos acuícolas, con responsabilidad, ética profesional y respeto al ambiente. |                                                                                                                                                                                                                                           |
| <b>Competencias específicas</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | <b>Evidencias de aprendizaje</b>                                                                                                                                                                                                          |
| 3.1. Analizar la calidad, inocuidad y trazabilidad de los productos, mediante el uso de técnicas biotecnológicas, indicadores productivos, sanitarios y ambientales, para identificar deficiencias y oportunidades de mejora en calidad, eficiencia y sostenibilidad, con actitud crítica, honesta, responsable y respeto al ambiente.                                                                                | Reportes escritos, ponencias y/o material didáctico que incluya propuestas de mejora en calidad, eficiencia y sostenibilidad de los productos acuícolas.                                                                                  |
| 3.2. Evaluar los procesos biotecnológicos en la acuicultura, mediante el análisis de calidad, de parámetros biológicos y desempeño sanitario, para incrementar la calidad y la inocuidad de los productos acuícolas, con actitud creativa, pensamiento crítico y responsabilidad social.                                                                                                                              | Reportes escritos, ponencias y/o material didáctico sobre los procesos biotecnológicos en la acuicultura, que incremente la calidad y la inocuidad de los productos acuícolas.                                                            |
| 3.3. Desarrollar propuestas innovadoras para mejorar la producción de alimento para acuicultura, mediante la implementación de herramientas biotecnológicas en nutrición, salud y manejo ambiental, para garantizar alimentos más seguros, nutritivos y sostenibles, con ética profesional y conciencia ambiental.                                                                                                    | Reportes escritos, ponencias y/o material didáctico sobre propuestas innovadoras para mejorar la producción de alimento para la acuicultura.                                                                                              |
| 3.4. Formular alimentos balanceados y funcionales para organismos acuícolas, mediante el uso de ingredientes de alta calidad, incluyendo harinas e insumos alternativos, apoyados en el análisis                                                                                                                                                                                                                      | Reportes escritos, ponencias y/o material didáctico que incluyan la formulación, análisis nutricional y criterios de sostenibilidad de diferentes alimentos, que mejore el crecimiento, la salud y la calidad final del producto acuícola |

| <p>nutricional, pruebas de eficiencia alimenticia y criterios de sostenibilidad, para mejorar el desempeño productivo, la salud, la calidad final del producto acuícola, reducir los impactos ambientales y los costos de producción, con ética profesional y compromiso con la seguridad alimentaria.</p>                                                                                                                                                                                                      | <p>y reduzca los impactos ambientales y costos de producción.</p>                                                                                                                                                                                                           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>Competencia profesional 4:</b> Prevenir, controlar y manejar enfermedades en organismos acuáticos por medio del conocimiento de la biología y ecología de patógenos, métodos de diagnóstico, medidas sanitarias y de bioseguridad de las principales enfermedades que afectan a los organismos de importancia comercial en los sistemas acuícolas para garantizar la salud de los organismos y reducir impactos sanitarios, económicos y ambientales, con proactividad, responsabilidad e integridad.</p> |                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Competencias específicas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Evidencias de aprendizaje                                                                                                                                                                                                                                                   |
| <p>4.1. Identificar y caracterizar agentes patógenos presentes en organismos acuáticos, mediante el análisis bibliográfico, observación clínica, técnicas de laboratorio y revisión de condiciones ambientales, para establecer cuadros clínicos y comprender los mecanismos de propagación y transmisión de enfermedades, con actitud crítica, bienestar animal y respeto al ambiente.</p>                                                                                                                     | <p>Reportes escritos, ponencias y/o material didáctico sobre las principales enfermedades que afectan a los organismos en cultivo, en donde se hace una caracterización del agente patógeno, cómo se transmite y/o propaga en los sistemas de cultivo y en el ambiente.</p> |
| <p>4.2. Interpretar signos de enfermedades en organismos acuáticos, mediante el análisis de cuadros clínicos, relación con factores ambientales y uso de pruebas de diagnóstico, para identificar correctamente los agentes causales y establecer estrategias de manejo sanitario, con responsabilidad, criterio científico, compromiso con el bienestar animal y cuidado del entorno.</p>                                                                                                                      | <p>Reportes escritos, ponencias y/o material didáctico que incluyan un cuadro clínico y resultados de diagnóstico, donde se demuestre la comprensión del agente causal, los cambios funcionales y estructurales que se presentan en los organismos enfermos.</p>            |
| <p>4.3. Desarrollar protocolos de prevención, control y manejo de enfermedades en sistemas acuícolas, mediante la aplicación de medidas de bioseguridad y normatividad, para garantizar la sanidad de los cultivos y reducir riesgos económicos, sanitarios y ambientales, con integridad, bienestar animal y responsabilidad ambiental.</p>                                                                                                                                                                    | <p>Reportes escritos, manuales de buenas prácticas, ponencias y/o material didáctico que incluyan protocolos de prevención, control y manejo de enfermedades en sistemas acuícolas.</p>                                                                                     |
| <p><b>Competencia profesional 5:</b><br/>Diseñar e implementar estrategias de manejo acuícola resilientes y sostenibles, mediante el análisis de riesgos ambientales, la adaptación de tecnologías apropiadas y la integración de enfoques socio-ecosistémicos, para mitigar los impactos del cambio climático y fortalecer la sostenibilidad en toda la cadena de valor acuícola, con responsabilidad ambiental y social, con pensamiento crítico, ética profesional y compromiso social.</p>                  |                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Competencias específicas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Evidencias de aprendizaje                                                                                                                                                                                                                                                   |
| <p>5.1. Analizar riesgos ambientales y sanitarios en sistemas acuícolas, mediante el estudio de</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | <p>Reportes escritos, ponencias y/o material didáctico donde se reconozcan riesgos</p>                                                                                                                                                                                      |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| variables climáticas, ecológicas y socioeconómicas, con base en evidencia científica y herramientas de diagnóstico participativo, para identificar vulnerabilidades y proponer medidas de mitigación que fortalezcan la resiliencia productiva, con pensamiento crítico y compromiso con la sostenibilidad.                                                                                                    | ambientales y sanitarios en sistemas acuícolas reales o simulados.                                                                                                                                                                                                              |
| 5.2. Adaptar e implementar tecnologías acuícolas apropiadas y resilientes, mediante el análisis de los efectos del cambio climático, las condiciones locales y el bienestar de los organismos cultivados, para optimizar la eficiencia de la producción, minimizar los impactos y promover la sostenibilidad de los sistemas, con pensamiento crítico y responsabilidad ambiental.                             | Reportes escritos, ponencias y/o material didáctico que incluyan la adaptación de tecnologías acuícolas a condiciones locales específicas, que permitan minimizar los impactos del cambio climático y promover la sostenibilidad de los sistemas.                               |
| 5.3. Diseñar estrategias de manejo acuícola basadas en enfoques socio-ecosistémicos, mediante la participación de actores locales, el respeto a los saberes comunitarios y la articulación de criterios ecológicos y sociales, para conservar los ecosistemas, fortalecer la equidad social y contribuir a una acuacultura sostenible e inclusiva, con sensibilidad intercultural y responsabilidad ambiental. | Reportes escritos, ponencias y/o material didáctico de las estrategias de manejo acuícola basadas en enfoques socio-ecosistémicos, que evidencien la conservación de los ecosistemas, que fortalezcan la equidad social y contribuyan a una acuacultura sostenible e inclusiva. |

#### FORMATO 4. ANÁLISIS DE COMPETENCIAS ESPECÍFICAS EN ASIGNATURAS DE ALTO IMPACTO, CONOCIMIENTOS, HABILIDADES, ACTITUDES Y VALORES

**Competencia profesional 1:** Implementar y adaptar tecnologías de cultivo y manejo acuícola, mediante el análisis técnico de sistemas existentes y la aplicación de soluciones innovadoras acordes a distintas especies y entornos, para mejorar la producción de especies de importancia comercial de forma eficiente y sostenible, respondiendo a las condiciones socioambientales y económicas del país, con ética profesional y responsabilidad.

|                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                    |                  |                                                                      |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|----------------------------------------------------------------------|
| 1.1. Analizar las tecnologías de producción existentes en el sector acuícola, mediante visitas a los sectores y estudios de caso, para adaptarlas a las necesidades socioeconómicas del país, con una actitud crítica y responsabilidad social. | <b>Asignaturas de alto impacto</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                    |                  |                                                                      |
|                                                                                                                                                                                                                                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 16. Introducción a la acuicultura</li> <li>• 21. Cultivos de apoyo</li> <li>• 30. Biotecnología de macroalgas</li> <li>• 29. Biotecnología de moluscos</li> <li>• 32. Biotecnología de peces</li> <li>• 31. Biotecnología de crustáceos</li> <li>• Maricultivos (optativa)</li> <li>• Economía acuícola (optativa)</li> <li>• Geología costera</li> </ul>                |                                                                                                                                                    |                  |                                                                      |
|                                                                                                                                                                                                                                                 | <b>Conocimientos</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | <b>Habilidades</b>                                                                                                                                 | <b>Actitudes</b> | <b>Valores</b>                                                       |
|                                                                                                                                                                                                                                                 | Sistemas extensivos<br>Sistemas intensivos<br>Sistemas hipertensivos<br>Producción de plantas y animales acuáticos<br>Aplicación de la economía en Acuicultura.<br>Desarrollo sostenible.<br>Visión holística de la acuicultura.<br>Identificación e interpretación de los procesos geológicos que dan forma a los ecosistemas costeros, y su factibilidad para el desarrollo de unidades de producción acuícola. | Comunicación efectiva (oral y escrita).<br>Pensamiento crítico.<br>Resolución de problemas.<br>Trabajo en equipo.<br>Planificación y organización. | Crítica.         | Responsabilidad<br>Disciplina<br>Honestidad.<br>Respeto al ambiente. |
| 1.2. Diseñar sistemas de cultivo acuícola adaptados a distintas especies y entornos, mediante la integración de conocimientos técnicos, condiciones ambientales y                                                                               | <b>Asignaturas de alto impacto</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                    |                  |                                                                      |
|                                                                                                                                                                                                                                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Geología costera</li> <li>• Física</li> <li>• Fluidos acuícolas</li> <li>• Sistemas acuícolas</li> <li>• Ingeniería de proyectos</li> <li>• Maricultivos (optativa)</li> <li>• Biología celular y molecular</li> <li>• Genética acuícola</li> </ul>                                                                                                                      |                                                                                                                                                    |                  |                                                                      |
|                                                                                                                                                                                                                                                 | <b>Conocimientos</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | <b>Habilidades</b>                                                                                                                                 | <b>Actitudes</b> | <b>Valores</b>                                                       |

|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                 |                                                            |                                                                              |
|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|
|      | requerimientos biológicos, para aumentar la eficiencia productiva y diversificar la oferta acuícola nacional, con responsabilidad, ética profesional, compromiso ambiental y pensamiento crítico.                                                                                                                                                                                               | Ingeniería en sistemas extensivos<br>Ingeniería en sistemas intensivos<br>Selección de sitios<br>Instalaciones eléctricas<br>Transporte de fluidos<br>Caracterización y diagnóstico de los procesos geológicos en la zona costera.                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Resolución de problemas<br>Trabajo en equipo<br>Planificación y organización                    | Pensamiento crítico<br>Creativa<br>Crítica<br>Reflexiva    | Responsabilidad<br>Compromiso<br>Honestidad<br>Ética de trabajo e integridad |
| 1.3. | Aplicar y adaptar estrategias de manejo en alimentación, reproducción, producción y control ambiental en organismos acuáticos, basándose en parámetros zootécnicos y criterios de eficiencia productiva para incrementar el rendimiento de los cultivos y mejorar la disponibilidad de alimentos, con disciplina, honestidad, pensamiento analítico y respeto a la vida acuática y al ambiente. | <b>Asignaturas de alto impacto</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Botánica marina</li> <li>• Cultivos de apoyo</li> <li>• Microbiología (Tronco común)</li> <li>• Zoología acuática (Zoología de invertebrados y zoología de cordados)</li> <li>• Fisiología</li> <li>• Bioquímica (Bioquímica para la acuicultura)</li> <li>• Biotecnología de macroalgas</li> <li>• Biotecnología de moluscos</li> <li>• Biotecnología de peces</li> <li>• Biotecnología de crustáceos</li> <li>• Maricultivos (optativa)</li> </ul> |                                                                                                 |                                                            |                                                                              |
|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | <b>Conocimientos</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | <b>Habilidades</b>                                                                              | <b>Actitudes</b>                                           | <b>Valores</b>                                                               |
|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Mecanismos de reproducción, anatomía reproductiva, fisiología y estructura gonadal de peces, crustáceos y moluscos. Manejo de etapas de vida temprana (larvaria y engorda) y reproductores. Necesidades nutricionales específicas de cada especie y etapa de desarrollo. Composición química y bromatológica de los alimentos para formular dietas balanceadas. Principios de bienestar animal en nutrición, ambiente,                                                                                                           | Pensamiento analítico<br>Organizativas y de gestión<br>Técnicas en monitoreo de calidad de agua | Creativa<br>Analítica<br>Proactiva<br>Crítica<br>Reflexiva | Disciplina<br>Honestidad<br>Respeto<br>Compromiso                            |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                            |                                           |                                                          |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | salud, conducta y estado emocional. Uso eficiente de recursos, selección de especies autóctonas y diversificación de sistemas productivos.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                            |                                           |                                                          |
| <b>Competencia profesional 2:</b> Diseñar y gestionar proyectos acuícolas integrales, utilizando metodologías participativas, modelos de negocio sustentables y herramientas tecnológicas de acuicultura, para atender problemáticas productivas, sociales y ambientales en contextos locales y regionales, con actitud emprendedora, ética profesional, compromiso y responsabilidad social. |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                            |                                           |                                                          |
| 2.1. Analizar las problemáticas del sector acuícola, mediante estudio de casos, visitas técnicas a unidades de producción y entrevistas, para desarrollar proyectos vinculados con actores clave de los sectores productivo, público y social, con actitud analítica y conciencia social.                                                                                                     | <b>Asignaturas de alto impacto</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                            |                                           |                                                          |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Introducción a la acuicultura</li> <li>• Economía acuícola (Economía y Normatividad Acuícola) Optativa.</li> <li>• Administración de empresas acuícolas.</li> <li>• Big Data e Inteligencia artificial (Inteligencia Artificial Aplicada) Optativa.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                            |                                           |                                                          |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | <b>Conocimientos</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | <b>Habilidades</b>                                                                                                                                                         | <b>Actitudes</b>                          | <b>Valores</b>                                           |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Introducción a la ciencia y al proceso de investigación científico. Desarrollo sostenible. Gramática y redacción. Uso de Inteligencia Artificial en las unidades de producción. Identificación de problemas en acuicultura susceptibles de resolverse mediante investigación. El futuro de la acuicultura. Aplicación de la economía en Acuicultura. Rentabilidad y viabilidad económica. Definición de empresa y su clasificación de empresa y su clasificación. Proceso administrativo de las organizaciones. | Comunicación efectiva (oral y escrita). Pensamiento crítico. Habilidades analíticas. Resolución de problemas. Liderazgo y trabajo en equipo. Planificación y organización. | Actitud analítica. Actitudes innovadoras. | Responsabilidad. Honestidad. Respeto. Conciencia social. |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                             |                                   |                                                                      |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Elaboración de organigramas para las empresas acuícolas.<br>Análisis FODA.<br>Gestión, negociación, comunicación, toma de decisión.<br>Liderazgo y trabajo en equipo.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                             |                                   |                                                                      |
| 2.2. Planificar y diseñar proyectos acuícolas integrales, sostenibles e innovadores en materia de bienestar animal e impacto ambiental, a través de metodologías de formulación de proyectos, análisis técnico y selección de tecnologías acuícolas para atender necesidades reales del entorno con soluciones innovadoras, factibles y ambientalmente responsables, con creatividad y respeto al ambiente. | <b>Asignaturas de alto impacto</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                             |                                   |                                                                      |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 17. Introducción a la acuicultura.</li> <li>• Economía acuícola (Economía y Normatividad Acuícola) optativa</li> <li>• 25. Administración de empresas acuícolas.</li> <li>• 28. Procesos de gestión acuícola.</li> <li>• Big Data e Inteligencia artificial (Inteligencia Artificial Aplicada) Optativa.</li> </ul>                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                             |                                   |                                                                      |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | <b>Conocimientos</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | <b>Habilidades</b>                                                                                                                                          | <b>Actitudes</b>                  | <b>Valores</b>                                                       |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Introducción a la ciencia y al proceso de investigación científico. Desarrollo sustentable. Gramática y redacción. Identificación de problemas en acuicultura susceptibles de resolverse mediante investigación. El futuro de la acuicultura. Aplicación de la economía en Acuicultura. Normatividad. Rentabilidad y viabilidad económica. Definición de empresa y su clasificación de empresa y su clasificación. Proceso administrativo de las organizaciones. Elaboración de organigramas para las empresas acuícolas. Análisis | Comunicación efectiva (oral y escrita). Pensamiento crítico. Habilidades analíticas. Resolución de problemas Trabajo en equipo Planificación y organización | Creatividad Actitudes innovadoras | Responsabilidad Honestidad Empatía Perseverancia Respeto al ambiente |



|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                             |                                                                                                                     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | <p>Gestión, negociación, comunicación, toma de decisión.</p> <p>Liderazgo y trabajo en equipo.</p> <p>Estudio de mercado.</p> <p>Mezcla de mercadotecnia.</p> <p>Planeación.</p> <p>Procesos de gestión acuícola.</p> <p>Programas de apoyo.</p> <p>Tipos de créditos disponibles para las empresas acuícolas.</p>                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                             |                                                                                                                     |
| <p>2.3. Gestionar proyectos acuícolas mediante el análisis de datos, evaluación de proyecciones financieras y económicas, estudio de mercado, uso de plataformas digitales y modelos organizacionales aplicables al sector, para fortalecer su viabilidad integral y fomentar su implementación efectiva, con actitud emprendedora, liderazgo y trabajo colaborativo.</p> | <b>Asignaturas de alto impacto</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                             |                                                                                                                     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Introducción a la acuicultura</li> <li>• Economía acuícola (Economía y Normatividad Acuícola) optativa</li> <li>• Procesos de gestión acuícola</li> <li>• Administración de empresas acuícolas</li> <li>• Ingeniería de proyectos acuícolas</li> <li>• Planes de negocio en Acuicultura</li> <li>• Desarrollo de pequeñas y medianas empresas.</li> <li>• Big Data e Inteligencia artificial (Inteligencia Artificial Aplicada) Optativa.</li> <li>• Maricultivos (optativa)</li> </ul> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                             |                                                                                                                     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | <b>Conocimientos</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | <b>Habilidades</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | <b>Actitudes</b>                                                            | <b>Valores</b>                                                                                                      |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | <p>Introducción a la ciencia y al proceso de investigación científico.</p> <p>Desarrollo sustentable.</p> <p>Gramática y redacción.</p> <p>Identificación de problemas en acuicultura susceptibles de resolverse mediante investigación.</p> <p>El futuro de la acuicultura.</p> <p>Aplicación de la economía en acuicultura.</p> <p>Normatividad.</p> <p>Rentabilidad y viabilidad económica.</p>                                                                                                                               | <p>Comunicación efectiva (oral y escrita).</p> <p>Pensamiento crítico.</p> <p>Habilidades analíticas.</p> <p>Resolución de problemas</p> <p>Trabajo en equipo</p> <p>Planificación y organización</p> <p>Aplicación de indicadores financieros.</p> <p>Elaboración de proyecciones financieras.</p> <p>Aplicación de estudios de mercado.</p> <p>Evaluación de la viabilidad integral del proyecto.</p> | <p>Actitud emprendedora.</p> <p>Liderazgo.</p> <p>Trabajo colaborativo.</p> | <p>Responsabilidad</p> <p>Honestidad.</p> <p>Disciplina.</p> <p>Respeto.</p> <p>Perseverancia.</p> <p>Humildad.</p> |



|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |  |  |  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|--|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | <p>Definición de empresa y su clasificación de empresa y su clasificación.</p> <p>Proceso administrativo de las organizaciones.</p> <p>Elaboración de organigramas para las empresas acuícolas.</p> <p>Gestión, negociación, comunicación, toma de decisión.</p> <p>Liderazgo y trabajo en equipo.</p> <p>Estudio de mercado.</p> <p>Mezcla de mercadotecnia.</p> <p>Planeación.</p> <p>Ingeniería de proyectos.</p> <p>Procesos de gestión acuícola.</p> <p>Programas de apoyo.</p> <p>Tipos de créditos disponibles para las empresas acuícolas.</p> <p>Cálculos financieros y económicos.</p> <p>Indicadores económicos.</p> <p>Definición, características y consideraciones de las PyMEs.</p> <p>Emprendimiento y retos de gestión en las PyMEs.</p> |  |  |  |
| <b>Competencia profesional 3:</b> Desarrollar procesos biotecnológicos y técnicas de cultivo optimizadas, a través del uso de herramientas moleculares, microbiológicas y biotecnológicas, para mejorar la calidad, inocuidad y valor nutricional de los productos acuícolas, con responsabilidad, ética profesional y respeto por el ambiente. |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |  |  |  |
| 3.1. Analizar la calidad de los productos, mediante el uso de técnicas biotecnológicas, indicadores productivos y criterios sanitarios                                                                                                                                                                                                          | <b>Asignaturas de alto impacto</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Química orgánica (tronco común)</li> <li>Bioquímica (Bioquímica para la acuicultura)</li> <li>Biología celular y molecular</li> <li>Microbiología (tronco común)</li> <li>Fisiología</li> <li>Nutrición acuícola</li> <li>Economía acuícola (Economía y Normatividad Acuícola) optativa</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |  |  |  |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                         |                                                                         |                                                                                                            |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| y ambientales, para identificar deficiencias y oportunidades de mejora en calidad, eficiencia y sostenibilidad, con actitud crítica, honesta, responsable y respeto al ambiente.                                                                                                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Procesos de gestión acuícola.</li> <li>• Estadística avanzada (Bioestadística)</li> <li>• Procesamiento de productos acuáticos</li> <li>• Patología de organismos acuáticos (Patología y Diagnóstico Acuicola)</li> <li>• Diagnóstico de enfermedades (Patología y Diagnóstico Acuicola)</li> <li>• Sanidad e inocuidad acuícola</li> <li>• Histología básica y aplicada (optativa)</li> </ul>       |                                                                                                                                         |                                                                         |                                                                                                            |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | <b>Conocimientos</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | <b>Habilidades</b>                                                                                                                      | <b>Actitudes</b>                                                        | <b>Valores</b>                                                                                             |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Normatividad relacionada con la acuicultura<br>Legislación relacionada con la acuicultura<br>Procesos de gestión acuícola.<br>Instrumentación<br>Tecnologías digitales y análisis de la información<br>Inmunología básica<br>Impactos acuícolas                                                                                                                                                                                               | Pensamiento crítico<br>Resolución de problemas<br>Manejo de instrumentos y técnicas de laboratorio<br>Comunicación<br>Trabajo en equipo | Crítica<br>Compromiso con el rigor científico<br>Proactiva e innovadora | Honestidad<br>Responsabilidad<br>Respeto<br>Ética profesional<br>Conciencia ambiental<br>Compromiso social |
| 3.2. Evaluar los procesos biotecnológicos en la acuicultura, mediante el análisis de datos de calidad, de parámetros zootécnicos y desempeño sanitario, para incrementar la calidad y la inocuidad de los productos acuícolas, con actitud creativa, pensamiento crítico y responsabilidad social. | <b>Asignaturas de alto impacto</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                         |                                                                         |                                                                                                            |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Biotecnología de macroalgas</li> <li>• Biotecnología de moluscos</li> <li>• Biotecnología de peces</li> <li>• Biotecnología de crustáceos</li> <li>• Estadística (tronco común)</li> <li>• Estadística avanzada (Bioestadística)</li> <li>• Sanidad e inocuidad acuícola</li> <li>• Economía acuícola (Economía y Normatividad Acuicola) optativa</li> <li>• Procesos de gestión acuícola</li> </ul> |                                                                                                                                         |                                                                         |                                                                                                            |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | <b>Conocimientos</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | <b>Habilidades</b>                                                                                                                      | <b>Actitudes</b>                                                        | <b>Valores</b>                                                                                             |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Tecnologías digitales y análisis de la información<br>Química del Agua<br>Instrumentación<br>Normatividad relacionada con la acuicultura<br>Buenas prácticas de Producción y manufactura<br>Sistemas de gestión de calidad y seguridad<br>Legislación relacionada con la acuicultura                                                                                                                                                          | Manejo de software<br>Resolución de problemas                                                                                           | Creatividad<br>Pensamiento crítico<br>Organización                      | Responsabilidad<br>Respeto<br>Compromiso                                                                   |
| 3.3. Desarrollar propuestas innovadoras para mejorar las técnicas de                                                                                                                                                                                                                               | <b>Asignaturas de alto impacto</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                         |                                                                         |                                                                                                            |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Química orgánica (tronco común)</li> <li>• Bioquímica (Bioquímica para la acuicultura)</li> <li>• Biología celular y molecular</li> <li>• Microbiología (tronco común)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                         |                                                                         |                                                                                                            |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                  |                                                                                                                           |                                                                                                                                                        |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| producción de alimento para acuicultura, mediante la implementación de herramientas biotecnológicas en nutrición, salud y manejo ambiental, para garantizar alimentos más seguros, nutritivos y sostenibles, con ética profesional y conciencia ambiental.                                                                                                                                                                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fisiología</li> <li>• Nutrición acuícola</li> <li>• Sanidad e inocuidad acuícola</li> <li>• Impactos acuícolas (optativa)</li> <li>• Estadística (tronco común)</li> <li>• Estadística avanzada (Bioestadística)</li> <li>• Economía acuícola (Economía y normatividad acuícola) (optativa)</li> <li>• Procesos de gestión acuícola.</li> </ul>                                                                                                                                               |                                                                                                                                  |                                                                                                                           |                                                                                                                                                        |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | <b>Conocimientos</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | <b>Habilidades</b>                                                                                                               | <b>Actitudes</b>                                                                                                          | <b>Valores</b>                                                                                                                                         |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Salud y Bienestar animal<br>Ciencias ómicas<br>Bioinformática<br>Gestión ambiental<br>Nutrición y alimentación<br>Sistemas de gestión de calidad y seguridad<br>Normatividad relacionada con la acuicultura<br>Legislación relacionada con la acuicultura                                                                                                                                                                                                                                                                              | Manejo de técnicas moleculares y microbiológicas<br>Análisis de datos y modelado predictivo<br>Diseño y evaluación de bioensayos | Pensamiento crítico e innovación<br>Diseño y evaluación de bioensayos<br>Comunicación y trabajo en equipo<br>Colaboración | Responsabilidad<br>Conciencia ambiental<br>Compromiso social<br>Integridad científica<br>Respeto<br>Ética profesional y conciencia ecológica           |
| 3.4. Formular alimentos balanceados y funcionales para organismos acuícolas, mediante el uso de ingredientes de alta calidad, análisis nutricional, pruebas de eficiencia alimenticia y criterios de sostenibilidad, para mejorar el crecimiento, la salud y la calidad final del producto acuícola, que reduzca los impactos ambientales y costos de producción, con ética profesional y compromiso con la seguridad alimentaria. | <b>Asignaturas de alto impacto</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                  |                                                                                                                           |                                                                                                                                                        |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Química orgánica (tronco común)</li> <li>• Bioquímica (bioquímica para la acuicultura)</li> <li>• Biología celular y molecular</li> <li>• Microbiología (tronco común)</li> <li>• Fisiología</li> <li>• Nutrición acuícola</li> <li>• Procesamiento de productos acuáticos</li> <li>• Estadística (tronco común)</li> <li>• Estadística avanzada (Bioestadística)</li> <li>• Economía acuícola (Economía y Normatividad Acuícola) optativa</li> <li>• Procesos de gestión acuícola</li> </ul> |                                                                                                                                  |                                                                                                                           |                                                                                                                                                        |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | <b>Conocimientos</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | <b>Habilidades</b>                                                                                                               | <b>Actitudes</b>                                                                                                          | <b>Valores</b>                                                                                                                                         |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Diseño y operación del proceso de producción de alimentos para la acuicultura (extruidos, paletizado, etc.)<br>Nutrición y alimentación<br>Seguridad alimentaria<br>Salud animal<br>Gestión ambiental<br>Normatividad relacionada con la acuicultura                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Adaptación al cambio<br>Precisión<br>Paciencia<br>Organización                                                                   | Crítica y reflexiva<br>Objetiva<br>Entusiasmo<br>Compromiso<br>Propositiva                                                | Compromiso<br>Actitud crítica<br>Responsabilidad social<br>Respeto<br>Disciplina<br>Ética de trabajo e integridad<br>Respeto al ambiente<br>Honestidad |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                           |                                                                      |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Legislación relacionada con la acuicultura                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                           |                                                                      |
| <b>Competencia profesional 4:</b> Prevenir, controlar y manejar enfermedades en organismos acuáticos por medio del conocimiento de la biología y ecología de patógenos, métodos de diagnóstico, medidas sanitarias y de bioseguridad de las principales enfermedades que afectan a los organismos de importancia comercial en los sistemas acuícolas para garantizar la salud de los organismos y reducir impactos sanitarios y ambientales, con proactividad, responsabilidad e integridad. |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                           |                                                                      |
| 4.1. Identificar y caracterizar agentes patógenos presentes en organismos acuáticos, mediante el análisis bibliográfico, observación clínica, técnicas de laboratorio y revisión de condiciones ambientales, para establecer cuadros clínicos y comprender los mecanismos de propagación y transmisión de enfermedades, con actitud crítica, bienestar animal y respeto al ambiente.                                                                                                         | <b>Asignaturas de alto impacto</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                           |                                                                      |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Patología de organismos acuáticos (Patología y diagnóstico Acuícola)</li> <li>• Diagnóstico de enfermedades (Patología y diagnóstico acuícola)</li> <li>• Sanidad e inocuidad acuícola</li> <li>• Histología básica y aplicada (optativa)</li> <li>• Bioquímica (Bioquímica para la acuicultura)</li> <li>• Biología celular y molecular</li> <li>• Zoología acuática (Zoología de invertebrados y zoología de cordados)</li> <li>• Microbiología (tronco común)</li> <li>• Fisiología</li> <li>• Genética acuícola</li> </ul>                      |                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                           |                                                                      |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | <b>Conocimientos</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | <b>Habilidades</b>                                                                                                                                                                                                              | <b>Actitudes</b>                                                                          | <b>Valores</b>                                                       |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Zoología general. Impacto de las enfermedades en acuicultura y el ambiente. Agentes causales de enfermedades. Signos y síntomas en organismos huésped. Relación parásito-hospedero. Virología Inmunología Mecanismos de transmisión y dispersión Estrés en organismos acuáticos Bioinformática. Bienestar animal                                                                                                                                                                                                                                                                             | Comunicación oral y escrita. Habilidades de laboratorio. Habilidades analíticas. Habilidades de comunicación. Pensamiento crítico. Resolución de problemas. Trabajo en equipo Planificación y organización. Atención al detalle | Actitud analítica y reflexiva Observación. Curiosidad. Dedicación Capacidad de adaptación | Responsabilidad Honestidad Respeto Integridad Excelencia profesional |
| 4.2. Interpretar signos y síntomas de enfermedades en organismos acuáticos, mediante el análisis de cuadros clínicos, relación con factores ambientales y uso de pruebas de                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | <b>Asignaturas de alto impacto</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                           |                                                                      |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Estadística</li> <li>• Estadística avanzada (Bioestadística)</li> <li>• Patología de organismos acuáticos (Patología y diagnóstico Acuícola)</li> <li>• Diagnóstico de enfermedades (Patología y diagnóstico acuícola)</li> <li>• Sanidad e inocuidad acuícola</li> <li>• Histología básica y aplicada (optativa)</li> <li>• Bioquímica (Bioquímica para la acuicultura)</li> <li>• Biología celular y molecular</li> <li>• Zoología acuática (Zoología de invertebrados y zoología de cordados)</li> <li>• Microbiología (tronco común)</li> </ul> |                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                           |                                                                      |

|                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                     |                                                                                                         |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>diagnóstico, para identificar correctamente los agentes causales y establecer estrategias de manejo sanitario, con responsabilidad, criterio científico, compromiso con el bienestar animal y cuidado del entorno.</p>                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fisiología</li> <li>• Genética acuícola</li> <li>• Big Data e Inteligencia artificial (Inteligencia artificial aplicada) (optativa)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                     |                                                                                                         |
|                                                                                                                                                                                                                                                      | <b>Conocimientos</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | <b>Habilidades</b>                                                                                                                                                                                                                                                                      | <b>Actitudes</b>                                                                                                                    | <b>Valores</b>                                                                                          |
|                                                                                                                                                                                                                                                      | <p>Enfermedades de mayor impacto acuícola</p> <p>Cuadro clínico</p> <p>Anatomía de organismos acuáticos</p> <p>Tipos de tejidos y procesamiento histológico</p> <p>Alteraciones morfológicas y tisulares</p> <p>Fisiopatología de organismos acuáticos</p> <p>Técnicas de diagnóstico de enfermedades acuícolas</p> <p>Vigilancia y monitoreo epidemiológica</p> <p>Análisis de datos</p> <p>Uso de algoritmos de IA para la detección de patrones en brotes sanitarios y predicciones.</p> <p>Análisis estadístico e implementación de modelos computacionales.</p>                                                                                                                                                                                                                                | <p>Comunicación oral y escrita</p> <p>Habilidades de laboratorio</p> <p>Habilidades analíticas</p> <p>Pensamiento crítico</p> <p>Habilidades de comunicación</p> <p>Atención al detalle</p> <p>Resolución de problemas</p> <p>Trabajo en equipo</p> <p>Planificación y organización</p> | <p>Actitud analítica y reflexiva</p> <p>Atención al detalle</p> <p>Dedicación</p> <p>Capacidad de adaptación</p> <p>Inquisitiva</p> | <p>Responsabilidad</p> <p>Honestidad</p> <p>Respeto</p> <p>Integridad</p> <p>Excelencia profesional</p> |
| <p>4.3. Desarrollar protocolos de prevención, control y manejo de enfermedades en sistemas acuícolas, mediante la aplicación de medidas de bioseguridad y normatividad, para garantizar la sanidad de los cultivos y reducir riesgos económicos,</p> | <b>Asignaturas de alto impacto</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                     |                                                                                                         |
|                                                                                                                                                                                                                                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Patología de organismos acuáticos (Patología y diagnóstico Acuícola)</li> <li>• Diagnóstico de enfermedades (Patología y Diagnóstico acuícola)</li> <li>• Sanidad e inocuidad acuícola</li> <li>• Histología básica y aplicada (optativa)</li> <li>• Bioquímica (Bioquímica para la acuicultura)</li> <li>• Biología celular y molecular</li> <li>• Zoología acuática (Zoología de invertebrados y Zoología de cordados)</li> <li>• Microbiología (Tronco común)</li> <li>• Fisiología</li> <li>• Nutrición</li> <li>• Genética acuícola</li> <li>• Sistemas de acuicultura</li> <li>• Big Data e inteligencia artificial (Inteligencia artificial aplicada) Optativa.</li> <li>• Estadística</li> <li>• Estadística avanzada (Bioestadística).</li> </ul> |                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                     |                                                                                                         |
|                                                                                                                                                                                                                                                      | <b>Conocimientos</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | <b>Habilidades</b>                                                                                                                                                                                                                                                                      | <b>Actitudes</b>                                                                                                                    | <b>Valores</b>                                                                                          |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                    |                                                                                                             |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| sanitarios y ambientales, con integridad, bienestar animal y responsabilidad ambiental.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | <p>Acuicultura sostenible</p> <p>Medidas de prevención de enfermedades</p> <p>Medidas de protección</p> <p>Medidas de bioseguridad</p> <p>Manejo de enfermedades</p> <p>Tratamientos:</p> <p>Terapia natural y quimioterapia</p> <p>Buenas prácticas de producción y manufactura</p> <p>Sistemas de gestión de calidad y seguridad</p> <p>Normatividad en materia de sanidad e inocuidad acuícola</p> <p>Análisis estadístico e implementación de modelos computacionales</p> <p>Uso de algoritmos de IA para la detección de patrones en brotes sanitarios.</p> <p>Estrés en organismos acuáticos</p> <p>Bienestar animal</p>                           | <p>Comunicación oral y escrita</p> <p>Habilidades de laboratorio</p> <p>Habilidades analíticas</p> <p>Habilidades de comunicación</p> <p>Pensamiento crítico</p> <p>Resolución de problemas</p> <p>Trabajo en equipo</p> <p>Planificación y organización</p> | <p>Actitud analítica y reflexiva</p> <p>Atención al detalle</p> <p>Dedicación</p> <p>Capacidad de adaptación</p> <p>Curiosidad</p> | <p>Responsabilidad ambiental y social</p> <p>Honestidad</p> <p>Integridad</p> <p>Excelencia profesional</p> |
| <b>Competencia profesional 5:</b> Diseñar e implementar estrategias de manejo acuícola resilientes y sostenibles, mediante el análisis de riesgos ambientales, la adaptación de tecnologías apropiadas y la integración de enfoques socio-ecosistémicos, para mitigar los impactos del cambio climático y fortalecer la sostenibilidad en toda la cadena de valor acuícola, con responsabilidad ambiental y social, con pensamiento crítico, ética profesional y compromiso social. |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                    |                                                                                                             |
| 5.1. Analizar riesgos ambientales y sanitarios en sistemas acuícolas, mediante el estudio de variables climáticas, ecológicas y socioeconómicas, con base en evidencia científica y herramientas de diagnóstico                                                                                                                                                                                                                                                                     | <b>Asignaturas de alto impacto</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Estadística (tronco común)</li> <li>• Estadística avanzada (Bioestadística)</li> <li>• Geología costera</li> <li>• Introducción a la acuicultura</li> <li>• Microbiología (tronco común)</li> <li>• Nutrición acuícola</li> <li>• Sanidad e inocuidad acuícola</li> <li>• Procesamiento de productos acuáticos</li> <li>• Patología de organismos acuáticos (Patología y diagnóstico Acuícola)</li> <li>• Ingeniería de proyectos acuícolas</li> <li>• Economía acuícola (Economía y Normatividad Acuícola) optativa</li> <li>• Planes de negocios en acuicultura</li> </ul> |                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                    |                                                                                                             |

|                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                              |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| participativo, para identificar vulnerabilidades y proponer medidas de mitigación que fortalezcan la resiliencia productiva, con pensamiento crítico y compromiso con la sostenibilidad. | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Diagnóstico de enfermedades</li> <li>• Sistemas en acuicultura</li> <li>• Maricultivos (optativa)</li> <li>• Big Data e Inteligencia artificial (Inteligencia Artificial Aplicada) Optativa.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                              |
|                                                                                                                                                                                          | <b>Conocimientos</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | <b>Habilidades</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | <b>Actitudes</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | <b>Valores</b>                                                                                                               |
|                                                                                                                                                                                          | Relación entre sistemas productivos y sostenibilidad ambiental y social. Herramientas de cartografía SIG. Riesgos ambientales, sanitarios y medidas preventivas. Detección de agentes patógenos. Identificación y análisis de riesgos sanitarios. Sistemas productivos y su relación con variables ambientales. Identificación de deficiencias nutricionales que inciden en vulnerabilidad sanitaria. Desarrollo sostenible. Rentabilidad y viabilidad económica. Procesos dinámicos que dominan en ambientes costeros y marinos. Métodos estadísticos e interpretación de datos multivariados. Modelos predictivos de riesgo con base en datos históricos. Uso de algoritmos de IA para la detección de patrones en brotes sanitarios. | Identificar y evaluar variables ambientales, sanitarias y socioeconómicas. Interpretar información científica, mapas y datos geoespaciales. Aplicar herramientas de diagnóstico participativo y métodos de análisis de riesgo. Integrar conocimientos multidisciplinarios (biológicos, sociales, económicos, ambientales) para proponer soluciones. Comunicar de forma clara hallazgos técnicos y propuestas de mitigación. Identificación de indicadores financieros y económicos. | Disposición al trabajo colaborativo y multidisciplinario. Compromiso con la observación rigurosa y el análisis crítico. Sensibilidad ante los impactos sociales y ambientales de la acuicultura. Iniciativa para proponer soluciones innovadoras y viables. Apertura al diálogo con comunidades, productores y otros actores del sector. | Responsabilidad ambiental y social. Ética profesional. Compromiso con la sostenibilidad. Integridad científica. Solidaridad. |



|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                  |
|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|
| 5.2. | Adaptar e implementar tecnologías acuícolas apropiadas y resilientes, mediante el análisis de los efectos del cambio climático, las condiciones locales y el bienestar de los organismos cultivados, para optimizar la eficiencia de la producción, minimizar los impactos y promover la sostenibilidad de los sistemas, con pensamiento crítico y responsabilidad ambiental. | <b>Asignaturas de alto impacto</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                  |
|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Microbiología (tronco común)</li> <li>• Estadística (tronco común)</li> <li>• Estadística avanzada (Bioestadística)</li> <li>• Bioquímica (Bioquímica para la acuicultura)</li> <li>• Geología costera</li> <li>• Fluidos acuícolas</li> <li>• Sistemas en acuicultura</li> <li>• Ingeniería de proyectos acuícolas</li> <li>• Economía acuícola (Economía y Normatividad Acuícola) optativa</li> <li>• Sanidad e inocuidad acuícola</li> <li>• Patología de organismos acuáticos (Patología y diagnóstico Acuícola)</li> <li>• Nutrición acuícola</li> <li>• Biotecnología de peces</li> <li>• Biotecnología de moluscos</li> <li>• Biotecnología de crustáceos</li> <li>• Biotecnología de macroalgas</li> <li>• Big Data e Inteligencia artificial (Inteligencia Artificial Aplicada) (optativa).</li> </ul> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                  |
|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | <b>Conocimientos</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | <b>Habilidades</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | <b>Actitudes</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | <b>Valores</b>                                                   |
|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Sistemas acuícolas. Principios técnicos para el diseño y operación de infraestructura acuícola. Dinámica de las zonas costeras y de fluidos. Prevención, control y aseguramiento de la sanidad e inocuidad en los cultivos acuícolas. Requerimientos nutricionales de organismos acuáticos y características de los alimentos. Diversidad microbiana en ambientes acuáticos. Herramientas biotecnológicas. Desarrollo sostenible. Rentabilidad y viabilidad económica. Análisis estadístico e implementación de modelos computacionales.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Evaluar condiciones ambientales y productivas locales para seleccionar tecnologías apropiadas. Analizar el impacto del cambio climático en los sistemas de cultivo. Diseñar y ajustar sistemas acuícolas según criterios de eficiencia, resiliencia y sostenibilidad. Aplicar conocimientos técnicos para implementar soluciones prácticas e innovadoras. Interpretar datos biológicos, sanitarios y ambientales relacionados con el bienestar de los organismos cultivados. | Disposición a integrar conocimientos de distintas disciplinas para resolver problemas complejos. Compromiso con la mejora continua de los procesos acuícolas. Sensibilidad ante los efectos del cambio climático y el impacto ambiental de la actividad acuícola. Proactividad para implementar soluciones resilientes en contextos diversos. Flexibilidad y apertura al uso de nuevas tecnologías. | Responsabilidad ambiental. Ética profesional. Compromiso social. |



|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | <p>Aplicación de IA en sistemas de monitoreo, control y optimización automatizada de parámetros de cultivo.</p> <p>Uso de técnicas de aprendizaje automático para el ajuste de tecnologías según el comportamiento de las variables productivas.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | <p>Comunicar propuestas técnicas de forma clara y fundamentada.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                     |
| <p>5.3. Diseñar estrategias de manejo acuícola basadas en enfoques socio-ecosistémicos, mediante la participación de actores locales, el respeto a los saberes comunitarios y la articulación de criterios ecológicos y sociales, para conservar los ecosistemas, fortalecer la equidad social y contribuir a una acuicultura sostenible e inclusiva, con sensibilidad intercultural y responsabilidad ambiental.</p> | <p><b>Asignaturas de alto impacto</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Estadística (tronco común)</li> <li>• Estadística avanzada (Bioestadística)</li> <li>• Desarrollo de pequeñas y medianas empresas</li> <li>• Procesos de gestión acuícola</li> <li>• Economía acuícola (Economía y Normatividad Acuícola) optativa</li> <li>• Administración de empresas acuícolas</li> <li>• Geología costera</li> <li>• Introducción a la acuicultura</li> <li>• Planes de negocio en acuicultura</li> <li>• Big Data e inteligencia artificial (Inteligencia artificial aplicada) (optativa).</li> </ul> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | <p><b>Conocimientos</b></p> <p>Fundamentos para crear y fortalecer PyMEs.</p> <p>Gestión en unidades de producción acuícola.</p> <p>Administración aplicada a empresas del sector acuícola.</p> <p>Procesos geológicos.</p> <p>Principios generales de la acuicultura.</p> <p>Planes de negocio viables en el sector acuícola.</p> <p>Desarrollo sostenible.</p> <p>Rentabilidad y viabilidad económica.</p> <p>Indicadores financieros y económicos.</p>                                                                                                                                                      | <p><b>Habilidades</b></p> <p>Identificar y analizar variables ecológicas, sociales y culturales del entorno acuícola.</p> <p>Aplicar enfoques participativos y herramientas de diagnóstico comunitario.</p> <p>Diseñar estrategias de manejo con criterios de equidad, sostenibilidad y respeto por los ecosistemas.</p> <p>Comunicar ideas y propuestas de manera clara y respetuosa con diferentes actores (productores, comunidades, autoridades).</p> | <p><b>Actitudes</b></p> <p>Sensibilidad y respeto hacia la diversidad cultural y los saberes tradicionales.</p> <p>Disposición al trabajo colaborativo y multidisciplinario</p> <p>Compromiso con la justicia social y la equidad en el acceso a los recursos.</p> <p>Apertura al diálogo, la negociación y la toma de decisiones participativas.</p> <p>Responsabilidad frente al impacto ambiental y social de las</p> | <p><b>Valores</b></p> <p>Responsabilidad ambiental y social.</p> <p>Sensibilidad intercultural.</p> <p>Ética profesional.</p> <p>Compromiso con la sostenibilidad, Solidaridad.</p> |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                     |

|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                          |                         |  |
|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|--|
|  | Definición, características y consideraciones de las PyMEs<br>Emprendimiento y retos de gestión en las PyMEs.<br>Uso de IA para clasificar zonas vulnerables, actores sociales o prácticas con alto impacto ecosistémico.<br>Integración de herramientas estadísticas y computacionales.<br>Sistemas socio-ecológicos. | Integrar conocimientos técnicos con saberes locales para resolver problemas complejos.<br>Aplicación de indicadores financieros.<br>Elaboración de proyecciones financieras.<br>Aplicación de estudios de mercado.<br>Evaluación de la viabilidad integral del proyecto. | estrategias propuestas. |  |
|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|--|

| FORMATO 5.1. FORTALECIMIENTO DE ASIGNATURAS DE ALTO IMPACTO A PARTIR DE LA INTEGRACIÓN DEL CHAV |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                      |                                                                          |                                                                                                            |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Asignatura de alto impacto                                                                      | Integración de CHAV                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                      |                                                                          |                                                                                                            |
| Economía y Normatividad Acuícola                                                                | <b>C</b><br>Economía circular.<br>Innovaciones respetuosas con el ambiente.<br>Producción azul.<br>Mitigación del impacto ambiental.<br>Políticas públicas para el fomento de la acuicultura sostenible.<br>Empaques inteligentes.<br>Trazabilidad de los productos.<br>Normatividad acuícola.<br>Legislación y gestión.<br>Consultoría. | <b>H</b><br>Comunicación efectiva (oral y escrita).<br>Pensamiento crítico.<br>Resolución de problemas.<br>Trabajo en equipo.<br>Planificación y organización.<br>Producción acuícola lineal a la fabricación verde. | <b>A</b><br>Actitud emprendedora.<br>Liderazgo.<br>Trabajo colaborativo. | <b>V</b><br>Responsabilidad<br>Honestidad.<br>Disciplina.<br>Respeto.                                      |
| Asignatura de alto impacto                                                                      | Integración de CHAV                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                      |                                                                          |                                                                                                            |
| Bioquímica acuícola                                                                             | <b>C</b><br>Biomoléculas<br>Bioenergética y termodinámica biológica<br>Metabolismo                                                                                                                                                                                                                                                       | <b>H</b><br>Pensamiento crítico<br>Capacidad de análisis<br>Comprensión oral y escrita.                                                                                                                              | <b>A</b><br>Cuidado del ambiente.                                        | <b>V</b><br>Disciplina<br>Compromiso<br>Responsabilidad científica y ambiental<br>Respeto por la vida y la |

|                                             |                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                             |                                                                       |                                                      |
|---------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|
|                                             |                                                                                                                                                                                                                          | Gestión del tiempo y la organización<br>Comunicación efectiva<br>Trabajo en equipo<br>Manejo de instrumental de laboratorio                 |                                                                       | biodiversidad acuática<br>Ética                      |
| <b>Asignatura de alto impacto</b>           | <b>Integración de CHAV</b>                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                             |                                                                       |                                                      |
| Maricultivos                                | <b>C</b>                                                                                                                                                                                                                 | <b>H</b>                                                                                                                                    | <b>A</b>                                                              | <b>V</b>                                             |
|                                             | Artes de cultivo.<br>Legislación y normatividad.<br>Caracterización y diagnóstico de sitios para maricultura<br>Aptitud de sitios para maricultivos.<br>Operación de las unidades de producción acuícola<br>Bioseguridad | Observación<br>Capacidad de análisis<br>Manejo de información<br>espacio temporal<br>Planificación y organización<br>Trabajo colaborativo   | Actitud emprendedora.<br>Curiosa<br>Crítica<br>Reflexiva<br>Analítica | Disciplina<br>Compromiso<br>Ética<br>Responsabilidad |
| <b>Asignatura de alto impacto</b>           | <b>Integración de CHAV</b>                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                             |                                                                       |                                                      |
| Zoología de invertebrados                   | <b>C</b>                                                                                                                                                                                                                 | <b>H</b>                                                                                                                                    | <b>A</b>                                                              | <b>V</b>                                             |
|                                             | Protozoarios<br>Esponjas<br>Radiados<br>Acelomados<br>Pseudocelomados<br>Celomados                                                                                                                                       | Curiosidad<br>Organización<br>Observación<br>Comunicación<br>Manejo de herramientas como microscopio y software (Word, Excel y Power Point) | Crítica<br>Reflexiva<br>Analítica                                     | Disciplina<br>Compromiso                             |
| <b>Asignatura de alto impacto</b>           | <b>Integración de CHAV</b>                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                             |                                                                       |                                                      |
| Zoología de cordados                        | <b>C</b>                                                                                                                                                                                                                 | <b>H</b>                                                                                                                                    | <b>A</b>                                                              | <b>V</b>                                             |
|                                             | Cordados<br>Tunicados<br>Cefalocordados<br>Vertebrados                                                                                                                                                                   | Curiosidad<br>Organización<br>Observación<br>Comunicación<br>Manejo de herramientas como microscopio y software (Word, Excel y Power Point) | Crítica<br>Reflexiva<br>Analítica                                     | Disciplina<br>Compromiso                             |
| <b>Asignatura de alto impacto</b>           | <b>Integración de CHAV</b>                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                             |                                                                       |                                                      |
| Análisis de Datos e Inteligencia Artificial | <b>C</b>                                                                                                                                                                                                                 | <b>H</b>                                                                                                                                    | <b>A</b>                                                              | <b>V</b>                                             |
|                                             | Fundamentos de inteligencia artificial (IA),                                                                                                                                                                             | Citar y usar correctamente                                                                                                                  | Crítica<br>Curiosa                                                    | Ética<br>Responsabilidad                             |

|                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                             |                                                                                                       |
|-----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                   | <p>aprendizaje automático y redes neuronales</p> <p>Tipos de algoritmos supervisados y no supervisados (regresión, clasificación, clustering, PCA, etc.)</p> <p>Minería de datos, big data y sistemas expertos en acuicultura</p> <p>Aplicaciones de IA en sanidad, nutrición, clasificación automática y monitoreo.</p> <p>Manejo de software con IA como Notion.</p> <p>Búsqueda de información en grandes bases de datos como Kaggle, Our world in data, Conapesca, INEGI, Ocean data entre otros.</p> <p>Datos y tableros en Power BI y excel.</p> <p>Fundamentos de Phyton.</p> <p>Tipos de datos y modelos de múltiples variables.</p> <p>Robótica.</p> <p>Datos en mapas.</p> | <p>herramientas tecnológicas</p> <p>Buscar y descargar datos grandes de plataformas públicas</p> <p>Habilidades analíticas</p> <p>Pensamiento crítico</p> <p>Planificación y organización.</p> <p>Interpretación.</p>     | <p>Analítica</p> <p>Flexible</p> <p>Proactivo</p>                                                           | <p>Compromiso</p> <p>Honestidad</p> <p>Respeto</p>                                                    |
| <b>Asignatura de alto impacto</b> | <b>Integración de CHAV</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                             |                                                                                                       |
| Probabilidad y estadística        | <b>C</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | <b>H</b>                                                                                                                                                                                                                  | <b>A</b>                                                                                                    | <b>V</b>                                                                                              |
|                                   | <p>Variables: cuantitativas, cualitativas, discretas y continuas.</p> <p>Conceptos fundamentales de probabilidad y tipos de distribuciones.</p> <p>Estadística descriptiva y representaciones gráficas</p> <p>Inferencia estadística</p> <p>Regresión lineal, correlación y análisis de varianza (ANOVA)</p> <p>Muestreo y errores estadísticos</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | <p>Comprensión oral y escrita</p> <p>Gestión del tiempo y la organización</p> <p>Comunicación efectiva</p> <p>Trabajo en equipo</p> <p>Adaptabilidad al uso de herramientas digitales</p> <p>Analítica Interpretativa</p> | <p>Crítica</p> <p>Rigor científico</p> <p>Analítica</p> <p>Perseverante</p> <p>Curiosa</p> <p>Proactiva</p> | <p>Responsabilidad</p> <p>Compromiso</p> <p>Ética</p> <p>Empatía</p> <p>Respeto</p> <p>Honestidad</p> |

| Asignatura de alto impacto       | Integración de CHAV                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                            |                                                                              |                                                                                           |
|----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                  | C                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | H                                                                                                                                                                                                                          | A                                                                            | V                                                                                         |
| Patología y diagnóstico acuícola | Enfermedades de mayor impacto acuícola<br>Cuadro clínico<br>Anatomía de organismos acuáticos<br>Tipos de tejidos y procesamiento histológico<br>Alteraciones morfológicas y tisulares<br>Fisiopatología de organismos acuáticos<br>Técnicas de diagnóstico de enfermedades acuícolas<br>Vigilancia y monitoreo epidemiológico<br>Análisis de datos<br>Uso de algoritmos de IA para la detección de patrones en brotes sanitarios y predicciones.<br>Análisis estadístico | Pensamiento crítico<br>Resolución de problemas<br>Búsqueda, análisis e interpretación de la información<br>Trabajo colaborativo<br>Comunicación efectiva<br>Manejo de instrumental y equipo de laboratorio<br>Organización | Analítica y reflexiva<br>Detallista<br>Dedicación<br>Capacidad de adaptación | Ética<br>Responsabilidad<br>Honestidad<br>Respeto<br>Integridad<br>Excelencia profesional |

| FORMATO 5.2. ORGANIZACIÓN DEL CHAV PARA DETERMINAR ASIGNATURAS EMERGENTES |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                          |                                                               |
|---------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| Asignatura 1                                                              | C                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | H                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | A                                                                                                        | V                                                             |
| Bioestadística                                                            | Diseño experimental<br>Inferencia estadística<br>Estadística multivariada<br>Uso de software estadístico<br>Fundamentos de estadística aplicada a datos biológicos<br>Pruebas de hipótesis en contextos biológicos (t-test, ANOVA, chi-cuadrado)<br>Modelos de regresión lineal y no lineal para variables fisiológicas y productivas<br>Bioestadística aplicada a la epidemiología y estudios de prevalencia<br>Diseño de experimentos en estudios biológicos (DoE, factoriales, muestreo estratificado) | Pensamiento crítico<br>Capacidad de análisis<br>Manejo de software<br>Uso de herramientas digitales<br>Trabajo en equipo<br>Aplicar técnicas estadísticas para analizar datos experimentales en acuicultura<br>Diseñar bioensayos controlados y análisis multivariado<br>Interpretar relaciones estadísticas entre factores | Crítica<br>Analítica<br>Reflexiva<br>Disposición al trabajo interdisciplinario<br>Interés<br>Propositiva | Responsabilidad<br>Integridad<br>Compromiso<br>Rigor<br>Ética |

|                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                              |                                                                                                                              |
|---------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | ambientales,<br>fisiológicos y de<br>salud acuícola<br>Utilizar<br>herramientas<br>computacionales<br>para análisis de<br>datos complejos                                                                                                                                                                 |                                                                                              |                                                                                                                              |
| <b>Asignatura 2</b> | <b>C</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | <b>H</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | <b>A</b>                                                                                     | <b>V</b>                                                                                                                     |
| Química del agua    | Fundamentos de la<br>química del agua<br>Balance iónico<br>Interacción de<br>parámetros<br>físicoquímicos y<br>biológicos en sistemas<br>acuícolas<br>Interacción agua-<br>sedimentos<br>Impacto en la calidad<br>del agua y los<br>sedimentos y en<br>ecosistemas acuáticos<br>Marco jurídico<br>relacionado con la<br>calidad del agua<br>Manejo sostenible y<br>prevención de<br>contaminantes                                                                                                                                                                                        | Pensamiento<br>crítico<br>Resolución de<br>problemas<br>Trabajo en equipo<br>Planificación y<br>organización                                                                                                                                                                                              | Analítica                                                                                    | Responsabilidad<br>Ética<br>Respeto                                                                                          |
| <b>Asignatura 3</b> | <b>C</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | <b>H</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | <b>A</b>                                                                                     | <b>V</b>                                                                                                                     |
| Bioética            | Principios éticos básicos<br>y su aplicación en el<br>ejercicio profesional<br>Normas éticas que<br>regulan la investigación<br>y el uso responsable de<br>datos y organismos<br>Los dilemas éticos<br>asociados al uso de<br>herramientas<br>biotecnológicas en<br>organismos acuáticos<br>Responsabilidad ética<br>en la conservación de<br>los ecosistemas<br>acuáticos<br>Respeto a los saberes<br>locales y la equidad en<br>el desarrollo de<br>proyectos acuícolas<br>Normas y códigos que<br>rigen la ética<br>profesional, la<br>bioseguridad y el uso de<br>recursos genéticos | Analizar dilemas<br>éticos en<br>contextos<br>acuícolas<br>Argumentar<br>decisiones desde<br>principios<br>bioéticos<br>Identificar<br>impactos éticos<br>en proyectos<br>biotecnológicos<br>Evaluar riesgos<br>ambientales y<br>sociales<br>Aplicar normas<br>éticas en<br>investigación y<br>producción | Actitud reflexiva<br>Actitud crítica y<br>abierta<br>Compromiso<br>con el bienestar<br>común | Ética<br>Responsabilidad<br>social<br>Respeto por la<br>vida y el ambiente<br>Justicia y equidad<br>Integridad<br>científica |

|                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                              |                                                                                                     |                                                                                                               |
|-------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                     | Bienestar animal                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                              |                                                                                                     |                                                                                                               |
| <b>Asignatura 4</b>                 | <b>C</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | <b>H</b>                                                                                                                                                                     | <b>A</b>                                                                                            | <b>V</b>                                                                                                      |
| Desarrollo para la vida profesional | Experiencias laborales<br>Partes y estructura de un CV<br>Elementos clave de una entrevista laboral<br>Plataformas y estrategias para la búsqueda de empleo<br>Liderazgo<br>Gramática y redacción<br>Plan de vida<br>Estrategias para el establecimiento de metas tangibles (SMART)<br>Presentación de entrevistas | Trabajo en equipo<br>Establecimiento de objetivos y metas profesionales<br>Comunicación efectiva<br>Resolución de conflictos<br>Búsqueda<br>Retroalimentación<br>Observación | Flexible<br>Interés<br>Disposición<br>Participación activa<br>Autorreflexiva<br>Atención<br>Interés | Ética<br>Compromiso<br>Perseverancia<br>Responsabilidad<br>Honestidad<br>Respeto<br>Organización<br>Pulcritud |



## 9.2. Anexo 2. Acta de Consejo Técnico de la unidad académica



### Facultad de Ciencias Marinas

#### 182 Sesión de Consejo Técnico

##### ACTA DE ACUERDOS

Siendo las 10:08 horas del día 27 de enero de 2026, se reunieron de manera presencial en la Sala de Consejo de esta Facultad los Consejeros Técnicos Alumnos y Profesores para proceder con la 182 Sesión Ordinaria de Consejo Técnico con la siguiente orden del día.

1. Apertura de la sesión
2. Lista de asistencia, verificación y declaración del Quórum
3. Presentación, discusión y, en su caso aprobación, de la propuesta de modificación del Plan de Estudios del Programa Educativo de Oceanología, de la Facultad de Ciencias Marinas.
4. Presentación, discusión y, en su caso aprobación, de la propuesta de modificación del Plan de Estudios del Programa Educativo de Licenciatura en Ciencias Ambientales, de la Facultad de Ciencias Marinas.
5. Presentación, discusión y, en su caso aprobación, de la propuesta de modificación del Plan de Estudios del Programa Educativo de Licenciatura en Biotecnología en Acuicultura, de la Facultad de Ciencias Marinas.
6. Clausura de la sesión y firma del acta correspondiente.

Se alcanzó el quórum legal con 16 consejeros técnicos presentes: 5 consejeros alumnos propietarios, 2 consejeros alumnos suplentes, 5 consejeros profesores propietarios y 4 consejeros profesores suplentes.

En primer lugar, se solicitó permiso a los consejeros técnicos para el ingreso de los responsables de los tres programas educativos de licenciatura de la Facultad de Ciencias Marinas: Oceanología, Licenciatura en Ciencias Ambientales y Licenciatura en Biotecnología en Acuicultura, lo cual se aprobó por unanimidad. La directora, Dra. Natalie Millán Aguiñaga inició con una explicación del proceso para la modificación de los planes de estudio de licenciatura. Mencionó que los organismos reacreditadores determinaron que era necesario que los planes de estudio tuvieran un mayor número de créditos. También, describió las necesidades detectadas por los empleadores, así como la comparación con otros programas educativos. De ahí, presentó la línea del tiempo para las modificaciones de los planes de estudios.

En desahogo del tercer punto del orden día, se solicitó al Dr. Jorge Manuel López Calderón, responsable del Programa Educativo de Oceanología que realizara la presentación de la propuesta de modificación del plan de estudios de dicho programa. Una vez concluida la presentación, los miembros del Consejo Técnico procedieron a discutir la propuesta. El Dr. Jorge Manuel López Calderón contestó y atendió las preguntas, dudas y sugerencias de los consejeros presentes. Durante el análisis, se formularon preguntas relacionadas con las materias optativas de la etapa terminal, con el fin de revisar las certificaciones o paquetes terminales propuestos. Asimismo, se destacó la importancia de socializar el nuevo plan de estudios con los estudiantes. Posteriormente, se solicitó información sobre las asignaturas que incorporan habilidades blandas, a fin de verificar el cumplimiento de las observaciones emitidas por los organismos reacreditadores. El responsable del programa explicó que dichas habilidades se desarrollan de manera transversal y que, adicionalmente,

Derive L.





existen unidades de aprendizaje orientadas al desarrollo para la vida universitaria y profesional. También se discutió la inclusión progresiva del idioma inglés a lo largo de la trayectoria académica. De igual forma, se subrayó la necesidad de visibilizar el Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) al que contribuye cada una de las competencias profesionales del plan de estudios, considerándolo un elemento fundamental para la presentación del nuevo plan de estudios a Consejo Universitario. También, se enfatizó la relación entre los ODS y las certificaciones del programa educativo de Oceanología. Finalmente, la propuesta fue aprobada por unanimidad de los presentes: con 11 votos.

A continuación, y en desahogo del cuarto punto del orden día, se solicitó al Dr. Bernardino Ricardo Eaton González, responsable del Programa Educativo de Licenciatura en Ciencias Ambientales que realizara la presentación de la propuesta de modificación del plan de estudios de dicho programa. El Dr. Bernardino Ricardo Eaton González contestó y atendió las preguntas, dudas y sugerencias de los consejeros presentes. Durante el análisis, se discutió la posibilidad de incorporar un curso de finanzas ambientales. En respuesta, el responsable del Programa Educativo, Dr. Bernardino Ricardo Eaton González, explicó que dichos conocimientos ya se abordan de manera transversal en diversas asignaturas. Se señaló que los certificados se integran por materias obligatorias y optativas que no necesariamente pertenecen a la etapa terminal, lo que permite a los estudiantes articular contenidos entre distintas unidades de aprendizaje. Asimismo, se puntualizó que algunos de los contenidos que no se ven explícitamente en el mapa curricular se encuentran distribuidos en las asignaturas propuestas. Se preguntó acerca de la importancia del debate y diálogo para los estudiantes de este programa educativo. A esto, el Dr. Bernardino Ricardo Eaton González, señaló las materias en las que se trabajan estas habilidades y competencias. Los consejeros destacaron que la posibilidad de obtener certificaciones da un valor agregado importante para los alumnos. La propuesta se aprobó por unanimidad de los presentes: con 11 votos.

Por último, y en desahogo del quinto punto del orden día, se solicitó a la M.C. Rosario Jara Montañez, responsable del Programa Educativo de Licenciatura en Biotecnología en Acuicultura que realizara la presentación de la propuesta de modificación del plan de estudios de dicho programa. La M.C. Rosario Jara Montañez, responsable del Programa Educativo de Licenciatura en Biotecnología en Acuicultura, contestó y atendió las preguntas, dudas y sugerencias de los consejeros presentes. Se solicitó información acerca de las observaciones realizadas por los revisores externos, ante lo cual la M.C. Rosario Jara Montañez expuso las respuestas recibidas. Al igual que en el caso del Programa Educativo de Oceanología, se enfatizó la importancia de visibilizar el Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) al que contribuye cada una de las competencias profesionales del plan de estudios, considerándolo un elemento clave para su presentación ante el Consejo Universitario. Asimismo, se discutió la asignatura de Inteligencia Artificial (IA); la responsable del programa educativo señaló que su propósito principal es desarrollar habilidades para el manejo de grandes bases de datos. Posteriormente, se abordó la cantidad de asignaturas correspondientes a la línea de economía. Ante esto, se sugirió presentar el porcentaje de créditos de cada línea terminal para que sea claro el impacto de cada área en la totalidad de los créditos. La seriación entre materias se analizó y se recomendó que haya seriaciones recomendadas o sugeridas y no forzosas. Finalmente, la propuesta se aprobó por unanimidad de los presentes con 11 votos.

Se clausuró la sesión siendo las 12:34 horas y se procedió a firmar el acta correspondiente.

Derise L.



Universidad Autónoma  
de Baja California

## Facultad de Ciencias Marinas

Dra. Natalie Millán Aguiñaga  
Directora

Dra. Patricia Alvarado Graef  
Subdirectora

Dr. Mauro Wilfrido Santiago García  
Consejero Técnico Propietario

Dr. Usama Ismael Yarbuh Lugo  
Consejero Técnico Propietario

Dra. Marlene Nohemi Cardoza Contreras  
Consejera Técnica Propietaria

Dr. Carlos Francisco Peynador Sánchez  
Consejero Técnico Propietario

Dr. Luis Manuel Enríquez Paredes  
Consejero Técnico Propietario

Julieta Murillo Monsivais  
Consejera Técnica Propietaria

Daniela Isabel López Ramírez  
Consejera Técnica Propietaria

Frida Sofia Bonilla Rangel  
Consejera Técnica Propietaria

Marcela Elisa Gómez Romero  
Consejera Técnica Propietaria

María Fernanda López Rodríguez  
Consejera Técnica Propietaria



M.I. Juan Manuel Wagner Gutiérrez  
Consejero Técnico Suplente

M.C. Carlos Alejandro Domínguez Pérez  
Consejero Técnico Suplente

Dra. Denise Lubinsky Jinich  
Consejera Técnica Suplente

Dr. Mario Alberto Galaviz Espinoza  
Consejero Técnico Suplente

Rebeca Haro Crespo  
Consejera Técnica Suplente

Arantxa Villa Guerrero  
Consejera Técnica Suplente

En la tabla 12 se integran observaciones de los miembros del Consejo Técnico relacionadas con el plan de estudios y la atención dentro de la propuesta de modificación curricular.

**Tabla 12.**

*Atención de observaciones del Consejo Técnico.*

| Observaciones                                                                                                                               | Resolución o Justificación                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Visibilizar los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) que contribuyen a cada una de las competencias profesionales del plan de estudios. | <p><b>Atendida.</b><br/>Se abordan en la justificación.<br/>Ejemplo:</p> <p>El papel de la Biotecnología en Acuicultura es fundamental para el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Con el ODS 2 (Hambre Cero), contribuye a incrementar la disponibilidad y calidad de alimentos acuáticos nutritivos.</li> <li>• Con el ODS 8 (Trabajo Decente y Crecimiento Económico), impulsa cadenas de valor competitivas, innovadoras y resilientes.</li> <li>• Con el ODS 13 (Acción por el Clima), desarrolla estrategias de mitigación, adaptación y resiliencia en sistemas productivos ante escenarios climáticos adversos.</li> <li>• Con el ODS 14 (Vida Submarina), promueve prácticas responsables que preservan la biodiversidad, reducen impactos ecológicos y favorecen el uso sostenible de ecosistemas acuáticos</li> </ul> <p>p.18</p> |
| Se sugiere que no haya seriación obligatoria entre la materia de Procesos de Gestión Acuícola y Planes de Negocio.                          | <p><b>Atendida</b><br/>Coincidimos con esta observación, ya que esto permitirá que otros programas educativos cursen Planes de Negocio. Sin embargo, se cambió por seriación recomendada.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Se sugiere que la seriación obligatoria sea entre Estadística Avanzada y Diseño Experimental en Acuicultura.                                | <p><b>Atendida</b><br/>Coincidimos con la propuesta de seriación obligatoria entre Estadística Avanzada y Diseño Experimental en Acuicultura. Se colocó seriación obligatoria</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Se sugiere que sea seriación recomendada entre Estadística Avanzada y Genética Acuícola.                                                    | <p><b>Atendida</b><br/>Coincidimos con la propuesta de seriación recomendada entre Estadística Avanzada y Genética Acuícola.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |



### 9.3. Anexo 3. Programas de unidad de aprendizaje



## Universidad Autónoma de Baja California

### Facultad de Ciencias Marinas

Se hace constar que el personal docente abajo firmantes adscritos a la **Facultad de Ciencias Marinas** participó en el diseño de programas de unidades de aprendizaje para el nuevo **Plan de Estudios 2026-2** dentro del proceso de modificación curricular del programa educativo **Licenciatura en Biotecnología en Acuicultura**

#### Nombre

#### Firma

1. Alejandra Ferreira Arrieta
2. Alicia Abadía Cardoso
3. Amara Thayde Sánchez Nava
4. Ananda Aracely Navarro Barrera
5. Andrea Yazmín Zamora Quintero
6. André Braga de Souza
7. Ángel Raúl Herrera Gutiérrez
8. Angélica María Romero Arteaga
9. Beatriz Martín Atienza
10. Bernardino Ricardo Eaton González
11. Bertha García Capitanachi
12. Brenda Guadalupe Bonett Calzada
13. Carlos Francisco Peynador Sánchez
14. Christina Verónica Treinen Crespo

*Alejandra Ferreira A.*  
*P.A. yataley*  
*Amara Nava*  
*Ananda Navarro*  
*Andrea Yazmín*  
*André Braga*  
*Ángel Raúl*  
*Angélica María*  
*Beatriz Martín*  
*Bernardino Eaton*  
*Bertha García Capitanachi*  
*Brenda Bonett*  
*Carlos Peynador*  
*Christina Treinen*

*yataley*  
Dra. Natalie Millán Aguiñaga  
Directora

*Patricia Alvarado Graef*  
Dra. Patricia Alvarado Graef  
Subdirectora





# Universidad Autónoma de Baja California

## Facultad de Ciencias Marinas

### Nombre

### Firma

15. Conal David True

*Conal True*

16. Danténoc Álvarez Millán

*D. J. M.*

17. Denise Lubinsky Jinich

*Denise L.*

18. Diana Arenas Islas

*D. Arenas Islas*

19. Dora Alejandra Trejo Ramos

*Dora Trejo*

20. Eliana Gómez Ocampo

*Eliana G.*

21. Emyr Saúl Peña Marín

*Emyr Saúl Peña Marín*

22. Enrique Valenzuela Wood

*Enrique Valenzuela*

23. Ernesto Larios Soriano

*Ernesto Larios*

24. Eunise Vanessa Torres Delgado

*Eunise Torres*

25. Evnika Zarina Medina Romo

*Evnika Medina*

26. Fernando Barreto Curiel

*Fernando Barreto*

27. Georges Seingier

*Georges Seingier*

28. Gerardo Sandoval Garibaldi

*Gerardo Sandoval*

29. Guadalupe Gómez Hernández

*Guadalupe Gómez*

30. Hiram Rivera Huerta

*Hiram Rivera*

31. Hortencia Silva Jiménez

*Hortencia Silva*

32. Idaly Trejo Escamilla

*Idaly Trejo*

*Natalie Millán Aguiñaga*  
**Dra. Natalie Millán Aguiñaga**  
**Directora**

*Patricia Alvarado Graef*  
**Dra. Patricia Alvarado Graef**  
**Subdirectora**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA  
DE BAJA CALIFORNIA



FACULTAD DE  
CIENCIAS MARINAS



**Firma**

P.A. yatahi

1. 2

*[Handwritten signature]*

20

1. 10/10/10

Sampedro Ayala



*[Signature]*

0

*J. A.*

use paper 1.

Benjamin

WJCE



*[Handwritten signature]*

**directo**

**Dra. Patricia Alvarado Graef**  
**Subdirectora**





# Universidad Autónoma de Baja California

## Facultad de Ciencias Marinas

Nombre

Firma

51. María Teresa Viana Castrillón

P.A. yatalin

52. Mauro Wilfrido Santiago García

[Signature]

53. Miroslava Vivanco Aranda

[Signature]

54. Mónica Lubinsky Jinich

Mónica L.

55. Mónica Torres Beltrán

[Signature]

56. Natalie Millán Aguiñaga

yatalin

57. Nelva Lorena Victoria Cota

Nelva

58. Omar Ezequiel Aguillón Hernández

[Signature]

59. Oscar Basilio del Rio Zaragoza

[Signature]

60. Patricia Alvarado Graef

Patricia Alvarado Graef

61. Rosario Jara Montañez

[Signature]

62. Salvador Villasuso Palomares

[Signature]

63. Samantha Victoria Cota

[Signature]

64. Sheila Castellanos Martínez

[Signature]

65. Usama Ismael Yarbuh Lugo

[Signature]

66. Viridiana Evangelista Hernández

[Signature]

67. Víctor Antonio Zavala Hamz

[Signature]

68. Yamile Zaira Nassar Sánchez

[Signature]

69. Yolanda Schramm Urrutia

[Signature]

[Signature]

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA  
DE BAJA CALIFORNIA

Dra. Natalie Millán Aguiñaga  
**Directora**

Dra. Patricia Alvarado Graef  
**Subdirectora**



FACULTAD DE  
CIENCIAS MARINAS





PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

|                                            |                                                                                                                                                       |
|--------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Unidad académica:</b>                   | Facultad de Ciencias Marinas, Ensenada                                                                                                                |
| <b>Programa educativo:</b>                 | Oceanología<br>Licenciatura en Biotecnología en Acuicultura<br>Licenciatura en Ciencias Ambientales                                                   |
| <b>Plan de Estudios:</b>                   | 2026-2                                                                                                                                                |
| <b>Nombre de la unidad de aprendizaje:</b> | Matemáticas                                                                                                                                           |
| <b>Clave:</b>                              |                                                                                                                                                       |
| <b>Distribución horaria:</b>               | Horas Clase: 01<br>Horas Taller: 05<br>Horas Laboratorio: 00<br>Horas Práctica de Campo: 01<br>Horas Extra-clase: 01<br><br>Créditos:08               |
| <b>Etapas de formación:</b>                | Básica                                                                                                                                                |
| <b>Carácter:</b>                           | Obligatorio                                                                                                                                           |
| <b>Requisito:</b>                          | Ninguno                                                                                                                                               |
| <b>Modalidad de impartición:</b>           | Presencial                                                                                                                                            |
| <b>Equipo de diseño:</b>                   | Juan Guillermo Vaca Rodríguez<br>Patricia Alvarado Graef<br>Julio López Castillejos<br>Mauro Wilfrido Santiago García<br>Salvador Villasuso Palomares |
| <b>Subdirección que aprueba el PUA:</b>    | Patricia Alvarado Graef                                                                                                                               |
| <b>Fecha:</b>                              | 21 de mayo de 2026                                                                                                                                    |
| <b>Aprobación y registro:</b>              |                                                                                                                                                       |

## II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Su objetivo es que el estudiantado adquiera y aplique los conocimientos fundamentales de las matemáticas elementales, con el fin de desarrollar competencias para el manejo numérico de datos, así como para su representación mediante funciones en forma analítica, tabular y gráfica, y la correcta manipulación y operación de estas. Dichos aprendizajes constituyen una base formativa indispensable para el análisis y la comprensión de fenómenos propios de los campos disciplinares que integran su formación profesional.

## III. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Aplicar el álgebra y las funciones elementales, mediante la obtención de datos, la representación de los mismos como funciones y la manipulación, resolución y operación de éstas, para asociar procesos y fenómenos naturales con modelos matemáticos, con actitud analítica y responsable.

## IV. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE

Portafolio de ejercicios de las diferentes funciones básicas del álgebra, con énfasis en la medición de datos de fenómenos de las ciencias del mar y del ambiente.

Proyecto final que aborde la explicación de un fenómeno o proceso natural mediante la aplicación de álgebra y funciones, de forma oral y escrita.

## V. COMPETENCIA PROFESIONAL DEL PERFIL DE EGRESO A LA QUE CONTRIBUYE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Esta unidad de aprendizaje promueve competencias genéricas de impacto en los diferentes perfiles de egreso de los programas educativos de la Facultad de Ciencias Marinas.

## VI. EJE TRANSVERSAL AL QUE CONTRIBUYE

Pensamiento Crítico

## VII. DESARROLLO POR UNIDADES

### Unidad I. Conceptos generales de ecuaciones, funciones y sus aplicaciones

#### **Competencia**

Conectar los conceptos generales del álgebra con las ecuaciones o funciones mediante la relación entre datos medidos en el campo y las expresiones algebraicas para simular procesos o fenómenos oceanográficos, de acuacultura o del ambiente con creatividad, perseverancia y una actitud proactiva.

## **Contenido**

- 1.1. Tipos de números
  - 1.1.1. Racionales
  - 1.1.2. Irracionales
  - 1.1.3. Ordinales
  - 1.1.4. Cardinales
  - 1.1.5. Notación científica
  - 1.1.6. Otros
- 1.2. Medición de datos en las ciencias del mar y del ambiente
  - 1.2.1. Tipos de variables que se puedan representar como función
  - 1.2.2. Tipos de variables que no se pueden representar como función
- 1.3. Ecuaciones y funciones
  - 1.3.1. Representación analítica
  - 1.3.2. Representación tabular
  - 1.3.3. Representación gráfica
- 1.4. Ecuaciones, igualdades y desigualdades
  - 1.4.1. Concepto de ecuación
  - 1.4.2. Elementos y propiedades de las ecuaciones
  - 1.4.3. Igualdades y propiedades
  - 1.4.4. Desigualdades y propiedades
  - 1.4.5. Despejes

## **Duración**

03 horas.

## **Unidad II. Funciones constantes, lineales, cuadráticas y sus aplicaciones**

### **Competencia**

Aplicar las funciones lineales y cuadráticas a datos medidos en el campo mediante la relación entre las representaciones tabular, gráfica y analítica para resolver ejercicios acerca de los procesos o fenómenos oceanográficos, de acuacultura o del ambiente con iniciativa, entusiasmo y pensamiento crítico.

### **Contenido**

- 2.1. Funciones constantes
- 2.2. Funciones lineales

- 2.2.1. Representación analítica, tabular y gráfica
- 2.2.2. Dominio y Contradominio
- 2.2.3. Sistema de ecuaciones lineales (2X2)
- 2.2.4. Ajuste por mínimos cuadrados
  - 2.2.4.1. Solución analítica y concepto de sumatoria
  - 2.2.4.2. Solución en paquetería computacional
- 2.2.5. Aplicaciones
  - 2.2.5.1. Regla de tres
  - 2.2.5.2. Curva de calibración
  - 2.2.5.3. Incremento de temperatura por cambio climático
  - 2.2.5.4. Ley de Hooke
  - 2.2.5.5. Otras

## 2.3. Funciones cuadráticas

- 2.3.1. Representación analítica, tabular y gráfica
- 2.3.2. Dominio y Contradominio
- 2.3.3. Resolución por factorización
  - 2.3.3.1. Diferencia de cuadrados
  - 2.3.3.2. Trinomio cuadrado perfecto
  - 2.3.3.3. Fórmula general
- 2.3.4. Raíces con multiplicidad
- 2.3.5. Raíces imaginarias o complejas
  - 2.3.5.1. Origen de números imaginarios
  - 2.3.5.2. Concepto de número complejo
  - 2.3.5.3. Representación gráfica de unas raíces complejas
- 2.3.6. Aplicaciones
  - 2.3.6.1. Descarga de agua
  - 2.3.6.2. Rendimiento Máximo Sostenible del Modelo de Schaeffer
  - 2.3.6.3. Otras

### ***Duración***

04 horas

## Unidad III. Funciones polinomiales, racionales y sus aplicaciones

### Competencia

Aplicar las funciones polinomiales y racionales a datos medidos en el campo mediante la relación entre las representaciones tabular, gráfica y analítica para resolver ejercicios acerca de los procesos o fenómenos oceanográficos, de acuacultura o del ambiente con iniciativa, entusiasmo y pensamiento crítico.

### Contenido

#### 3.1. Funciones polinomiales

- 3.1.1. Representación analítica, tabular y gráfica

- 3.1.2. Dominio y Contradominio

- 3.1.3. Raíces en un polinomio

- 3.1.4. División sintética y división algebraica

- 3.1.5. Generación de polinomios. Expresión factorizada

- 3.1.6. Aplicaciones

- 3.1.6.1. Relación entre latitud y profundidad de la termoclina

- 3.1.6.2. Perfil de playa

- 3.1.6.3. Otras

#### 3.2. Funciones racionales

- 3.2.1. Representación analítica, tabular y gráfica

- 3.2.2. Asíntotas

- 3.2.2.1. Horizontales

- 3.2.2.2. Verticales

- 3.2.2.3. Oblicuas

- 3.2.3. Dominio y Contradominio

- 3.2.4. Aplicaciones

- 3.2.4.1. Modelo de crecimiento

- 3.2.4.2. Nivel de saturación

- 3.2.4.3. Fotoinhibición

- 3.2.4.4. Otras

### Duración

04 horas

## Unidad IV. Funciones exponenciales, logarítmicas y sus aplicaciones

### Competencia

Interpretar datos medidos en el campo mediante el uso de las diversas representaciones de las funciones exponenciales y logarítmicas para su aplicación a procesos o fenómenos oceanográficos, de acuacultura o del ambiente con una actitud observadora, reflexiva y proactiva.

### Contenido

#### 4.1. Funciones exponenciales

- 4.1.1. Definición
- 4.1.2. Representación analítica, tabular y gráfica
- 4.1.3. Dominio y ContraDominio
- 4.1.4. Leyes de exponentes y radicales
- 4.2. Funciones logaritmos
  - 4.2.1 Definición
  - 4.2.2. Representación analítica, tabular y gráfica
  - 4.2.3. Dominio y ContraDominio
  - 4.2.4. Leyes de logaritmos
  - 4.2.5. Gráficas log-log, semi-log
- 4.3. Despejes
- 4.4. Aplicaciones
  - 4.4.1. Crecimiento poblacional
  - 4.4.2. Incremento de nivel de CO<sub>2</sub> por cambio climático
  - 4.4.3. Modelos de Von Bertalanffy
  - 4.4.4. Escala de Richter para terremotos
  - 4.4.5. Escala de pH
  - 4.4.6. Otras

### ***Duración***

03 horas

## **Unidad V. Funciones trigonométricas y sus aplicaciones**

### ***Competencia***

Interpretar datos medidos en el campo mediante el uso de las diversas representaciones de las funciones trigonométricas para su aplicación a procesos o fenómenos oceanográficos, de acuacultura o del ambiente con una actitud observadora, reflexiva y proactiva

### ***Contenido***

- 5.1. Definiciones
- 5.2. Función seno y coseno
  - 5.2.1. Representación analítica, tabular y gráfica
  - 5.2.2. Dominio y ContraDominio
  - 5.2.3. Frecuencia y amplitud
- 5.3. Función tangente, cotangente, secante, cosecante
  - 5.3.1. Representación analítica, tabular y gráfica
  - 5.2.2. Dominio y ContraDominio
  - 5.2.3. Asíntotas
- 5.4. Despejes
- 5.5. Aplicaciones
  - 5.5.1. Mareas
  - 5.5.2. Oleaje
  - 5.5.3. Variación de temperatura anual
  - 5.5.4. Variación en el ciclo reproductivo

#### 5.5.5. Otras

#### **Duración**

02 horas

## VIII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER

### Unidad I. Conceptos generales de ecuaciones, funciones y sus aplicaciones

#### Práctica 1: Tipos de números y medición de datos

#### **Duración**

02 horas

#### **Procedimiento**

1. Recibe instrucciones guiadas por parte del docente.
2. Se reúne en equipos para resolver ejercicios de tipos de números y se recibe retroalimentación constante.
3. Utiliza datos proporcionados por el docente.
4. Genera tablas y gráficas en papel y en computadora considerando el tipo de número, las cifras significativas y las unidades.
5. Recibe retroalimentación por parte del docente.

#### **Recursos de apoyo**

- Pintarrón
- Plumones
- Bases de datos con diversos tipos de números, unidades y notaciones
- Hojas
- Dispositivo electrónico con acceso a Google Sheets

#### Práctica 2: Ecuaciones y funciones

#### **Duración**

07 horas

#### **Procedimiento**

1. Recibe instrucciones guiadas por parte del docente.
2. Genera tablas y gráficas a partir de funciones proporcionadas por el docente.
3. Genera gráficas a partir de la representación tabular de datos.
4. Genera tablas a partir de la representación gráfica de datos.
5. Identifica el tipo de número utilizado en cada uno de los casos.
6. Recibe retroalimentación por parte del docente.

#### **Recursos de apoyo**

- Pintarrón

- Plumones
- Bases de datos con diversos tipos de números, unidades y notaciones.
- Lista de funciones de diversos tipos
- Hojas
- Dispositivo electrónico con acceso a Google Sheets

### **Práctica 3: Ecuaciones de igualdades y desigualdades**

#### ***Duración***

06 horas

#### ***Procedimiento***

1. Recibe instrucciones guiadas por parte del docente.
2. Discrimina entre igualdades y desigualdades.
3. Practica las propiedades de igualdades y ecuaciones con ejercicios proporcionados por el docente.
4. Resuelve ejercicios de despejes con problemas algebraicos.
5. Utiliza las propiedades de las desigualdades para resolver ejercicios.
6. Grafica las desigualdades.
7. Describe de forma analítica la desigualdad a partir de una gráfica.
8. Recibe retroalimentación por parte del docente

#### ***Recursos de apoyo***

- Pintarrón
- Plumones
- Lista de ejercicios de ecuaciones, igualdades y desigualdades
- Lista de ejercicios para despejes algebraicos
- Hojas

## **Unidad II. Funciones constantes, lineales, cuadráticas y sus aplicaciones**

### **Práctica 4: Diversas representaciones de las funciones lineales**

#### ***Duración***

02 horas

#### ***Procedimiento***

1. Recibe instrucciones guiadas por el docente.
2. Genera tablas y gráficas a partir de funciones.
3. Genera las representaciones analíticas (ecuación de la recta) de las funciones lineales a partir de tablas y gráficas.
4. Recibe retroalimentación constante por parte del docente.

#### ***Recursos de apoyo***

- Pintarrón



- Plumones
- Lista de ejercicios
- Hojas

## **Práctica 5: Sistemas de ecuaciones lineales**

### ***Duración***

04 horas

### ***Procedimiento***

1. Recibe instrucciones guiadas por el docente.
2. Resuelve ejercicios de sistemas de ecuaciones lineales por el método gráfico.
3. Resuelve ejercicios de sistemas de ecuaciones lineales por métodos analíticos.
4. Recibe retroalimentación constante por parte del docente.

### ***Recursos de apoyo***

- Pintarrón.
- Plumones.
- Lista de ejercicios.
- Hojas.

## **Práctica 6: Ajustes por mínimos cuadrados**

### ***Duración***

04 horas

### ***Procedimiento***

1. Recibe instrucciones guiadas por el docente.
2. Resuelve ejercicios de sumatorias.
3. Genera una tabla de datos de mediciones.
4. Genera la gráfica de los datos.
5. Utiliza la solución analítica para encontrar la pendiente y ordenada al origen por mínimos cuadrados.
6. Utiliza Google Sheets para generar la ecuación de la recta por mínimos cuadrados.
7. Interpreta el valor de  $R^2$ .
8. Recibe retroalimentación constante por parte del docente

### ***Recursos de apoyo***

- Pintarrón
- Plumones
- Base de datos
- Hojas
- Dispositivo electrónico con acceso a Google
- Sheets

## Práctica 7: Aplicaciones de las funciones lineales

### **Duración**

04 horas

### **Procedimiento**

1. Recibe instrucciones guiadas por el docente.
2. Se reúne en equipos de acuerdo con el interés para resolver problemas de aplicación.
3. Resuelve el problema de aplicación.
4. Recibe retroalimentación por parte del docente.
5. Socializa los resultados al grupo.

### **Recursos de apoyo**

- Pintarrón
- Plumones
- Lista de ejercicios
- Hojas

## Práctica 8: Diversas representaciones de las funciones cuadráticas

### **Duración**

02 horas

### **Procedimiento**

1. Recibe instrucciones guiadas por el docente.
2. Genera tablas y gráficas a partir de funciones.
3. Genera las representaciones analíticas (ecuación de la parábola) de las funciones cuadráticas a partir de tablas y gráficas.
4. Recibe retroalimentación constante por parte del docente.

### **Recursos de apoyo**

- Pintarrón
- Plumones
- Lista de ejercicios
- Hojas

## Práctica 9: Raíces de las funciones cuadráticas

### **Duración**

02 horas

### **Procedimiento**

1. Recibe instrucciones guiadas por el docente.
2. Utiliza la factorización para encontrar las raíces de la función.

3. Utiliza la fórmula general para encontrar las raíces de la función.
4. Identifica las raíces con multiplicidad en las formas analítica y gráfica.
5. Identifica las raíces imaginarias o complejas utilizando la fórmula general.
6. Recibe retroalimentación constante de parte del docente.

#### **Recursos de apoyo**

- Pintarrón.
- Plumones.
- Lista de ejercicios.
- Hojas.

### **Práctica 10: Aplicaciones de las funciones cuadráticas.**

#### **Duración**

02 horas

#### **Procedimiento**

1. Recibe instrucciones guiadas por el docente.
2. Se reúne en equipos de acuerdo al interés para resolver problemas de aplicación.
3. Resuelve el problema de aplicación.
4. Recibe retroalimentación por parte del docente.
5. Socializa los resultados al grupo.

#### **Recursos de apoyo**

- Pintarrón.
- Plumones.
- Lista de ejercicios.
- Hojas.

## **Unidad III. Funciones polinomiales, racionales y sus aplicaciones**

### **Práctica 11: Funciones polinomiales**

#### **Duración**

10 horas

#### **Procedimiento**

1. Recibe instrucciones guiadas por el docente.
2. Genera tablas y gráficas a partir de funciones.
3. Identifica el orden de la función, las raíces y la ordenada al origen a partir de la gráfica.
4. Calcula el orden de la función, las raíces y la ordenada al origen a partir de la función.
5. Se reúne en equipos para resolver ejercicios de aplicación.
6. Socializa con el grupo los resultados de los ejercicios de aplicación.
7. Recibe retroalimentación constante por parte del docente.

#### **Recursos de apoyo**

- Pintarrón.

- Plumones.
- Lista de ejercicios.
- Hojas.

## **Práctica 12: Funciones racionales**

### ***Duración***

10 horas

### ***Procedimiento***

1. Recibe instrucciones guiadas por el docente.
2. Genera tablas y gráficas a partir de funciones.
3. Identifica las raíces, la ordenada al origen y las asíntotas a partir de la gráfica.
4. Calcula las raíces, la ordenada al origen y las asíntotas a partir de la función.
5. Se reúne en equipos para resolver ejercicios de aplicación.
6. Socializa con el grupo los resultados de los ejercicios de aplicación.
7. Recibe retroalimentación constante por parte del docente.

### ***Recursos de apoyo***

- Pintarrón.
- Plumones.
- Lista de ejercicios.
- Hojas.

## **Unidad IV. Funciones exponenciales, logarítmicas y sus aplicaciones**

## **Práctica 13: Funciones exponenciales**

### ***Duración***

07 horas

### ***Procedimiento***

1. Recibe instrucciones guiadas por el docente.
2. Usa la calculadora para resolver funciones exponenciales.
3. Genera tablas y gráficas a partir de funciones.
4. Realiza ejercicios para aplicar las leyes de exponentes y radicales.
5. Se reúne en equipos para resolver ejercicios de aplicación.
6. Recibe retroalimentación constante por parte del docente.

### ***Recursos de apoyo***

- Pintarrón.
- Plumones.
- Lista de ejercicios.
- Hojas.

## Práctica 14: Funciones logarítmicas

### ***Duración***

08 horas

### ***Procedimiento***

1. Recibe instrucciones guiadas por el docente.
2. Usa la calculadora para resolver funciones logarítmicas.
3. Genera tablas y gráficas a partir de funciones.
4. Genera tablas y gráficas log-log y semi-log.
5. Realiza ejercicios para aplicar las leyes de los logaritmos.
6. Resuelve ejercicios de despeje.
7. Se reúne en equipos para resolver ejercicios de aplicación.
8. Recibe retroalimentación constante por parte del docente.

### ***Recursos de apoyo***

- Pintarrón.
- Plumones.
- Lista de ejercicios.
- Hojas.

## Unidad V. Funciones trigonométricas y sus aplicaciones

## Práctica 15: Funciones trigonométricas

### ***Duración***

10 horas

### ***Procedimiento***

1. Recibe instrucciones guiadas por el docente.
2. Usa la calculadora para resolver funciones trigonométricas.
3. Genera tablas y gráficas a partir de funciones.
4. Realiza ejercicios para aplicar las identidades trigonométricas.
5. Resuelve ejercicios de despejes.
6. Se reúne en equipos para resolver ejercicios de aplicación.
7. Recibe retroalimentación constante por parte del docente.

### ***Recursos de apoyo***

- Pintarrón.
- Plumones.
- Lista de ejercicios.
- Hojas.

## IX. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE CAMPO

### Unidad I. Conceptos generales de ecuaciones, funciones y sus aplicaciones

#### Práctica 1: Selección de temas, variables y metodología de medición

##### **Duración**

03 horas

##### **Procedimiento**

1. Recibe instrucciones por parte del docente.
2. Revisa el catálogo de posibles temas disponibles o propone temas relacionados con sus intereses.
3. Investiga sobre los temas para seleccionar por lo menos tres de ellos: uno con variables discretas, uno con variables continuas, y otro con variables cualitativas (nominales u ordinales).
4. Visita a personal académico, revisa revistas científicas o libros, interactúa con IA, para recabar información sobre los temas.
5. Desarrolla el protocolo de toma de muestra y elección de equipo de medición (regla, Vernier, cronómetro, termómetro, etc.).
6. Recibe retroalimentación por parte del docente.

##### **Recursos de apoyo**

- Dispositivo electrónico con Google Sheets.
- Dispositivo electrónico con acceso a internet.
- Dispositivo con cámara fotográfica y de video.
- Hojas.
- Equipo de medición de acuerdo con el tipo de variable de sus temas.

### Unidad II. Funciones constantes, lineales, cuadráticas y sus aplicaciones

#### Práctica 2: Toma de datos

##### **Duración**

04 horas

##### **Procedimiento**

1. Recibe instrucciones por parte del docente.
2. Se integra en los equipos de trabajo.
3. Se traslada al sitio de muestreo apropiado de acuerdo con sus temas (intermareal, matorral costero, laboratorio, etc.) llevando zapato cómodo, antiderrapante y cerrado.
4. Realiza las mediciones apropiadas de las variables de sus temas.
5. Analiza y discute la mejor manera de registrar las mediciones de una hoja de cálculo.
6. Recibe retroalimentación por parte del docente.

### **Recursos de apoyo**

- Bitácora de campo.
- Equipo de medición de acuerdo con el tipo de variable de sus temas.
- Dispositivo electrónico con Google Sheets.
- Dispositivo con cámara fotográfica y de video.
- Zapato cómodo, antiderrapante y cerrado.

## **Unidad III. Funciones polinomiales, racionales y sus aplicaciones**

### **Práctica 3: Toma de datos y análisis preliminar de tendencias**

#### **Duración**

04 horas

#### **Procedimiento**

1. Recibe instrucciones por parte del docente.
2. Se integra en los equipos de trabajo.
3. Se traslada al sitio de muestreo apropiado de acuerdo con sus temas (intermareal, matorral costero, laboratorio, etc.) llevando zapato cómodo, antiderrapante y cerrado.
4. Realiza las mediciones apropiadas de las variables de sus temas.
5. Registra las mediciones de una hoja de cálculo.
6. Analiza las tendencias preliminares de los datos y discute la mejor manera de presentarlos.

#### **Recursos de apoyo**

- Formatos para levantamiento de datos de campo
- Bitácora de campo.
- Equipo de medición de acuerdo con el tipo de variable de sus temas.
- Dispositivo electrónico con Google Sheets.
- Dispositivo con cámara fotográfica y de video.
- Zapato cómodo, antiderrapante y cerrado.

## **Unidad IV. Funciones exponenciales, logarítmicas y sus aplicaciones**

### **Práctica 4: Toma de datos y primera aproximación de función representativa**

#### **Duración**

03 horas

#### **Procedimiento**

1. Recibe instrucciones por parte del docente.
2. Se traslada al sitio de muestreo apropiado de acuerdo con sus temas (intermareal, matorral costero, laboratorio, etc.) llevando zapato cómodo, antiderrapante y cerrado.
3. Realiza las mediciones apropiadas de las variables de sus temas.
4. Registra las mediciones de una hoja de cálculo.

5. Genera la función representativa de los datos.
6. Recibe retroalimentación por parte del docente.

### **Recursos de apoyo**

- Formatos para levantamiento de datos de campo
- Bitácora de campo.
- Equipo de medición de acuerdo con el tipo de variable de sus temas.
- Dispositivo electrónico con Google Sheets.
- Dispositivo con cámara fotográfica y de video.
- Computadora con hoja de cálculo que permita generar líneas de tendencia por mínimos cuadrados, la ecuación y la estimación de la  $R^2$ .
- Zapato cómodo, antiderrapante y cerrado.

## **Unidad V. Funciones trigonométricas y sus aplicaciones**

### **Práctica 5: Análisis de resultados y generación del proyecto final**

#### **Duración**

02 horas

#### **Procedimiento**

1. Recibe instrucciones por parte del docente.
2. Investiga más información sobre los temas trabajados.
3. Redacta su proyecto final siguiendo la rúbrica disponible.
4. Prepara la exposición de los resultados de sus temas al resto del grupo.
5. Recibe retroalimentación por parte del docente.

### **Recursos de apoyo**

- Formatos para levantamiento de datos de campo
- Bitácora de campo.
- Dispositivo electrónico con Google Sheets.
- Computadora con acceso a internet y editor de textos.
- Hojas.

## **X. MÉTODO DE TRABAJO**

### **Encuadre**

El primer día de clase cada docente debe establecer la forma de trabajo, criterios de evaluación, calidad de los trabajos académicos, derechos y obligaciones docente-estudiante.

### **Estrategia de enseñanza**

- Aprendizaje basado en problemas
- Técnica expositiva
- Discusión guiada



- Instrucción guiada
- Ejercicios prácticos

### Estrategia de aprendizaje

- Investigación empírica
- Exposición de resoluciones de casos prácticos
- Trabajo colaborativo
- Técnica expositiva
- Visitas a campo
- Ejercicios prácticos

## XI. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

### Criterios de acreditación

Para tener derecho a examen ordinario y extraordinario cada estudiante debe cumplir con los porcentajes de asistencia que establece el Estatuto Escolar vigente. La calificación es en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 60.

### Criterios de evaluación

|                            |      |
|----------------------------|------|
| – Evaluaciones parciales   | 70%  |
| – Tareas                   | 10%  |
| – Portafolio de ejercicios | 10%  |
| – Proyecto final           | 10%  |
| Total                      | 100% |

## XII. REFERENCIAS

### Recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

León Cárdenas, J. (2021). *Precálculo*. Editorial Patria.

Miller, J., & Gerken, D. (2024). *Precalculus: High School Edition*. McGraw Hill.

Sáenz, J. A. (2022). *Precálculo para todos*. Editorial Hipotenusa.

Stewart, J., Redlin, L., & Watson, S. (2024). *Precálculo: Matemáticas para el cálculo*. Cengage Learning.

Zárate González, I., & Santiago Naranjo, V. M. (2021). *Precálculo*. CM Editores.

### Recursos de acceso libre o complementarios externos

Gutiérrez Banegas, A. L., & Wisniewski, P. M. (2003). *Introducción a las matemáticas universitarias*. McGraw-Hill/Interamericana.

<https://www.libreriaingeniero.com/2021/04/introduccion-a-las-matematicas-universitarias-ana-laura-gutierrez-banegas.html>

Universidad Autónoma de Baja California. (2025). *Ciencias Marinas*. Instituto de Investigaciones Oceanológicas. <https://www.cienciasmarinas.com.mx/index.php/cmarinas>

### XIII. PERFIL DOCENTE

Contar con formación profesional en Matemáticas, Física, Biología, Oceanología, Biotecnología en Acuicultura, Ciencias Ambientales o áreas afines, preferentemente con estudios de posgrado en ciencias naturales, o con experiencia profesional comprobable y experiencia docente mínima de dos años. Deberá contar con habilidades para el análisis y la resolución de problemas, así como con disposición para promover el trabajo colaborativo y el aprendizaje activo.



**PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE**

**I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN**

|                                            |                                                                                                                                         |
|--------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Unidad académica:</b>                   | Facultad de Ciencias Marinas, Ensenada                                                                                                  |
| <b>Programa educativo:</b>                 | Oceanología<br>Licenciatura en Biotecnología en Acuicultura<br>Licenciatura en Ciencias Ambientales                                     |
| <b>Plan de Estudios:</b>                   | 2026-2                                                                                                                                  |
| <b>Nombre de la unidad de aprendizaje:</b> | Biología                                                                                                                                |
| <b>Clave:</b>                              |                                                                                                                                         |
| <b>Distribución horaria:</b>               | Horas Clase: 03<br>Horas Taller: 00<br>Horas Laboratorio: 03<br>Horas Práctica de Campo: 01<br>Horas Extra-clase: 03<br><br>Créditos:10 |
| <b>Etapas de formación:</b>                | Básica                                                                                                                                  |
| <b>Carácter:</b>                           | Obligatorio                                                                                                                             |
| <b>Requisito:</b>                          | Ninguno                                                                                                                                 |
| <b>Modalidad de impartición:</b>           | Presencial                                                                                                                              |
| <b>Equipo de diseño:</b>                   | Alejandra de Jesús Castillo Ramírez<br>Yolanda Schramm Urrutia<br>Bernardino Ricardo Eaton González<br>Alicia Abadía Cardoso            |
| <b>Subdirección que aprueba el PUA:</b>    | Patricia Alvarado Graef                                                                                                                 |
| <b>Fecha:</b>                              | 21 de mayo de 2026                                                                                                                      |
| <b>Aprobación y registro:</b>              |                                                                                                                                         |

## **II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE**

La unidad de aprendizaje Biología es fundamental en la formación de estudiantes del área de las ciencias del mar y del ambiente, ya que proporciona las bases conceptuales y metodológicas para comprender los principios que rigen la vida desde sus orígenes celulares hasta la diversidad biológica actual. Su importancia radica en que permite comprender e interpretar las estructuras y fenómenos biológicos clave, como la célula, la evolución, la herencia genética y la interacción entre organismos y su entorno, necesarios para abordar problemáticas ambientales, ecológicas y de conservación en los sistemas acuáticos, costeros y terrestres. Ofrece al alumnado herramientas científicas esenciales, como el pensamiento crítico, el análisis de información especializada y la aplicación del método científico, al mismo tiempo que fomenta actitudes de responsabilidad, ética ambiental y compromiso con el conocimiento riguroso.

## **III. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE**

Analizar los aspectos fundamentales que definen a los seres vivos, desde sus distintos niveles de organización biológica, mediante la aplicación del método científico y el uso de información especializada, con el propósito de comprender a las entidades biológicas en sus diferentes escalas, con responsabilidad, pensamiento crítico y una actitud proactiva ante los retos ambientales de su disciplina.

## **IV. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE**

Reportes de prácticas de laboratorio o simulaciones virtuales donde se aplique el método científico para investigar preguntas relacionadas con organismos, procesos y fenómenos biológicos. Cada estudiante deberá entregar dichos reportes con introducción, objetivo, materiales y método, resultados, discusión y referencias.

Presentación oral o video explicativo sobre un proceso biológico (como fotosíntesis, mitosis, replicación del ADN o selección natural), con lenguaje científico adecuado y claridad conceptual, dirigido a un público no especializado.

## **V. COMPETENCIA PROFESIONAL DEL PERFIL DE EGRESO A LA QUE CONTRIBUYE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE**

Esta unidad de aprendizaje promueve competencias genéricas de impacto en los diferentes perfiles de egreso de los programas educativos de la Facultad de Ciencias Marinas.

## **VI. EJE TRANSVERSAL AL QUE CONTRIBUYE**

Pensamiento Crítico

## **VII. DESARROLLO POR UNIDADES**

### **Unidad I. Fundamentos e interacciones de la Biología**

#### **Competencia**

Reconocer las características fundamentales de la vida y el objeto de estudio de la Biología mediante la exploración de sus antecedentes históricos, su desarrollo como ciencia y la aplicación del método científico, con el propósito de comprender su relevancia en el análisis de los fenómenos naturales y en la toma de decisiones responsables desde una perspectiva bioética, con una actitud analítica y responsable.

#### **Contenido**

- 1.1. Conceptualización de la vida
- 1.2. Definición de Biología
- 1.3. Aspectos históricos de la Biología como ciencia
  - 1.3.1. El método científico
- 1.4. Bioética

#### **Duración**

06 horas

### **Unidad II. Bases químicas de la vida**

#### **Competencia**

Analizar los componentes químicos fundamentales de los seres vivos, mediante el estudio de elementos inorgánicos, biomoléculas y sus funciones, con el propósito de comprender su papel en la organización y funcionamiento celular, con una actitud reflexiva, responsable y consciente de la relevancia de la química en los procesos biológicos.

#### **Contenido**

- 2.1. Elementos inorgánicos en los seres vivos
  - 2.1.1. Agua
  - 2.1.2. Sales e iones
- 2.2 Las biomoléculas en los seres vivos
  - 2.2.1. Carbohidratos
  - 2.2.2. Lípidos
  - 2.2.3. Proteínas
  - 2.2.4. Ácidos nucleicos

***Duración***

08 horas

**Unidad III. La célula como unidad básica de la vida*****Competencia***

Distinguir las características fundamentales de la célula como unidad estructural y funcional de los seres vivos, mediante la comprensión de la teoría celular, los tipos celulares y sus estructuras principales, con el propósito de establecer las bases de los procesos biológicos complejos, con disposición al aprendizaje, rigurosidad académica y respeto al conocimiento científico.

***Contenido***

3.1. Teoría celular

3.2. Tipos básicos de células: diferencia entre procariotas y eucariotas

3.3. Estructuras fundamentales de la célula

***Duración***

06 horas

**Unidad IV. Funciones de la célula*****Competencia***

Analizar los principales procesos funcionales de las células, mediante la identificación del metabolismo, la reproducción celular y los mecanismos de diferenciación, con el propósito de explicar cómo se generan y mantienen los tejidos en los organismos, con curiosidad científica, razonamiento lógico y compromiso con el conocimiento biológico.

***Contenido***

4.1. Metabolismo celular

4.1.1. Respiración celular

4.1.2. Fotosíntesis

4.1.3. Membrana celular

4.2. Reproducción celular

4.3 La división y la diferenciación celular como mecanismos básicos para la formación de tejidos

***Duración***

08 horas

## **Unidad V. Genética**

### **Competencia**

Examinar los principios básicos de la herencia biológica, mediante el estudio de la estructura del material genético, los mecanismos de transmisión hereditaria y los patrones mendelianos y no mendelianos, con el propósito de reconocer la importancia de la genética en la variabilidad de los seres vivos, con responsabilidad, ética y respeto a la diversidad biológica.

### **Contenido**

- 5.1. Moléculas portadoras de información genética
- 5.2. Genes y cromosomas
- 5.3. Mitosis y meiosis en los procesos genéticos de propagación somática y sexual
- 5.4. Los mecanismos básicos de la transmisión sexual de las características mendelianas
- 5.5. Patrones de la herencia
- 5.6. Cuando la herencia sigue reglas diferentes: Herencia no mendeliana

### **Duración**

06 horas

## **Unidad VI. Evolución y biodiversidad**

### **Competencia**

Examinar el origen y la diversidad de los seres vivos, mediante el análisis de los procesos evolutivos, los cambios genéticos y la historia de la vida en la Tierra, con el propósito de valorar la evolución como fundamento científico de la biología moderna y la aplicación en el reconocimiento de la biodiversidad local, con pensamiento crítico, conocimiento y respeto al entorno natural.

### **Contenido**

- 6.1. Evolución química, celular y el origen de la vida
- 6.2. Origen de la multicelularidad
- 6.3. Origen y características de la biodiversidad
- 6.4. Mecanismos y procesos evolutivos

### **Duración**

08 horas

## **Unidad VII. Taxonomía y Sistemática**

### **Competencia**

Inferir la clasificación de los organismos vivos en función de sus características morfológicas y filogenéticas, mediante el estudio de los sistemas taxonómicos y los criterios de clasificación biológica, con el propósito de organizar e interpretar la biodiversidad, con precisión, pensamiento analítico y valoración del conocimiento científico.

### **Contenido**

7.1. Clasificación de los seres vivos: Linneo, Wittaker y Margulis

7.2. Taxonomía

7.3. Características generales de los Reinos Naturales

### **Duración**

06 horas

## **VIII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO**

### **Unidad I. Fundamentos e interacciones de la Biología**

#### **Práctica 1: Normas de seguridad, equipos y materiales en el laboratorio de Biología**

### **Duración**

03 horas

### **Procedimiento**

1. Atiende las orientaciones para el desarrollo de la práctica.
2. Revisa la información contenida en las hojas de seguridad, uso de bitácoras, señalización y áreas del laboratorio.
3. Clasifica como volumétrico, no volumétrico, material variado, equipo de medición, etc., cada uno de los materiales.
4. Elabora informe de laboratorio.
5. Entrega informe y recibe retroalimentación docente.

### **Recursos de apoyo**

- Hojas de seguridad de materiales de laboratorio.
- Bitácoras de uso de espacio físico.
- Bitácoras de generación de residuos peligrosos.
- Hojas de seguridad de sustancias químicas.
- Señalización de peligrosidad de sustancias químicas y área de almacenamiento de residuos peligrosos en el laboratorio.
- Estuche de disección
- Pipetas graduadas de 5 ml
- Pipetas graduadas de 10 ml



- Pipeteadores
- Gradilla
- Cajas petri
- Portaobjetos y cubreobjetos
- Tubos de ensayo
- Vaso precipitado de 50 ml
- Matraz aforado de 100 ml
- Matraz de 125 ml
- Termómetros
- Probetas de 50 ml
- Pinzas para tubos de ensayo
- Potenciómetro
- Plancha de calentamiento

## **Práctica 2: Elaboración de un reporte de laboratorio**

### ***Duración***

03 horas

### ***Procedimiento***

1. Atiende las orientaciones para el desarrollo de un reporte de laboratorio.
2. Analiza las secciones que comprenden un reporte de laboratorio.
3. Entiende la similitud de las secciones de un reporte de laboratorio y un artículo científico.
4. Identifica la forma de citar en un artículo científico.
5. Ensaya la forma de redactar una referencia.
6. Elabora informe de laboratorio.
7. Entrega informe y recibe retroalimentación docente.

### ***Recursos de apoyo***

- Revista Ciencias Marinas
- Libros

## **Práctica 3: El método científico y diseño experimental**

### ***Duración***

03 horas

### ***Procedimiento***

1. Atiende las orientaciones para el desarrollo de la práctica.
2. Plantea una hipótesis, diseña el experimento y define las variables.
3. Realiza el experimento, recopila datos y los analiza.
4. Elabora informe de laboratorio.
5. Entrega informe y recibe retroalimentación docente.

### **Recursos de apoyo**

- 5 servilletas de papel de 3 a 5 marcas diferentes.
- 1 vaso de plástico de boca ancha
- 1 probeta de 100 mL
- 20 monedas o rondanas del mismo tamaño
- 1 liga de goma o tape
- Trapo para secar o charola para contener el agua

## **Unidad II. Bases químicas de la vida**

### **Práctica 4: Biomoléculas: carbohidratos, lípidos y proteínas**

#### **Duración**

03 horas

#### **Procedimiento**

1. Atiende las orientaciones para el desarrollo de la práctica.
2. Analiza diversos alimentos para saber qué moléculas orgánicas (carbohidratos, lípidos o proteínas) contienen.
3. Elabora informe de laboratorio.
4. Entrega informe y recibe retroalimentación docente.

#### **Recursos de apoyo**

- Goteros
- Navaja
- Vidrios de reloj
- Agitador de vidrio
- Lugol
- Fehling A
- Fehling B
- Sudán III
- NaOH (hidróxido de sodio)
- CuSO<sub>4</sub> (sulfato de cobre)
- Jugo de naranja
- Salchicha finamente picada
- Carne de pollo finamente picada
- Clara de huevo

### **Unidad III. La célula como unidad básica de la vida**

#### **Práctica 5: Uso de los microscopios estereoscópico y compuesto**

##### ***Duración***

03 horas

##### ***Procedimiento***

1. Atiende las orientaciones para el desarrollo de la práctica.
2. Conoce las partes de los microscopios estereoscópico y compuesto.
3. Señala a qué sistema (óptico o mecánica) pertenece cada una de las partes de los microscopios.
4. Observa diversos objetos en el microscopio estereoscópico, a simple vista y el mayor aumento posible.
5. Observa una preparación permanente a tres diferentes aumentos (5X, 10X y 40X)
6. Elabora informe de laboratorio.
7. Entrega informe y recibe retroalimentación docente.

##### ***Recursos de apoyo***

- Microscopio estereoscópico
- Microscopio compuesto
- hoja de árbol
- rocas
- insecto
- Preparación permanente

#### **Práctica 6: Tipos de células: procariotas y eucariotas**

##### ***Duración***

03 horas

##### ***Procedimiento***

1. Atiende las orientaciones para el desarrollo de la práctica.
2. Observa a través del microscopio compuesto y fotografía al menos dos muestras de procariotas, dos de eucariota vegetal y dos de eucariota animal.
3. Señala las estructuras celulares: núcleo, membrana celular, pared celular, citoplasma, etc.
4. Elabora informe de laboratorio.
5. Entrega informe y recibe retroalimentación docente.

##### ***Recursos de apoyo***

- Microscopio compuesto

- Preparaciones semipermanentes de células procariotas
- Preparaciones permanentes de células eucariotas (animal y vegetal)

## **Unidad IV. Funciones de la célula**

### **Práctica 7: Fotosíntesis y respiración celular**

#### ***Duración***

03 horas

#### ***Procedimiento***

1. Atiende las orientaciones para el desarrollo de la práctica.
2. Realiza un diagrama del diseño experimental
3. Establece los tratamientos, según se indica en la descripción de la práctica
4. Observa y toma los datos durante la práctica
5. Elabora una tabla con las observaciones, utilizando el formato que se proporciona.
6. Elabora un informe de laboratorio.
7. Entrega informe y recibe retroalimentación docente.

#### ***Recursos de apoyo***

- 4 viales con tapa
- Azul Bromotimol (BTB)
- Agua pH 7
- Elodea
- Gotero
- Papel aluminio

### **Práctica 8: Mitosis**

#### ***Duración***

03 horas

#### ***Procedimiento***

1. Atiende las orientaciones para el desarrollo de la práctica.
2. Realiza una preparación temporal con la raíz de una cebolla.
3. Observa en el microscopio compuesto para localizar en la preparación una célula que se encuentre en por lo menos 4 diferentes fases del ciclo celular.
4. Esquematiza o fotografía lo observado.
5. Estima de índice mitótico y el índice de fase.
6. Elabora informe de laboratorio.
7. Entrega informe y recibe retroalimentación docente.

### **Recursos de apoyo**

- 1 vaso de precipitado de 100 ml
- 1 estuche de disección
- 5 portaobjetos
- 5 cubreobjetos
- Papel secante
- Piseta con agua destilada
- Aceite de inmersión
- Colorante acetocarmín u orceína acética
- Microscopio compuesto
- Cebolla con raíces

## **Unidad V. Genética**

### **Práctica 9: Extracción de ADN**

#### **Duración**

03 horas

#### **Procedimiento**

1. Atiende las orientaciones para el desarrollo de la práctica.
2. Entiende la similitud de funciones entre productos caseros y reactivos químicos sobre la extracción del ADN de una fresa.
3. Obtiene el ADN de una fresa.
4. Elabora informe de laboratorio.
5. Entrega informe y recibe retroalimentación docente.

### **Recursos de apoyo**

- 1 fresa
- 1/2 cucharadita de sal común 100 mL de agua
- 10 mL de detergente
- 1 bolsa resellable
- 5 gotas de jugo de piña (gotero)
- 10 mL de alcohol frío
- 1 cuchara pequeña
- 1 vaso de precipitados de 250 mL
- 1 vaso de precipitados de 50 mL
- 1 palito de madera
- 1 colador
- 1 tubo eppendorf de 1.5 mL
- Papel secante

## Práctica 10: Meiosis

### **Duración**

03 horas

### **Procedimiento**

1. Atiende las orientaciones para el desarrollo de la práctica.
2. Realiza una preparación temporal con estambres de flor de obelisco o bugambilia.
3. Observa en el microscopio compuesto para localizar en la preparación una célula que se encuentre en cualquiera de los estadios de la meiosis.
4. Esquematiza o fotografía lo observado.
5. Elabora informe de laboratorio.
6. Entrega informe y recibe retroalimentación docente.

### **Recursos de apoyo**

- Caja Petri de vidrio
- Estuche de disección
- Portaobjetos y cubreobjetos
- Piseta con agua destilada
- Papel secante
- Aceite de inmersión (sólo si se observará a 100X)
- Acetocarmin o acetorceína (orceína acética)
- Gotero
- Microscopio compuesto
- Inflorescencia de obelisco o buganvilia

## Práctica 11: Herencia mendeliana

### **Duración**

03 horas

### **Procedimiento**

1. Atiende las orientaciones para el desarrollo de la práctica.
2. Selecciona tres rasgos mendelianos.
3. Obtiene proporción del grupo (de cada compañera o compañero de laboratorio).
4. Menciona si hay mayor presencia del rasgo dominante que del recesivo.
5. Resuelve los problemas de herencia mendeliana proporcionados por el docente.
6. Elabora un árbol genealógico.
7. Elabora informe de laboratorio.
8. Entrega informe y recibe retroalimentación docente

### **Recursos de apoyo**

- Listado de características o rasgos mendelianos en humanos

- Tablas o cuadro que ilustre los símbolos empleados en la construcción de árboles genealógicos

## **Unidad VI. Evolución y biodiversidad**

### **Práctica 12: Selección natural y adaptación**

#### ***Duración***

03 horas

#### ***Procedimiento***

1. Atiende las orientaciones para el desarrollo de la práctica.
2. Coloca las imágenes en el orden cronológico correcto y explica su razonamiento.
3. Prepara una gráfica de barras que muestre la distribución de los ratones en los sitios A y B a través del tiempo.
4. Usa los datos presentados para explicar el proceso de selección natural.
5. Elabora informe de laboratorio.
6. Entrega informe y recibe retroalimentación docente.

#### ***Recursos de apoyo***

- Cortometraje sobre selección natural y adaptación
- Papel
- Lápices de colores
- Imágenes que muestran la variación de color de los ratones en dos sitios diferentes

### **Práctica 13: Anatomía de un vertebrado**

#### ***Duración***

03 horas

#### ***Procedimiento***

1. Atiende las orientaciones para el desarrollo de la práctica.
2. Identifica diferentes estructuras externas de un pescado.
3. Entiende la relación entre forma y función con respecto al ambiente.
4. Realiza una disección de un pescado.
5. Identifica órganos internos y los compara con un mamífero.
6. Elabora informe de laboratorio.
7. Entrega informe y recibe retroalimentación docente.

#### ***Recursos de apoyo***

- Estuche de disección
- Charola de disección
- Guantes de nitrilo
- Papel secante
- Jabón

## **Práctica 14: Anatomía de un invertebrado**

### ***Duración***

03 horas

### ***Procedimiento***

1. Atiende las orientaciones para el desarrollo de la práctica.
2. Identifica las partes externas de una almeja.
3. Realiza una disección e identifica, dibuja y señala estructuras de la morfología interna.
4. Elabora informe de laboratorio.
5. Entrega informe y recibe retroalimentación docente.

### ***Recursos de apoyo***

- Estuche de disección
- Guantes de nitrilo
- Papel secante
- Charola
- Jabón líquido y esponja
- Almeja viva

## **Unidad VII. Taxonomía y Sistemática**

## **Práctica 15: Sistemática**

### ***Duración***

06 horas

### ***Procedimiento***

1. Atiende las orientaciones para el desarrollo de la práctica.
2. Prepara una tabla con donde la primera columna contenga los nombres de los organismos presentes en las imágenes proporcionadas por el docente.
3. Señala en el renglón de cada organismo si pertenece al grupo de los hongos, protistas, plantas o animales.
4. Contesta el cuestionario referente a la práctica.

### ***Recursos de apoyo***

- Imágenes de organismos



## **IX. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE CAMPO**

### **Unidad VI. Evolución y biodiversidad**

#### **Práctica 1: Estudio de la diversidad biológica de un sitio representativo**

##### ***Duración***

16 horas

##### ***Procedimiento***

1. Atiende las orientaciones para el desarrollo de la práctica de campo.
2. Elabora un muestreo no destructivo, sistemático y aleatorio en un sitio local con riqueza biológica significativa.
3. Realiza una evaluación de la riqueza biológica del sitio, mediante los muestreos en campo.
4. Analiza los diferentes grupos taxonómicos presentes.
5. Describe los elementos bióticos y abióticos del hábitat que se analiza.
6. Reconoce las diferentes adaptaciones de las especies presentes con el entorno.
7. Elabora un reporte escrito y se capturan los registros de campo en la plataforma iNaturalista.

##### ***Recursos de apoyo***

- Formatos para levantamiento de datos de campo
- Lápiz
- Cintas para medir
- GPS etrex
- Teléfono con aplicaciones móviles con funciones de geoposicionamiento
- Brújula
- Cámara fotográfica

## **X. MÉTODO DE TRABAJO**

### **Encuadre**

El primer día de clase cada docente debe establecer la forma de trabajo, criterios de evaluación, calidad de los trabajos académicos, derechos y obligaciones docente-estudiante.

### **Estrategia de enseñanza**

- Aprendizaje basado en problemas
- Aprendizaje basado en casos
- Aprendizaje basado en preguntas
- Técnica expositiva
- Discusión guiada
- Instrucción guiada

## Estrategia de aprendizaje

- Investigación documental
- Investigación empírica
- Trabajo colaborativo
- Técnica expositiva
- Visitas a campo
- Cuadros comparativos

## XI. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

### Criterios de acreditación

Para tener derecho a examen ordinario y extraordinario cada estudiante debe cumplir con los porcentajes de asistencia que establece el Estatuto Escolar vigente. La calificación es en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 60.

### Criterios de evaluación

|                                                                    |      |
|--------------------------------------------------------------------|------|
| – Evaluaciones parciales                                           | 40%  |
| – Reportes de prácticas de laboratorio                             | 40%  |
| – Reportes de prácticas de campo                                   | 10%  |
| – Presentación oral o video explicativo sobre un proceso biológico | 10%  |
| Total                                                              | 100% |

## XII. REFERENCIAS

### Recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

- Alberts, B., Hopkin, K., Johnson, A., Morgan, D., Raff, M., Roberts, K., & Walter, P. (2021). *Introducción a la biología celular*. (5ª ed.). Editorial Médica Panamericana
- Mosso, L. E. y Tedesco, S. (2024). *Biología III*. (2ª ed.). Editorial Maipue. <https://libcon.rec.uabc.mx:2321/es/lc/uabc/titulos/280427>
- Peña, A. (2016). *¿Cómo funciona una célula?: fisiología celular*. Fondo de Cultura Económica. <https://libcon.rec.uabc.mx:2321/es/lc/uabc/titulos/247099> [clásica]
- Reece, J.B., Urry, L.A., Cain, M.L., Wasserman S.A., Minorsky, P.V. y Jackson, R.B. (2023). *Campbell Biology*. (12ª ed.). Benjamin Cummings, Menlo Park

### Recursos de acceso libre o complementarios externos

- Campbell, N.A., Urry L.A., Cain M.L., Wasserman S.A., Minorsky P.V., Orr R.B. (2023). *Biología*. (12ª ed.). Pearson.

### **XIII. PERFIL DOCENTE**

Con estudios de Licenciatura en Biología, Oceanología, Biotecnología en Acuicultura, Ciencias Ambientales, área afín o posgrado de ciencias naturales, o experiencia probada en el área y en docencia de al menos dos años. Ser una persona proactiva, analítica y que fomente el trabajo colaborativo.



**PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE**

**I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN**

|                                            |                                                                                                                                         |
|--------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Unidad académica:</b>                   | Facultad de Ciencias Marinas, Ensenada                                                                                                  |
| <b>Programa educativo:</b>                 | Oceanología<br>Licenciatura en Biotecnología en Acuicultura<br>Licenciatura en Ciencias Ambientales                                     |
| <b>Plan de Estudios:</b>                   | 2026-2                                                                                                                                  |
| <b>Nombre de la unidad de aprendizaje:</b> | Química                                                                                                                                 |
| <b>Clave:</b>                              |                                                                                                                                         |
| <b>Distribución horaria:</b>               | Horas Clase: 02<br>Horas Taller: 01<br>Horas Laboratorio: 03<br>Horas Práctica de Campo: 00<br>Horas Extra-clase: 02<br><br>Créditos:08 |
| <b>Etapas de formación:</b>                | Básica                                                                                                                                  |
| <b>Carácter:</b>                           | Obligatorio                                                                                                                             |
| <b>Requisito:</b>                          | Ninguno                                                                                                                                 |
| <b>Modalidad de impartición:</b>           | Presencial                                                                                                                              |
| <b>Equipo de diseño:</b>                   | Viridiana Evangelista Hernández<br>Mónica Torres Beltrán<br>Eunise Vanessa Torres Delgado                                               |
| <b>Subdirección que aprueba el PUA:</b>    | Patricia Alvarado Graef                                                                                                                 |
| <b>Fecha:</b>                              | 21 de mayo de 2026                                                                                                                      |
| <b>Aprobación y registro:</b>              |                                                                                                                                         |

## II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

La unidad de aprendizaje Química integra contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales que proporcionan a las y los estudiantes los fundamentos necesarios para comprender las transformaciones de la materia y su relación con los procesos que ocurren en la naturaleza, al tiempo que promueve el desarrollo de competencias genéricas con impacto en los perfiles de egreso de los programas educativos de la Facultad de Ciencias Marinas. Asimismo, aporta los conocimientos de química que sirven de base para el desarrollo de contenidos en cursos posteriores, tales como química orgánica, fisicoquímica, bioquímica y contaminación.

## III. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Analizar la estructura, propiedades y transformaciones de la materia a través del estudio de conceptos y leyes básicas de la química general, para identificar y comprender los cambios en los procesos naturales e inducidos con pensamiento crítico, objetividad, trabajo colaborativo y responsabilidad con el cuidado del ambiente.

## IV. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE

Portafolio de evidencias de las prácticas de taller, exámenes parciales por unidad de aprendizaje, cuestionarios y lecturas por temas de laboratorio, diagramas de flujos por práctica de laboratorio, reportes de laboratorio utilizando el desarrollo del método científico donde se demuestra la importancia de los temas revisados y un trabajo de investigación como caso de estudio que refleje de manera integral la aplicación de los conceptos básicos adquiridos.

## V. COMPETENCIA PROFESIONAL DEL PERFIL DE EGRESO A LA QUE CONTRIBUYE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Esta unidad de aprendizaje promueve competencias genéricas de impacto en los diferentes perfiles de egreso de los programas educativos de la Facultad de Ciencias Marinas.

## VI. EJE TRANSVERSAL AL QUE CONTRIBUYE

Pensamiento Crítico

## VII. DESARROLLO POR UNIDADES

### Unidad I. Estructura química y periodicidad

#### **Competencia**

Comprender la estructura química y periodicidad mediante el estudio de las propiedades, clasificaciones y comportamiento de la unidad básica de la materia para reconocer la importancia en la formación de los compuestos químicos de forma responsable y objetiva.

### **Contenido**

- 1.1. Importancia de la química en las ciencias naturales
- 1.2. Propiedades generales de la materia
- 1.3. Teoría atómica y molecular
  - 1.3.1. Estructura y configuración electrónica de los átomos
- 1.4. Tabla periódica
  - 1.4.1. Características de los grupos
  - 1.4.2. Periodicidad
  - 1.4.3. Clasificación de los elementos
  - 1.4.4. Valencia y estado de oxidación

### **Duración**

06 horas

## **Unidad II. Estructura molecular**

### **Competencia**

Reconocer los tipos de compuestos químicos a través del estudio de las fuerzas de enlaces, interacciones entre ellos y reactividad química para identificar su formación tanto natural como industrial, con responsabilidad, pensamiento crítico y respeto con el ambiente.

### **Contenido**

- 2.1. Tipos de enlaces
  - 2.1.1. Regla de octeto, regla del dueto y estructuras de Lewis
  - 2.1.2. Electronegatividad
  - 2.1.3. Tipos de enlace
- 2.2. Relación de los enlaces químicos y las fuerzas intermoleculares
- 2.3. Mol, masa atómica y masa molecular
- 2.4. Nomenclatura química

### **Duración**

09 horas

## **Unidad III. Soluciones**

### **Competencia**

Determinar concentraciones y las propiedades de las disoluciones químicas mediante el cálculo de expresiones de concentración para caracterizar los sistemas soluto-solvente de forma cualitativa y cuantitativa con una actitud responsable y colaborativa.

### **Contenido**

#### 3.1. Expresiones de concentración

- 3.1.1. Tipos de soluciones
- 3.1.2. Concentración porcentual
- 3.1.3. Molaridad
- 3.1.4. Molalidad
- 3.1.5. Normalidad
- 3.1.6. Diluciones

### **Duración**

09 horas

## **Unidad IV. Reacciones químicas**

### **Competencia**

Definir y diferenciar las reacciones químicas y sus propiedades mediante el reconocimiento de tipos de reacciones para caracterizar sistemas ácido-base y de óxido-reducción de forma cualitativa y cuantitativa con actitud propositiva y colaborativa.

### **Contenido**

#### 4.1. Reacciones químicas

- 4.1.1. Tipos de reacciones químicas
- 4.1.2. Reacciones ácido-base
  - 4.1.2.1. Definiciones de ácido y base: Arrhenius, Bronsted--Lowry y Lewis
  - 4.1.2.2. Ácidos y bases fuertes
  - 4.1.2.3. Ácidos y bases débiles
  - 4.1.2.4. Ácidos polipróticos
  - 4.1.2.5. Par ácido--base conjugados
- 4.1.3. Reacciones óxido-reducción

#### 4.2. Balanceo y estequiometría de reacciones

### **Duración**

08 horas

## VIII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER

### Unidad I. Estructura química y periodicidad

#### Práctica 1: Propiedades generales de la materia

##### **Duración**

01 hora

##### **Procedimiento**

1. Atiende las orientaciones para el desarrollo de la práctica.
2. Realiza un ejercicio donde demuestres el análisis de las propiedades de la materia mediante la investigación de sus características y clasificación.
3. Comparte los resultados del ejercicio con el alumnado.
4. Recibe retroalimentación docente.
5. Entrega el ejercicio.

##### **Recursos de apoyo**

- Cuaderno de notas
- Acceso a internet
- Dispositivos electrónicos

#### Práctica 2: Teoría atómica y molecular

##### **Duración**

01 hora

##### **Procedimiento**

1. Atiende las indicaciones para el desarrollo de la práctica.
2. Resuelve los ejercicios propuestos por su docente.
3. Muestra y compara sus resultados con el grupo.
4. Recibe retroalimentación sobre dudas y/o problemas al momento de resolver sus ejercicios.
5. Entrega los ejercicios de forma individual.

##### **Recursos de apoyo**

- Cuaderno de notas



- Tabla periódica
- Calculadora

### Práctica 3: Tabla periódica

#### **Duración**

01 hora

#### **Procedimiento**

1. Atiende las indicaciones para el desarrollo de la práctica.
2. Resuelve los ejercicios propuestos por el docente.
3. Muestra y compara sus resultados con el grupo.
4. Recibe retroalimentación sobre dudas y/o problemas al momento de resolver sus ejercicios.
5. Entrega los ejercicios de forma individual.

#### **Recursos de apoyo**

- Cuaderno de notas
- Tabla periódica
- Calculadora

## Unidad II. Estructura molecular

### Práctica 4: Enlaces químicos

#### **Duración**

01 hora

#### **Procedimiento**

1. Atiende las orientaciones para el desarrollo de la práctica.
2. Realiza los ejercicios para el análisis de los enlaces presentes en compuestos químicos.
3. Comparte los resultados de los ejercicios con el instructor.
4. Recibe retroalimentación docente.
5. Participa pasando al pizarrón para compartir resultados de manera grupal.
6. Entrega los ejercicios completos de manera individual.

#### **Recursos de apoyo**

- Cuaderno de notas
- Tabla periódica
- Calculadora

## Práctica 5: Fuerzas intermoleculares

01 hora

### **Procedimiento**

1. Atiende las orientaciones para el desarrollo de la práctica.
2. Realiza los ejercicios para el análisis de las características de las fuerzas intermoleculares en relación con sus propiedades y reactividad.
3. Comparte los resultados de los ejercicios con el instructor.
4. Recibe retroalimentación docente.
5. Participa pasando al pizarrón para compartir resultados de manera grupal.
6. Entrega los ejercicios completos de manera individual.

### **Recursos de apoyo**

- Cuaderno de notas
- Tabla periódica
- Tabla de electronegatividades
- Calculadora

## Práctica 6: Mol, masa molar y masa molecular

### **Duración**

01 hora

### **Procedimiento**

1. Atiende las orientaciones para el desarrollo de la práctica.
2. Realiza los ejercicios para determinar y evaluar cuantitativamente el número de moles, la masa molar y molecular de compuestos químicos, así como determinar su fórmula empírica y molecular.
3. Comparte los resultados de los ejercicios con el instructor.
4. Recibe retroalimentación docente.
5. Participa pasando al pizarrón para compartir resultados de manera grupal.
6. Entrega los ejercicios completos de manera individual.

### **Recursos de apoyo**

- Cuaderno de notas
- Tabla periódica
- Calculadora

## Unidad III. Soluciones

## Práctica 7: Concentración porcentual, molaridad y molalidad

### **Duración**

02 horas

### **Procedimiento**

1. Atiende las orientaciones para el desarrollo de la práctica.
2. Realiza los ejercicios para determinar y evaluar la concentración porcentual, molar y molal de distintas soluciones.
3. Comparte los resultados de los ejercicios con el instructor.
4. Recibe retroalimentación docente.
5. Participa pasando al pizarrón para compartir resultados de manera grupal.
6. Entrega los ejercicios completos de manera individual.

### **Recursos de apoyo**

- Cuaderno de notas
- Tabla periódica
- Calculadora

## **Práctica 8: Normalidad**

### **Duración**

02 horas

### **Procedimiento**

1. Atiende las orientaciones para el desarrollo de la práctica.
2. Realiza los ejercicios para determinar y evaluar la concentración normal de distintas soluciones.
3. Comparte los resultados de los ejercicios con el instructor.
4. Recibe retroalimentación docente.
5. Participa pasando al pizarrón para compartir resultados de manera grupal.
6. Entrega los ejercicios completos de manera individual.

### **Recursos de apoyo**

- Cuaderno de notas
- Tabla periódica
- Calculadora

## **Práctica 9: Diluciones**

### **Duración**

01 hora

### **Procedimiento**

1. Atiende las orientaciones para el desarrollo de la práctica.
2. Realiza los ejercicios para determinar y evaluar diluciones para distintas soluciones.
3. Comparte los resultados de los ejercicios con el instructor.
4. Recibe retroalimentación docente.
5. Participa pasando al pizarrón para compartir resultados de manera grupal.

6. Entrega los ejercicios completos de manera individual.

#### **Recursos de apoyo**

- Cuaderno de notas
- Tabla periódica
- Calculadora

### **Práctica 10: Reacciones ácido-base**

#### **Duración**

01 hora

#### **Procedimiento**

1. Atiende las indicaciones para el desarrollo de la práctica.
2. Resuelve los ejercicios propuestos por el docente.
3. Muestra y compara sus resultados con el grupo.
4. Recibe retroalimentación sobre dudas y/o problemas al momento de resolver sus ejercicios.
5. Se entregan los ejercicios de forma individual.

#### **Recursos de apoyo**

- Cuaderno de notas
- Tabla periódica
- Calculadora

### **Práctica 11: Reacción óxido-reducción**

#### **Duración**

02 horas

#### **Procedimiento**

1. Atiende las indicaciones para el desarrollo de la práctica.
2. Resuelve los ejercicios propuestos por el docente.
3. Muestra y compara sus resultados con el grupo.
4. Recibe retroalimentación sobre dudas y/o problemas al momento de resolver sus ejercicios.
5. Se entregan los ejercicios de forma individual.

#### **Recursos de apoyo**

- Cuaderno de notas
- Tabla periódica
- Calculadora

## Práctica 12: Balanceo y estequiometría

### **Duración**

02 horas

### **Procedimiento**

1. Atiende las indicaciones para el desarrollo de la práctica.
2. Resuelve los ejercicios propuestos por el docente.
3. Muestra y compara sus resultados con el grupo.
4. Recibe retroalimentación sobre dudas y/o problemas al momento de resolver sus ejercicios.
5. Se entregan los ejercicios de forma individual.

### **Recursos de apoyo**

- Cuaderno de notas
- Tabla periódica
- Calculadora

## IX. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO

### Unidad I. Estructura química y periodicidad

#### Práctica 1: Presentación

### **Duración**

03 horas

### **Procedimiento**

1. Revisa reglas para el trabajo en laboratorio
2. Recibe instrucciones para la elaboración de los diagramas de flujo
3. Conoce el protocolo para elaborar el reporte escrito de las prácticas de laboratorio.
4. Recibe información sobre la forma de evaluación.

### **Recursos de apoyo**

- Bitácora
- Reglamento de laboratorio

#### Práctica 2: Medidas de seguridad en el laboratorio y material en el laboratorio

### **Duración**

03 horas

### **Procedimiento**

1. Atiende las instrucciones para el desarrollo de la práctica.
2. Identifica los elementos de seguridad con los que se cuenta en el laboratorio.
3. Realiza una lista y describe los elementos de seguridad que son importantes.
4. Simula algunas acciones donde se identifiquen situaciones de riesgo.
5. Conoce el material básico de laboratorio, nombre y usos más frecuentes a través de su manipulación en el armado de sistemas modelo.
6. Identifica los pictogramas del Sistema Global Armonizado en el etiquetado de los reactivos y en las hojas de seguridad.
7. Realiza las actividades propuestas en equipo.
8. Realiza observaciones y toma nota de los resultados.
9. Recibe retroalimentación docente.
10. Lava y ordena su material, así como su lugar de trabajo.

### **Recursos de apoyo**

- Equipo de protección personal
- Manual de prácticas
- Bitácora
- Material de vidrio
- Instrumentos de laboratorio

## **Práctica 3: Mediciones y error experimental**

### **Duración**

03 horas

### **Procedimiento**

1. Atiende las instrucciones para el desarrollo de la práctica.
2. Aprende a obtener medidas de volumen y temperatura mediante el uso de diferentes dispositivos
3. Utiliza el equipo adecuadamente.
4. Realiza las actividades propuestas en equipo.
5. Realiza observaciones y toma nota de los resultados.
6. Recibe retroalimentación docente.
7. Lava y ordena su material, así como su lugar de trabajo.

### **Recursos de apoyo**

- Equipo de protección personal
- Manual de prácticas
- Bitácora
- Material de vidrio
- Instrumentos de laboratorio
- Reactivos

## Práctica 4: Uso de la balanza y determinación experimental de la densidad

### **Duración**

03 horas

### **Procedimiento**

1. Atiende las instrucciones para el desarrollo de la práctica.
2. Aprende a obtener medidas de peso mediante el uso adecuado de las balanzas del laboratorio.
3. Adquiere destreza en su manejo.
4. Mide de forma experimental las densidades de algunos líquidos.
5. Realiza las actividades propuestas en equipo.
6. Realiza observaciones y toma nota de los resultados.
7. Recibe retroalimentación docente.
8. Lava y ordena su material, así como su lugar de trabajo.

### **Recursos de apoyo**

- Equipo de protección personal
- Manual de prácticas
- Bitácora
- Material de vidrio
- Instrumentos de laboratorio
- Reactivos

## Unidad II. Estructura molecular

## Práctica 5: Relaciones de grupos en la tabla periódica

### **Duración**

03 horas

### **Procedimiento**

1. Atiende las instrucciones para el desarrollo de la práctica
2. Realiza las actividades propuestas en equipo.
3. Observa la actividad de reacción del sodio y potasio con el agua.
4. Observa las emisiones a la llama por los metales de transición.
5. Toma nota de los resultados.
6. Recibe retroalimentación docente.
7. Lava y ordena su material, así como su lugar de trabajo.

### **Recursos de apoyo**

- Equipo de protección personal
- Manual de prácticas
- Bitácora

- Material de vidrio
- Instrumentos de laboratorio
- Reactivos

## **Práctica 6: Identificación de enlaces químicos**

### ***Duración***

03 horas

### ***Procedimiento***

1. Atiende las instrucciones para el desarrollo de la práctica.
2. Reconoce la capacidad de las sustancias para disolverse, fundirse y/o conducir la electricidad según el tipo de enlace que posean.
3. Realiza las actividades propuestas en equipo.
4. Realiza observaciones y toma nota de los resultados.
5. Recibe retroalimentación docente.
6. Lava y ordena su material, así como su lugar de trabajo.

### ***Recursos de apoyo***

- Equipo de protección personal
- Manual de prácticas
- Bitácora
- Material de vidrio
- Instrumentos de laboratorio
- Reactivos

## **Práctica 7: Determinación de la fórmula empírica**

### ***Duración***

03 horas

### ***Procedimiento***

1. Atiende las instrucciones para el desarrollo de la práctica
2. Analiza las leyes que regulan el comportamiento de los elementos en las reacciones químicas mediante la reacción entre el zinc metálico y el ácido clorhídrico.
3. Realiza las actividades propuestas en equipo.
4. Realiza observaciones y toma nota de los resultados.
5. Calcula la fórmula empírica y molecular del reactivo formado.
6. Recibe retroalimentación docente.
7. Lava y ordena su material, así como su lugar de trabajo.

### ***Recursos de apoyo***

- Equipo de protección personal
- Manual de prácticas



- Bitácora
- Material de vidrio
- Instrumentos de laboratorio
- Reactivos

## **Práctica 8: Funciones químicas**

### ***Duración***

03 horas

### ***Procedimiento***

1. Atiende las instrucciones para el desarrollo de la práctica
2. Identifica experimentalmente los compuestos que forman las principales funciones químicas: oxácidos y óxidos básicos, tomando como base las propiedades de las funciones químicas.
3. Realiza las actividades propuestas en equipo.
4. Realiza observaciones y toma nota de los resultados.
5. Recibe retroalimentación docente.
6. Lava y ordena su material, así como su lugar de trabajo.

### ***Recursos de apoyo***

- Equipo de protección personal
- Manual de prácticas
- Bitácora
- Material de vidrio
- Instrumentos de laboratorio
- Reactivos

## **Unidad III. Soluciones**

## **Práctica 9: Preparación de soluciones: concentración molar**

### ***Duración***

03 horas

### ***Procedimiento***

1. Atiende las instrucciones para el desarrollo de la práctica
2. Identifica las formas de expresar la concentración aplicando las ecuaciones que permiten calcular la concentración molar para aprender a preparar soluciones.
3. Realiza las actividades propuestas en equipo.
4. Realiza los cálculos necesarios para las soluciones propuestas.
5. Realiza observaciones y toma nota de los resultados.
6. Recibe retroalimentación docente.
7. Lava y ordena su material, así como su lugar de trabajo.

### **Recursos de apoyo**

- Equipo de protección personal
- Manual de prácticas
- Bitácora
- Tabla periódica
- Calculadora
- Material de vidrio
- Instrumentos de laboratorio
- Reactivos

### **Práctica 10: Preparación de soluciones: concentración molar**

#### **Duración**

03 horas

#### **Procedimiento**

1. Atiende las instrucciones para el desarrollo de la práctica
2. Identifica las formas de expresar la concentración aplicando las ecuaciones que permiten calcular la concentración molar para aprender a preparar soluciones.
3. Realiza las actividades propuestas en equipo.
4. Realiza los cálculos necesarios para las soluciones propuestas.
5. Realiza observaciones y toma nota de los resultados.
6. Recibe retroalimentación docente.
7. Lava y ordena su material, así como su lugar de trabajo.

### **Recursos de apoyo**

- Equipo de protección personal
- Manual de prácticas
- Bitácora
- Tabla periódica
- Calculadora
- Material de vidrio
- Instrumentos de laboratorio
- Reactivos

### **Práctica 11: Preparación de soluciones: concentración normal**

#### **Duración**

03 horas

#### **Procedimiento**

1. Atiende las instrucciones para el desarrollo de la práctica

2. Calcula concentraciones expresadas en unidades de normalidad y práctica la preparación de soluciones.
3. Realiza las actividades propuestas en equipo.
4. Realiza los cálculos necesarios para las soluciones propuestas.
5. Realiza observaciones y toma nota de los resultados.
6. Recibe retroalimentación docente.
7. Lava y ordena su material, así como su lugar de trabajo.

### **Recursos de apoyo**

- Equipo de protección personal
- Manual de prácticas
- Bitácora
- Tabla periódica
- Calculadora
- Material de vidrio
- Instrumentos de laboratorio
- Reactivos

## **Práctica 12: Valoración de soluciones**

### **Duración**

03 horas

### **Procedimiento**

1. Atiende las instrucciones para el desarrollo de la práctica
2. Determina la concentración de un ácido o una base en una disolución utilizando una solución de concentración conocida y un indicador colorimétrico.
3. Realiza las actividades propuestas en equipo.
4. Realiza los cálculos necesarios para la valoración de soluciones.
5. Realiza observaciones y toma nota de los resultados.
6. Recibe retroalimentación docente.
7. Lava y ordena su material, así como su lugar de trabajo.

### **Recursos de apoyo**

- Equipo de protección personal
- Manual de prácticas
- Bitácora
- Tabla periódica
- Calculadora
- Material de vidrio
- Instrumentos de laboratorio
- Reactivos

## Unidad IV. Reacciones químicas

### Práctica 13: Reacciones ácido-base

#### **Duración**

03 horas

#### **Procedimiento**

1. Atiende las instrucciones para el desarrollo de la práctica
2. Identifica las propiedades ácidas o básicas de las sustancias a través del uso de indicadores y la conductividad.
3. Identifica el proceso de neutralización.
4. Realiza las actividades propuestas en equipo.
5. Relaciona el cambio de color y la transmisión de corriente con la estructura química presente.
6. Verifica la formación de sales a través del proceso de neutralización.
7. Realiza observaciones y toma nota de los resultados.
8. Recibe retroalimentación docente.
9. Lava y ordena su material, así como su lugar de trabajo.

#### **Recursos de apoyo**

- Equipo de protección personal
- Manual de prácticas
- Bitácora
- Material de vidrio
- Instrumentos de laboratorio
- Reactivos

### Práctica 14: Reacciones de oxidación-reducción (Redox)

#### **Duración**

03 horas

#### **Procedimiento**

1. Atiende las instrucciones para el desarrollo de la práctica
2. Conoce los principios químicos de una reacción de oxidación- reducción a través de la observación experimental.
3. Realiza las actividades propuestas en equipo.
4. Realiza observaciones y toma nota de los resultados.
5. Identifica las especies químicas que se oxidan y las que se reducen mediante el análisis de las ecuaciones químicas.
6. Recibe retroalimentación docente.
7. Lava y ordena su material, así como su lugar de trabajo.

### **Recursos de apoyo**

- Equipo de protección personal
- Manual de prácticas
- Bitácora
- Tabla periódica
- Material de vidrio
- Instrumentos de laboratorio
- Reactivos

### **Práctica 15: Reacciones redox medio ácido y básico**

#### **Duración**

03 horas

#### **Procedimiento**

1. Atiende las instrucciones para el desarrollo de la práctica
2. Aprende que la condición de acidez o basicidad del medio determina si ocurre una reacción de oxidación-reducción.
3. Realiza las actividades propuestas en equipo.
4. Realiza observaciones y toma nota de los resultados.
5. Relaciona el cambio en el estado de oxidación de elementos reaccionantes con el cambio de color en la reacción.
6. Recibe retroalimentación docente.
7. Lava y ordena su material, así como su lugar de trabajo.

### **Recursos de apoyo**

- Equipo de protección personal
- Manual de prácticas
- Bitácora
- Tabla periódica
- Material de vidrio
- Instrumentos de laboratorio
- Reactivos

### **Práctica 16: Revisión final**

#### **Duración**

03 horas

#### **Procedimiento**

1. Entrega su portafolio de evidencias del semestre.
2. Autoevaluación de su desempeño en las prácticas de laboratorio.
3. Recibe retroalimentación docente.
4. Sugiere mejoras al curso de laboratorio

5. Recibe su nota final.

### **Recursos de apoyo**

- Bitácora
- Portafolio de evidencias

## **X. MÉTODO DE TRABAJO**

### **Encuadre**

El primer día de clase cada docente debe establecer la forma de trabajo, criterios de evaluación, calidad de los trabajos académicos, derechos y obligaciones docente-estudiante.

### **Estrategia de enseñanza**

- Trabajo colaborativo
- Debates
- Talleres
- Estudio de casos
- Resolución de problemas
- Técnica expositiva
- Recursos audiovisuales

### **Estrategia de aprendizaje**

- Investigación documental
- Investigación empírica
- Trabajo individual y colaborativo
- Experiencias prácticas
- Reportes de laboratorio
- Análisis de casos
- Presentaciones orales y escritas

## **XI. CRITERIOS DE EVALUACIÓN**

### **Criterios de acreditación**

Para tener derecho a examen ordinario y extraordinario cada estudiante debe cumplir con los porcentajes de asistencia que establece el Estatuto Escolar vigente. La calificación es en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 60.

### **Criterios de evaluación**

- |                          |     |
|--------------------------|-----|
| – Evaluaciones parciales | 32% |
|--------------------------|-----|

|                            |      |
|----------------------------|------|
| – Prácticas de taller      | 20%  |
| – Trabajo de investigación | 08%  |
| – Reportes de laboratorio  | 28%  |
| – Diagrama de flujo        | 06%  |
| – Participaciones          | 02%  |
| – Cuestionarios            | 04%  |
| Total                      | 100% |

## XII. REFERENCIAS

### Recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

Brown T. L. (2021). *Química: La Ciencia Central*. (14ª ed.) Pearson.

<https://uabc.vitalsource.com/reader/books/9786073255462/pageid/7>

Chang, R. & Goldsby K. A. (2017). *Química*. McGraw-Hill. [Clásica]

Chang, R. (2022). *Química Plus*. (13ª ed.). McGraw-Hill Interamericana.

[https://uabc.vitalsource.com/reader/books/9781456294281/epubcfi/6/2\[%3Bvnd.vst.idref%3Ditem-0\]/4](https://uabc.vitalsource.com/reader/books/9781456294281/epubcfi/6/2[%3Bvnd.vst.idref%3Ditem-0]/4)

Gilbert T. R. (2018). *Chemistry: the science in context*. W. W. Norton & Company.

Whitten, K. W., Peck, M. L., Stanley, G. G. & Davis, R. E. (2015). *Química*. Cengage Learning.

<https://libcon.rec.uabc.mx:2383/?il=1304> [Clásica]

### Recursos de acceso libre o complementarios externos

Khan Academy. (2025). *Lecciones de Química*. <https://es.khanacademy.org/science/chemistry>

Quimitube. (2025). *Quimitube: clases de química de Bachillerato y Selectividad*.

<https://www.quimitube.com/>

University of Colorado. (2025). *Simulaciones*.

<https://phet.colorado.edu/es/simulations/filter?subjects=chemistry&type=html>

Zumdahl S. S., De Coste D. J. (2019). *Principios de Química*. Cengage

<https://issuu.com/cengagelatam/docs/9786075268620-00054-y>

## XIII. PERFIL DOCENTE

Licenciatura en Química, Biología, Oceanología, Biotecnología en Acuicultura, Ciencias Ambientales, área afín o posgrado de ciencias naturales, con experiencia probada en el área y la docencia mínima de 2 años. Ser una persona proactiva, analítica y que fomente el trabajo colaborativo.



**PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE**

**I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN**

|                                            |                                                                                                                                                               |
|--------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Unidad académica:</b>                   | Facultad de Ciencias Marinas, Ensenada                                                                                                                        |
| <b>Programa educativo:</b>                 | Oceanología<br>Licenciatura en Biotecnología en Acuicultura<br>Licenciatura en Ciencias Ambientales                                                           |
| <b>Plan de Estudios:</b>                   | 2026-2                                                                                                                                                        |
| <b>Nombre de la unidad de aprendizaje:</b> | Geomática                                                                                                                                                     |
| <b>Clave:</b>                              |                                                                                                                                                               |
| <b>Distribución horaria:</b>               | Horas Clase: 02<br>Horas Taller: 03<br>Horas Laboratorio: 00<br>Horas Práctica de Campo: 01<br>Horas Extra-clase: 02<br><br>Créditos:08                       |
| <b>Etapas de formación:</b>                | Básica                                                                                                                                                        |
| <b>Carácter:</b>                           | Obligatorio                                                                                                                                                   |
| <b>Requisito:</b>                          | Ninguno                                                                                                                                                       |
| <b>Modalidad de impartición:</b>           | Presencial                                                                                                                                                    |
| <b>Equipo de diseño:</b>                   | Ernestina Karen Velázquez González<br>Hiram Rivera Huerta<br>José Ernesto Sampedro Ávila<br>Ángel Raúl Herrera Gutiérrez<br>Bernardino Ricardo Eaton González |
| <b>Subdirección que aprueba el PUA:</b>    | Patricia Alvarado Graef                                                                                                                                       |
| <b>Fecha:</b>                              | 21 de mayo de 2026                                                                                                                                            |
| <b>Aprobación y registro:</b>              |                                                                                                                                                               |



## II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

La unidad de aprendizaje tiene como objetivo que las y los estudiantes adquieran conocimientos sobre el uso de herramientas digitales para la recopilación de información geográfica y la generación de productos cartográficos relevantes para su desempeño profesional.

## III. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Usar herramientas digitales como los sistemas de posicionamiento global y sistemas de información geográfica, mediante la aplicación de los principios básicos de la cartografía, para recabar información en el ámbito de las ciencias del mar y del ambiente, con actitud crítica, responsable y empática.

## IV. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE

Portafolio de evidencias que contenga tareas, reportes de prácticas de taller y de campo, así como un informe técnico integrador del uso de herramientas digitales que faciliten la gestión de datos geoespaciales en la disciplina.

## V. COMPETENCIA PROFESIONAL DEL PERFIL DE EGRESO A LA QUE CONTRIBUYE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Esta unidad de aprendizaje promueve competencias genéricas de impacto en los diferentes perfiles de egreso de los programas educativos de la Facultad de Ciencias Marinas.

## VI. EJE TRANSVERSAL AL QUE CONTRIBUYE

Pensamiento Crítico

## VII. DESARROLLO POR UNIDADES

### Unidad I. Bases cartográficas

#### **Competencia**

Interpretar las bases cartográficas a través de la comprensión de los componentes de los mapas, proyecciones cartográficas y sistema de coordenadas, para hacer uso en herramientas digitales con interés, responsabilidad y pensamiento crítico.

#### **Contenido**

- 1.1. La cartografía base y temática
  - 1.1.1. Tipo de productos cartográficos
  - 1.1.2. Bases de datos de INEGI
  - 1.1.3. Fuentes de información cartográfica digital en México
- 1.2. Componentes de los mapas
  - 1.2.1. Escalas

- 1.2.2. Simbología
- 1.3. Proyecciones cartográficas y datum
  - 1.3.1. Tipo de proyecciones
  - 1.3.2. Proyecciones empleadas en México
  - 1.3.3. Esferoide, geoide y datum
- 1.4. Sistema de coordenadas
  - 1.4.1. Geográficas (Latitud y longitud)
  - 1.4.2. Universal Transversa de Mercator (rectangulares mE y mN)

### ***Duración***

12 horas.

## **Unidad II. Sistema de Posicionamiento Global (GPS)**

### ***Competencia***

Hacer uso del sistema de posicionamiento global por medio de conocer sus principios y componentes con el propósito de aplicarlo en distintos ámbitos con interés, independencia y pensamiento crítico.

### ***Contenido***

- 2.1. Introducción a los sistemas de posicionamiento
  - 2.1.1. Historia del GPS
  - 2.1.2. Efecto Doppler
- 2.2. Sistemas de GPS
  - 2.2.1. Segmentos del GPS (Espacial, Control y Usuario)
  - 2.2.2. NAVSTAR
  - 2.2.3. GLONASS
  - 2.2.4. GALILEO
- 2.3. Aplicaciones en el campo
  - 2.3.1. GPS autónomo y GPS diferencial
  - 2.3.2. Configuración del GPS
  - 2.3.3. Captura de waypoint y rutas
  - 2.3.4. Formatos para importación y exportación de información
  - 2.3.5. Herramientas de acceso libre para el registro de datos en campo

### ***Duración***

10 horas

## **Unidad III. Sistemas de Información Geográfica (SIG)**

### ***Competencia***

Construir información cartográfica digital, por medio del uso de sistemas de información geográfica, para su aplicación en las ciencias del mar y del ambiente, con capacidad de análisis, síntesis y evaluación.

## **Contenido**

- 3.1. Información vectorial y ráster
- 3.2. Formatos para importación y exportación de información
- 3.3. Curvas de nivel
- 3.4. Modelos Digitales de Elevación
- 3.5. Aplicaciones de los Sistemas de Información Geográfica en las Ciencias del Mar y del Ambiente

## **Duración**

10 horas

## **VIII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER**

### **Unidad I. Bases cartográficas**

#### **Práctica 1: Productos cartográficos**

## **Duración**

03 horas

## **Procedimiento**

1. Atiende las indicaciones de su docente.
2. Recibe de su docente material cartográfico análogo del INEGI.
3. Conoce el sitio oficial del INEGI y otras fuentes de información.
4. Realiza una consulta de la cartografía temática y base de acceso libre.
5. Entrega reporte de práctica.
6. Recibe retroalimentación y evaluación de su docente.

## **Recursos de apoyo**

- Proyector
- Cartas temáticas y cartas bases
- Computadora

#### **Práctica 2: Componentes de los mapas**

## **Duración**

06 horas

## **Procedimiento**

1. Atiende las indicaciones de su docente.
2. Recibe de su docente material cartográfico análogo y digital.
3. Conoce las herramientas que permiten la consulta de mapas.
4. Entrega reporte de práctica.
5. Recibe retroalimentación y evaluación de su docente.

### **Recursos de apoyo**

- Proyector
- Material cartográfico análogo y digital
- Computadora

## **Práctica 3: Proyecciones cartográficas y Sistemas de Coordenadas**

### **Duración**

06 horas

### **Procedimiento**

1. Atiende las indicaciones de su docente.
2. Recibe de su docente material cartográfico digital.
3. Conoce la herramienta de acceso libre para la consulta, manipulación y descarga de mapas.
4. Entrega reporte de práctica.
5. Recibe retroalimentación y evaluación de su docente.

### **Recursos de apoyo**

- Proyector
- Material cartográfico digital
- Computadora

## **Unidad II. Sistema de Posicionamiento Global (GPS)**

### **Práctica 4: Sistemas de Posicionamiento Global Satelital convencional**

### **Duración**

03 horas

### **Procedimiento**

1. Atiende las indicaciones de su docente.
2. Conoce y hace uso de los sistemas de posicionamiento global convencionales.
3. Entrega reporte de práctica.
4. Recibe retroalimentación y evaluación de su docente.

### **Recursos de apoyo**

- Proyector
- Computadora
- GPS eTrex (Garmin)

## **Práctica 5: Aplicaciones móviles para Posicionamiento Global Satelital**

### ***Duración***

03 horas

### ***Procedimiento***

1. Atiende las indicaciones de su docente.
2. Conoce y hace uso de los sistemas de posicionamiento global convencionales.
3. Conoce cómo importar y exportar datos de las aplicaciones móviles
4. Entrega reporte de práctica.
5. Recibe retroalimentación y evaluación de su docente.

### ***Recursos de apoyo***

- Proyector
- Teléfono móvil con aplicaciones con funciones de geoposicionamiento

## **Unidad III. Sistemas de Información Geográfica (SIG)**

## **Práctica 6: Sistema vectorial de almacenamiento y análisis de datos geográficos**

### ***Duración***

06 horas

### ***Procedimiento***

1. Atiende las indicaciones de su docente
2. Recibe de su docente material cartográfico digital
3. Conoce las herramientas básicas de los Sistemas de Información Geográfica
4. Entrega reporte de práctica
5. Recibe retroalimentación y evaluación de su docente

### ***Recursos de apoyo***

- Proyector
- Material cartográfico digital
- Computadora

## **Práctica 7: Intercambio de datos entre plataformas para el almacenamiento y análisis de datos geográficos**

### ***Duración***

06 horas

### ***Procedimiento***

1. Atiende las indicaciones de su docente.

2. Recibe de su docente material cartográfico digital.
3. Conoce los formatos de almacenamiento y análisis de datos geográficos.
4. Conoce cómo importar y exportar datos.
5. Entrega reporte de práctica.
6. Recibe retroalimentación y evaluación de su docente

#### **Recursos de apoyo**

- Proyector
- Material cartográfico digital
- Computadora

### **Práctica 8: Procesamiento de datos geográficos: Bases de datos geográficas externas**

#### **Duración**

03 horas

#### **Procedimiento**

1. Atiende las indicaciones de su docente.
2. Descarga material cartográfico digital.
3. Procesa datos geográficos.
4. Entrega reporte de práctica.
5. Recibe retroalimentación y evaluación de su docente.

#### **Recursos de apoyo**

- Proyector
- Material cartográfico digital
- Computadora

### **Práctica 9: Integración de un SIG utilizando software de libre acceso**

#### **Duración**

06 horas

#### **Procedimiento**

1. Atiende las indicaciones de su docente.
2. Conoce el funcionamiento de SIG de libre acceso.
3. Integra información obtenida en campo con información externa.
4. Genera un producto cartográfico.
5. Entrega reporte de práctica.
6. Recibe retroalimentación y evaluación de su docente.

#### **Recursos de apoyo**

- Proyector
- Material cartográfico digital
- Computadora

## **Práctica 10: Integración de un SIG utilizando plataformas virtuales de libre acceso**

### ***Duración***

06 horas

### ***Procedimiento***

1. Atiende las indicaciones de su docente.
2. Conoce el funcionamiento de plataformas virtuales de SIG.
3. Integra información obtenida en campo con información externa.
4. Genera un producto cartográfico.
5. Entrega reporte de práctica.
6. Recibe retroalimentación y evaluación de su docente.

### ***Recursos de apoyo***

- Proyector
- Material cartográfico digital
- Computadora

## **IX. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE CAMPO**

### **Unidad II y III. Sistema de Posicionamiento Global (GPS) y Sistemas de Información Geográfica (SIG)**

#### **Práctica 1: Localización cartográfica de los elementos bióticos y abióticos de un sitio aplicando herramientas de geomática**

### ***Duración***

16 horas

### ***Procedimiento***

1. Atiende las indicaciones de su docente para el desarrollo de la práctica de campo.
2. Elabora una descripción de los elementos bióticos y abióticos del sitio de muestreo.
3. Identifica elementos para realizar el mapeo.
4. Georefiere los elementos con base en una proyección cartográfica y un sistema de coordenadas definido, utilizando aplicaciones móviles.
5. Captura los registros de campo en las plataformas de procesamiento de datos geográficos.
6. Entrega un informe técnico.
7. Recibe retroalimentación y evaluación de su docente.

### ***Recursos de apoyo***

- Formatos para levantamiento de datos de campo
- Lápiz

- Cintas para medir
- GPS etrex
- Teléfono con aplicaciones móviles con funciones de geoposicionamiento
- Brújula
- Cámara fotográfica

## X. MÉTODO DE TRABAJO

### Encuadre

El primer día de clase cada docente debe establecer la forma de trabajo, criterios de evaluación, calidad de los trabajos académicos, derechos y obligaciones docente-estudiante.

### Estrategia de enseñanza

- Instrucción guiada
- Método de proyectos
- Aprendizaje basado en casos

### Estrategia de aprendizaje

- Cuadros comparativos
- Investigación empírica
- Trabajo colaborativo
- Visitas a campo

## XI. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

### Criterios de acreditación

Para tener derecho a examen ordinario y extraordinario cada estudiante debe cumplir con los porcentajes de asistencia que establece el Estatuto Escolar vigente. La calificación es en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 60.

### Criterios de evaluación

|                              |      |
|------------------------------|------|
| – Evaluaciones parciales     | 20%  |
| – Portafolio de evidencias   | 35%  |
| – Prácticas de taller        | 25%  |
| – Prácticas de campo         | 10%  |
| – Informe técnico integrador | 10%  |
| Total                        | 100% |



## XII. REFERENCIAS

### Recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

- Alberdi, R., & Erba, D. A. (2022). *Introducción a los sistemas de información geográfica (SIG) aplicados al catastro*. Instituto Geográfico Nacional de Argentina.  
<https://libcon.rec.uabc.mx:2938/c/vfl6sr/ebook-viewer/epub/o4kfxamahv>
- Dapieve, D. R., Maggi, M. F., Mercante, E., Francisco, H. R., Oliveira, D. D., & José Luiz Junior, O. (2023). Use of geotechnologies for aquaculture site selection: Suitability factors and constraints for production in ground-excavated ponds. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 51(2), 160–194.  
<https://libcon.rec.uabc.mx:2938/c/vfl6sr/viewer/pdf/m5iu5autnf>
- De Anda Márquez Padilla, R. (2023). *Diagnóstico de vulnerabilidad socioambiental por la apertura de la minería de litio en la sierra de Sonora, México* [Tesis de licenciatura, Universidad Autónoma de Baja California].  
<https://drive.google.com/file/d/1xnsOKhYK9reLTlwGzry8tkuy1gKalxJs/view>
- Hinch, S. W. (2011). *Outdoor navigation with GPS* (3rd ed.). Wilderness Press. [Clásica].
- Longley, P. A., Goodchild, M. F., Maguire, D. J., & Rhind, D. W. (2015). *Geographic information science and systems* (4th ed.). Wiley. [Clásica].
- Rivera Saldívar, F. L. (2010). *Aplicación de sistemas de información geográfica en la gestión espacial acuícola de Bahía Falsa, San Quintín, B.C.* [Tesis de licenciatura, Universidad Autónoma de Baja California].  
<https://drive.google.com/a/uabc.edu.mx/file/d/0ByZyFBRL67c0NDN1WTRrbHk1M0E/view?usp=sharing>
- Santos Preciado, J. M. (2020). *Sistemas de información geográfica. Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED)*. <https://libcon.rec.uabc.mx:2321/es/ereader/uabc/129192>

### Recursos de acceso libre o complementarios externos

- Huerta, E., Mangiaterra, A., & Noguera, G. (2005). *GPS: Posicionamiento satelital*. UNR Editora.  
[https://www.fceia.unr.edu.ar/gps/GGSR/libro\\_gps.pdf](https://www.fceia.unr.edu.ar/gps/GGSR/libro_gps.pdf) [Clásica]
- Wolf, P., & Ghilani, C. (2016). *Topografía*. (14th ed.). Alfaomega. [Clásica].
- Zangenehnejad, F., & Gao, Y. (2021). GNSS smartphones positioning: Advances, challenges, opportunities, and future perspectives. *Satellite Navigation*, 2(24).  
<https://doi.org/10.1186/s43020-021-00054-y>

### **XIII. PERFIL DOCENTE**

Contar con estudios en Oceanología, Biotecnología en Acuicultura, Ciencias Ambientales o área afín, preferentemente con posgrado en Ciencias Naturales y Exactas, con experiencia docente y/o profesional mínima de dos años en temas relacionados con Cartografía, Sistemas de Información Geográfica y/o Sistemas de Posicionamiento Global. Ser una persona responsable, que fomente el trabajo colaborativo.



**PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE**

**I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN**

|                                            |                                                                                                                                         |
|--------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Unidad académica:</b>                   | Facultad de Ciencias Marinas, Ensenada                                                                                                  |
| <b>Programa educativo:</b>                 | Oceanología<br>Licenciatura en Biotecnología en Acuicultura<br>Licenciatura en Ciencias Ambientales                                     |
| <b>Plan de Estudios:</b>                   | 2026-2                                                                                                                                  |
| <b>Nombre de la unidad de aprendizaje:</b> | Ciencia, Ambiente y Sociedad                                                                                                            |
| <b>Clave:</b>                              |                                                                                                                                         |
| <b>Distribución horaria:</b>               | Horas Clase: 01<br>Horas Taller: 03<br>Horas Laboratorio: 00<br>Horas Práctica de Campo: 01<br>Horas Extra-clase: 01<br><br>Créditos:06 |
| <b>Etapas de formación:</b>                | Básica                                                                                                                                  |
| <b>Carácter:</b>                           | Obligatorio                                                                                                                             |
| <b>Requisito:</b>                          | Ninguno                                                                                                                                 |
| <b>Modalidad de impartición:</b>           | Presencial                                                                                                                              |
| <b>Equipo de diseño:</b>                   | Marisa Reyes Orta<br>Miroslava Vivanco Aranda<br>Salvador Villasuso Palomares                                                           |
| <b>Subdirección que aprueba el PUA:</b>    | Patricia Alvarado Graef                                                                                                                 |
| <b>Fecha:</b>                              | 21 de mayo de 2026                                                                                                                      |
| <b>Aprobación y registro:</b>              |                                                                                                                                         |

## **II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE**

La unidad de aprendizaje Ciencia, Ambiente y Sociedad se orienta a la formación de personas profesionistas con pensamiento científico, crítico y holístico, enfocado en la gestión de los recursos naturales, el conocimiento de los ecosistemas y la atención de problemáticas socioambientales, así como en el desarrollo de competencias para desempeñarse como agentes de cambio frente a los desafíos vinculados con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), promoviendo la responsabilidad ambiental y la reducción del rezago social.

En este marco, tiene como propósito que las y los estudiantes analicen y argumenten la relación sociedad–naturaleza y sus problemáticas, con el fin de sustentar el conocimiento científico y contribuir a la solución de problemáticas socioambientales a escala local y regional, con impacto global.

## **III. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE**

Aplicar el pensamiento científico interdisciplinario y la agencia de cambio en el análisis de las relaciones entre el medio ambiente y la sociedad para el diseño e implementación de soluciones viables, justas y sostenibles, a través de la participación, que lleven a reconocer la relevancia en su profesión como agentes de transformación hacia el desarrollo sostenible con conciencia, ética y compromiso.

## **IV. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE**

Elaboración y presentación, en equipo, de un proyecto de diagnóstico y acción socioambiental en el entorno del campus o la comunidad, que identifique una problemática local vinculada a la relación sociedad-naturaleza y proponga una solución viable, sustentada en un enfoque social, ecosistémico y orientado al bienestar colectivo y ambiental.

## **V. COMPETENCIA PROFESIONAL DEL PERFIL DE EGRESO A LA QUE CONTRIBUYE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE**

Esta unidad de aprendizaje promueve competencias genéricas de impacto en los diferentes perfiles de egreso de los programas educativos de la Facultad de Ciencias Marinas.

## **VI. EJE TRANSVERSAL AL QUE CONTRIBUYE**

Inclusión, Pensamiento Crítico, Interculturalidad Crítica

## **VII. DESARROLLO POR UNIDADES**

### **Unidad I. La importancia del pensamiento científico y agencia de cambio para la oceanología, ciencias ambientales y acuacultura**

#### **Competencia**

Analizar el proceso de investigación científica y su documentación en el ámbito de las ciencias ambientales, oceanología y acuacultura, con base en los fundamentos del pensamiento científico, su clasificación y sus principios éticos, reconociendo su valor como herramienta para comprender fenómenos naturales y asumir una postura crítica y transformadora ante los problemas socioambientales, actuando con ética, responsabilidad profesional y apertura a la indagación científica.

#### **Contenido**

- 1.1. Características del pensamiento científico
- 1.2. Clasificación general de la ciencia
- 1.3. El proceso de investigación científica y su documentación
- 1.4. Los principios y la ética en el pensamiento científico
- 1.5. La relación entre la agencia de cambio y el pensamiento científico para la profesión

#### **Duración**

04 horas.

### **Unidad II. Ciencia y medio ambiente**

#### **Competencia**

Examinar los efectos de la actividad humana sobre los ecosistemas y la gestión de los recursos naturales, utilizando metodologías propias de las ciencias naturales, para proponer soluciones sustentables que mitiguen problemáticas ambientales desde el cambio individual, demostrando conciencia ecológica, compromiso social y rigor científico.

#### **Contenido**

- 2.1. La importancia y fragilidad de los ecosistemas para el aprovechamiento de los recursos naturales
- 2.2. Las relaciones causa-efecto de la actividad humana sobre los ecosistemas que derivan en los problemas ambientales
- 2.3. El papel del gobierno y la sociedad para resolver los problemas ambientales
- 2.4. Los métodos y técnicas aplicados a la investigación en las ciencias naturales
  - 2.4.1. Diseños comunes en la investigación de las ciencias naturales: muestreos de población y diseño experimental
  - 2.4.2. Integración de bases de datos y elaboración de reportes de laboratorio

- 2.4.3. Análisis básicos de información frecuencial
- 2.4.4. Estructura y contenido de informes técnicos y científicos
- 2.5. Elaboración de proyecto individual investigación acción: la importancia de contribuir a la transformación de estados negativos desde el cambio de comportamiento y hábitos individuales a favor del medio ambiente

### ***Duración***

05 horas

## **Unidad III. Ciencia y sociedad**

### ***Competencia***

Diseñar propuestas de transformación socioambiental sustentadas en la interrelación ciencia-tecnología-sociedad, con base en la aplicación de métodos y técnicas de investigación social en un proyecto colaborativo de acción, para contribuir al bienestar colectivo desde una visión holística, actuando con compromiso ético, responsabilidad social y disposición al trabajo interdisciplinario.

### ***Contenido***

- 3.1. Ciencia, tecnología y sociedad
- 3.2. Desarrollo sostenible y responsabilidad social
- 3.3. El desarrollo humano y bienestar
- 3.4. Los retos en el bienestar humano
- 3.5. Los métodos y técnicas aplicados a la investigación en las ciencias sociales.
  - 3.5.1. Características de los estudios más comunes de las ciencias sociales: de percepción, comportamiento, uso y consumo
  - 3.5.2. Técnicas de recolección de información empírica: observación, entrevistas, encuestas y sondeos
  - 3.5.3. Integración de bases de datos de información cualitativa
  - 3.5.4. Técnicas de análisis de contenido y análisis frecuencial básico
- 3.6. Los retos y la perspectiva hacia la transformación de estados negativos a través de la interdisciplina y colaboración
- 3.7. Proyecto de investigación colaborativo de investigación-acción, donde se apliquen las habilidades de pensamiento científico, agencia de cambio y colaboración en el campus

### ***Duración***

07 horas

## VIII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER

### Unidad I. La importancia del pensamiento científico y agencia de cambio para la oceanología, ciencias ambientales y acuicultura

#### Práctica 1: Clasificación general de la ciencia en tu entorno

##### **Duración**

02 horas

##### **Procedimiento**

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Su docente proporciona un listado de fenómenos que corresponden a las ciencias naturales y sociales.
3. Elabora un cuadro comparativo para distinguir (sujeto de estudio, sentido de percepción ciencia a la que corresponde).
4. Discute en el grupo los hallazgos obtenidos durante el proceso de análisis y clasificación.
5. Recibe retroalimentación docente.
6. Redacta una conclusión sobre su experiencia en la actividad.

##### **Recursos de apoyo**

- Listado de fenómenos que corresponden a las ciencias naturales y sociales
- Formato de cuadro comparativo
- Software de edición de texto

#### Práctica 2: El proceso de investigación científica

##### **Duración**

03 horas

##### **Procedimiento**

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Realiza un análisis del material suministrado y formula una hipótesis.
3. Realiza la etapa experimental interactuando con todos los materiales suministrados.
4. Registra los resultados obtenidos.
5. Analiza e interpreta los resultados.
6. Redacta un reporte final en cual se incluya la hipótesis, la metodología que se siguió, el reporte y análisis de los resultados obtenidos y las conclusiones de la práctica.
7. Discute grupalmente la identificación de las etapas del método científico en el experimento realizado.
8. Entrega el reporte al docente para su calificación y retroalimentación.

##### **Recursos de apoyo**

- Dispositivo móvil con cámara fotográfica y de video
- Miel de maple

- Agua dulce
- Aceite vegetal
- Una moneda de 1 peso
- Una moneda de 5 pesos
- Una tuerca de metal
- Un tornillo de  $\frac{3}{4}$
- Un tubo falcon de 50mL
- Hojas para registrar los resultados
- Software de edición de texto
- Computadora

### **Práctica 3: Los documentos vinculados al proceso de la investigación científica**

#### ***Duración***

03 horas

#### ***Procedimiento***

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Elabora un cuadro comparativo entre: anteproyecto, base de datos, artículo científico, libros, literatura gris, manuales de laboratorio.
3. Su docente proporciona un listado de mitos y realidades.
4. Integrados por equipos elegir un mito a analizar.
5. Realiza una lluvia de ideas sobre el conocimiento actual del tema.
6. Investiga, empleando distintas fuentes la mayor información posible, realizando un cuadro comparativo (conocimiento, tipo de documento, validez científica).
7. Discute en el grupo tu experiencia durante la búsqueda de información.
8. Justifica la respuesta a partir de la fiabilidad de las fuentes utilizadas para su consulta.
9. Presenta reporte final al docente para su evaluación.

#### ***Recursos de apoyo***

- Laptop o dispositivo móvil con acceso a internet
- Formato del cuadro comparativo
- Software de edición de texto

### **Práctica 4: Los documentos vinculados a los principios y la ética en el pensamiento científico**

#### ***Duración***

02 horas

#### ***Procedimiento***

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Se organizan en equipos de acuerdo con su licenciatura de interés. Analizan casos de estudio proporcionados por el docente donde se presentan dilemas éticos en el uso de



los recursos naturales en las sociedades actuales, por ejemplo: la caza cinegética, el uso del rifle sanitario, la modificación genética de especies, minerías submarinas, etc.

3. Determina las obligaciones y responsabilidades, beneficios y afectaciones a la vida humana y no humana de apoyar una acción del caso.
4. Elige una posición que consideres ética e identifica los principios bajo los cuales la tomaste.
5. Elabora de manera individual tu concepto personal acerca del significado de ética profesional basado en la reflexión crítica de lecturas, debate de las ideas y conceptos presentados por su docente, los fundamentos éticos- filosóficos de la ciencia, su método y los productos de la investigación científica.
6. Presenta en plenaria por equipo una conclusión de la importancia de los principios y la ética en el ejercicio profesional, para su evaluación y retroalimentación.

### **Recursos de apoyo**

- Textos especializados proporcionados por su docente
- Computadora o dispositivo móvil con acceso a internet
- Software de edición de texto

## **Práctica 5: La relación entre la agencia de cambio y el pensamiento científico para la profesión**

### **Duración**

02 horas

### **Procedimiento**

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Realiza una recapitulación de algún cambio que hayas observado en los últimos años en tu lugar de residencia, destacando los cambios positivos o negativos.
3. Se pregunta ¿qué podría hacer yo como estudiante y como futuro profesionista para evitar, minimizar los cambios negativos o para promover los positivos?, ¿cómo la ciencia es importante para solucionar ayudar a disminuir los cambios negativos?
4. Integra equipos de tres a cuatro personas para compartir el recuento individual sobre los cambios observados en el entorno.
5. Participa en plenaria para identificar los cambios comunes y los puntos coincidentes respecto a la voluntad de contribuir en la transformación del entorno.
6. Su docente orienta la reflexión de cierre con énfasis en fortalecer la capacidad del estudiantado para actuar como agente de cambio.
7. Realiza una conclusión por escrito sobre la plenaria y la incorpora a la evidencia de trabajo individual.

### **Recursos de apoyo**

- Libreta y pluma o computadora
- Software de edición de texto

## Unidad II. Ciencia y medio ambiente

### Práctica 6: Las relaciones causa-efecto de la actividad humana sobre los ecosistemas que derivan en los problemas ambientales

#### **Duración**

02 horas

#### **Procedimiento**

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Analiza casos de estudio proporcionados por el docente e identifica causas y consecuencias de problemas reales de la actividad humana (cambio climático, contaminación ambiental, deforestación, gestión de residuos y saneamiento, urbanización, pérdida de biodiversidad, deterioro ambiental, contaminación hídrica, desigualdad social y acceso a un medio ambiente sano).
3. Elige un problema a investigar, contará con 10 minutos para buscar información en fuentes documentales.
4. Se integrarán en parejas, preguntando a su compañero los cinco porqués que identifican que originan su problemática. Termina uno y continúa el otro.
5. De tener tiempo repiten la actividad.
6. Expone en plenaria el análisis causal con el fin de recibir retroalimentación por parte de la persona docente y del grupo.
7. La persona docente conduce el cierre de la sesión mediante preguntas orientadas a destacar la importancia de comprender las causas en el análisis de los problemas ambientales.

#### **Recursos de apoyo**

- Textos especializados proporcionados por su docente
- Computadora o dispositivo móvil con acceso a internet
- Software de edición de texto

### Práctica 7: Elaboración de informe de análisis documental de las relaciones causa-efecto

#### **Duración**

03 horas

#### **Procedimiento**

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Discute en grupo algún desafío ambiental que exista dentro del campus universitario o entorno directo y que quisieras darle solución.
3. Emplea la técnica de árbol de problemas realiza un análisis del desafío ambiental, estableciendo las posibles causas y consecuencias.

4. Identifica, en la literatura disponible, por lo menos dos posibles soluciones al desafío ambiental desde la perspectiva individual.
5. Integra la información en un manuscrito de no más de 600 palabras que contenga portada con título, resumen, introducción, descripción del desafío con el árbol de problemas, planteamiento de la solución y bibliografía en formato APA 7.
6. Discute en el grupo tu experiencia durante la escritura del manuscrito.
7. Presenta un reporte final al docente para su evaluación y retroalimentación.

### **Recursos de apoyo**

- Laptop o dispositivo móvil con acceso a internet
- Software de edición de texto

## **Práctica 8: Elaboración de proyecto individual Parte 1. Diseño del estudio para recuperar la evidencia**

### **Duración**

03 horas

### **Procedimiento**

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. A partir del desafío ambiental seleccionado en la práctica 7, desarrolla un protocolo de investigación para evidenciar el comportamiento negativo en sí mismo. Debe de contener: pregunta, objetivos, método, resultados esperados, cronograma de actividades.
3. En un minuto presenta de manera individual su protocolo de investigación.
4. Su docente guía la reflexión de cierre enfocado a destacar la importancia de evidenciar los estados negativos a través de la investigación, como mecanismo para concienciación de los individuos.
5. Presenta por escrito el protocolo y lo incorpora a la evidencia de trabajo individual.

### **Recursos de apoyo**

- Laptop o dispositivo móvil con acceso a internet
- Software de edición de texto

## **Práctica 9: Elaboración de proyecto individual. Parte 2. Integración del diagnóstico, elaboración de propuesta de acción y presentación de compromiso**

### **Duración**

03 horas

### **Procedimiento**

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.

2. Analiza los datos recabados y genera un informe sobre el comportamiento a nivel individual y los impactos sobre el entorno.
3. Atiende las orientaciones docentes sobre la generación de compromisos.
4. Define el compromiso a desarrollar como nuevo hábito para modificar su comportamiento hacia un hábito positivo.
5. Expone sus resultados y compromiso.
6. Realiza por escrito una declaratoria de compromiso, la firma y la presenta como evidencia.

### **Recursos de apoyo**

- Laptop o dispositivo móvil con acceso a internet
- Software de edición de texto

## **Práctica 10: Elaboración de proyecto individual Parte 3. Presentación de resultados por escrito y exposición**

### **Duración**

03 horas

### **Procedimiento**

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Integra, a partir de los resultados de la práctica 7, 8 y 9, un manuscrito de no más de 600 palabras que contenga portada con título, resumen, introducción, métodos donde se expliquen las tres técnicas empleadas: revisión documental, recolección de información y diseño experimental), resultados, discusión y conclusiones, en formato APA 7.
3. Participa en foro de reflexión guiados por su docente.
4. Presenta el informe para evidencia final.

### **Recursos de apoyo**

- Laptop o dispositivo móvil con acceso a internet
- Software de edición de texto

## **Unidad III. Ciencia y sociedad**

### **Práctica 11: Los retos en el bienestar humano**

### **Duración**

02 horas

### **Procedimiento**

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.

2. Investiga los 10 retos del bienestar humano que de acuerdo con tu punto de vista sean prioritarios a resolver, considerando el cumplimiento de los ODS o instrumentos similares, desde la perspectiva social.
3. Elige tres retos que desde su profesión pueda contribuir a atender.
4. En equipos (acorde al perfil profesional de tu interés) discutan y reflexionen sobre la importancia para el bienestar humano de atender esa problemática.
5. Presenta conclusiones en plenaria y por escrito en no más de 200 palabras de tu aprendizaje en el proceso, incorporando referencias bibliográficas.

### **Recursos de apoyo**

- Laptop o dispositivo móvil con acceso a internet
- Software de edición de texto

## **Práctica 12: La importancia de recuperar información empírica en las ciencias sociales**

### **Duración**

03 horas

### **Procedimiento**

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Su docente entrega dos instrumentos de recolección de información y dos bases de datos, una de corte cuantitativo y otra cualitativa.
3. Crea equipos e investiga, analiza e intenta obtener resultados de ambas tablas en el tiempo determinado por su docente.
4. Presenta los resultados a modo de reto.
5. Su docente presentará la ruta de análisis adecuada para retroalimentación en plenaria.
6. Presenta conclusiones por escrito en no más de 200 palabras de tu aprendizaje en el proceso, destacando la importancia de la recuperación de la información en las ciencias sociales.

### **Recursos de apoyo**

- Laptop o dispositivo móvil con acceso a internet
- Software de edición de texto

## **Práctica 13: Elaboración de proyecto por equipos Parte 1. Diseño del estudio para recuperar la evidencia**

### **Duración**

03 horas

### **Procedimiento**

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. En equipos de máximo cinco personas, a partir de la práctica de campo, se desarrolla un protocolo de investigación para evidenciar el comportamiento negativo colectivo. Debe

de contener: pregunta, objetivos, método, resultados esperados, cronograma de actividades.

3. Realicen investigación documental para dar soporte a su planteamiento.
4. En tres minutos presentan su protocolo de investigación.
5. Su docente guía la reflexión de cierre enfocado a destacar la importancia de evidenciar los estados negativos a través de la investigación, como mecanismo para concienciación de la colectividad.
6. Presenten por escrito el protocolo e incorpórenlo a la evidencia de trabajo en equipo.

### **Recursos de apoyo**

- Laptop o dispositivo móvil con acceso a internet
- Software de edición de texto

## **Práctica 14: Elaboración de proyecto por equipos. Parte 2. Integración del diagnóstico, elaboración de propuesta de acción y presentación de compromiso**

### **Duración**

06 horas

### **Procedimiento**

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Recaben los datos, aplicando instrumentos pertinentes, debidamente justificados en el protocolo. Analicen los datos recabados y generen un informe sobre el comportamiento colectivo y los impactos sobre el entorno.
3. Atiendan las orientaciones de su docente sobre la generación de compromisos.
4. Investiguen cinco buenas prácticas que en otros proyectos similares hayan aplicado.
5. Definan la acción que contribuiría a solucionar el problema.
6. Presenten los resultados, su propuesta de solución y los pasos para implementarla.
7. Integren en un documento el avance del proyecto y la presenten como evidencia de trabajo en equipo.

### **Recursos de apoyo**

- Laptop o dispositivo móvil con acceso a internet
- Software de edición de texto

## **Práctica 15: Elaboración de proyecto individual. Parte 3. Presentación de resultados por escrito y exposición**

### **Duración**

6 horas

### **Procedimiento**

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Durante dos semanas realizarán las acciones a las que se comprometieron, de acuerdo con su cronograma de trabajo.

3. Integrarán resultados a partir de las prácticas 12, 13 y el punto anterior de la presente práctica en un manuscrito de no más de 1000 palabras que contenga portada con título, resumen, introducción, métodos donde se expliquen las tres técnicas empleadas: revisión documental, recolección de información y diseño experimental o agencia de cambio, resultados, discusión, conclusiones y bibliografía en formato APA 7.
4. Participen en un foro de reflexión guiados por su docente.
5. Presenten el informe para evidencia final. de su docente.

### **Recursos de apoyo**

- Laptop o dispositivo móvil con acceso a internet
- Software de edición de texto

## **IX. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE CAMPO**

### **Unidad III. Ciencia y sociedad**

#### **Práctica 1: Identificación de desafíos socioambientales en el campus**

##### **Duración**

02 horas

##### **Procedimiento**

1. Atiende las orientaciones docentes para realizar la práctica en el campus Punta Morro de la UABC.
2. Elijan los espacios de visita.
3. Registra la observación en la bitácora.
4. Toma fotografías como evidencia de la práctica, respetando la identidad (el rostro) de quienes participen.
5. Elabora el reporte estableciendo los elementos que se identificaron en el desarrollo de la práctica docente.
6. Anexa las bitácoras de observación y de conclusión de observación y las fotografías.
7. Expón los resultados de la práctica de observación en el grupo.
8. Entrega el reporte para recibir retroalimentación y evaluación.

##### **Recursos de apoyo**

- Formato de bitácora
- Dispositivo para tomar fotografías

#### **Práctica 2: Recuperación de información empírica sobre el desafío ambiental en el campus**

##### **Duración**

04 horas

### **Procedimiento**

1. Atiende las orientaciones docentes para realizar la práctica en el campus Punta Morro de la UABC.
2. Elijan los espacios de recuperación de la información
3. Aplica los instrumentos de recolección de información.
4. Toma fotografías y llena bitácora para recibir la información y para evidencia de la práctica, respetando la identidad (el rostro) de quienes participen.
5. Elabora el reporte estableciendo los elementos que se identificaron en el desarrollo de la práctica docente.
6. Anexa las bitácoras de observación y de conclusión de observación y las fotografías.
7. Expón los resultados de la práctica de observación en el grupo.
8. Entrega el reporte para recibir retroalimentación y evaluación.

### **Recursos de apoyo**

- Formato de bitácora
- Cuestionarios o instrumento de recuperación de información
- Dispositivo para tomar fotografías

## **Práctica 3: Implementación de acciones de agencia de cambio para resolver el desafío ambiental en el campus**

### **Duración**

10 horas

### **Procedimiento**

1. Atiende las orientaciones docentes para realizar la práctica en el campus Punta Morro de la UABC.
2. Gestionen las actividades de agencia de cambio a implementar.
3. Ejecuten las actividades de acuerdo con el cronograma de trabajo.
4. Tomen fotografías y llena listas de participación, como evidencia de la práctica, respetando la identidad (el rostro) de quienes participen.
5. Elaboren el reporte estableciendo los elementos que se identificaron en el desarrollo de la práctica docente.
6. Anexen las listas de participación, fotografías y de conclusión de observación y las fotografías.
7. Expongan los resultados de la práctica de observación en el grupo.
8. Entreguen el reporte para recibir retroalimentación y evaluación.

### **Recursos de apoyo**

- Materiales y equipo de acuerdo con la actividad seleccionada
- Formato de bitácora
- Lista de participación
- Dispositivo para tomar fotografías



## Encuadre

El primer día de clase cada docente debe establecer la forma de trabajo, criterios de evaluación, calidad de los trabajos académicos, derechos y obligaciones docente-estudiante.

## Estrategia de enseñanza

- Estudio de caso
- Aprendizaje basado en proyectos (ABP)
- Aprendizaje basado en retos
- Aprendizaje basado en problemas
- Aprendizaje basado en preguntas
- Técnica expositiva
- Debates

## Estrategia de aprendizaje

- Investigación documental
- Investigación empírica
- Exposición de resoluciones de casos prácticos
- Trabajo colaborativo
- Técnica expositiva
- Visitas a campo
- Mapas mentales
- Cuadros comparativos
- Infografías, videos cortos y herramientas TIC

## X. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

### Criterios de acreditación

Para tener derecho a examen ordinario y extraordinario cada estudiante debe cumplir con los porcentajes de asistencia que establece el Estatuto Escolar vigente. La calificación es en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 60.

### Criterios de evaluación

|                                                   |      |
|---------------------------------------------------|------|
| – Evaluaciones parciales                          | 10%  |
| – Reporte de talleres                             | 20%  |
| – Proyecto individual                             | 20%  |
| – Autoevaluación habilidades blandas              | 10%  |
| – Proyecto de diagnóstico y acción socioambiental | 15%  |
| Total                                             | 100% |

## XI. REFERENCIAS

### Recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

- Angier, N. (2007). *The Canon A Whirligig Tour of the Beautiful Basics of Science. A Mariner book Houghton Mifflin Comp* [clásica]
- Carabias, J. (2005). *Agua, medio ambiente y sociedad: hacia la gestión integral de los recursos hídricos de México* [clásica]
- Carey S. (2011). *A Beginner's Guide to Scientific Method*. Cengage Learning (4th ed)
- Gimbel, S. (2011). *Exploring the Scientific Method: Cases and Questions*. University of Chicago press.

### Recursos de acceso libre o complementarios externos

- Bautista-Cerro Ruiz, M. J., Díaz González, M. J., Mendoza Carretero, M. D. R., Gauch, H.G., (2003). Scientific Method in Practice [https://books.google.com.mx/books?id=iVkugqNG9dAC&printsec=frontcover&dq=scientific+method&hl=es419&sa=X&redir\\_esc=y#v=onepage&q=scientific%20method&f=false](https://books.google.com.mx/books?id=iVkugqNG9dAC&printsec=frontcover&dq=scientific+method&hl=es419&sa=X&redir_esc=y#v=onepage&q=scientific%20method&f=false) [clásica]
- Murga-Menoyo, M. Á. (2022). *Guía con orientaciones metodológicas para el anclaje curricular de la Educación para el Desarrollo Sostenible y la Ciudadanía Mundial*.
- Richard Paul y Linda Elder. (2007). *¿Por qué pensamiento crítico?* <http://www.eduteka.org/modulos.php?catx=6&idSubX=134&ida=474&art=1> [clásica]
- Saunders, MNK, Lewis, P. y Thornhill, A. (2019). *Métodos de investigación para estudiantes de negocios* (8ª ed) Pearson.
- UNESCO (2020). *Educación para el desarrollo sostenible: hoja de ruta*. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000374896>
- UNESCO (2025). *UNESCO sites as partners for education for sustainable development: an implementation guide*. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000393024?posInSet=4&queryId=4f6127a9-c147-400d-9b24-fb800829ccb7>

## XII. PERFIL DOCENTE

Contar con licenciatura en algún programa educativo de Ciencias Naturales y Exactas o áreas afines o bien haberse desempeñado en organizaciones de la sociedad civil, empresas privadas o función pública por al menos tres años con experiencia alineada con el Propósito de la unidad de aprendizaje. Es deseable posgrado de ciencias interdisciplinarias o naturales y contar con experiencia docente mínima de dos años y ser capaz de aplicar estrategias activas para la promoción del pensamiento científico, crítico y reflexivo de las y los estudiantes. El docente deberá ser una persona proactiva, analítica, objetiva y respetuosa.



**PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE**

**I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN**

|                                            |                                                                                                                                         |
|--------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Unidad académica:</b>                   | Facultad de Ciencias Marinas, Ensenada                                                                                                  |
| <b>Programa educativo:</b>                 | Oceanología<br>Licenciatura en Biotecnología en Acuicultura<br>Licenciatura en Ciencias Ambientales                                     |
| <b>Plan de Estudios:</b>                   | 2026-2                                                                                                                                  |
| <b>Nombre de la unidad de aprendizaje:</b> | Desarrollo para la Vida Universitaria                                                                                                   |
| <b>Clave:</b>                              |                                                                                                                                         |
| <b>Distribución horaria:</b>               | Horas Clase: 00<br>Horas Taller: 02<br>Horas Laboratorio: 00<br>Horas Práctica de Campo: 00<br>Horas Extra-clase: 00<br><br>Créditos:02 |
| <b>Etapas de formación:</b>                | Básica                                                                                                                                  |
| <b>Carácter:</b>                           | Obligatorio                                                                                                                             |
| <b>Requisito:</b>                          | Ninguno                                                                                                                                 |
| <b>Modalidad de impartición:</b>           | Presencial                                                                                                                              |
| <b>Equipo de diseño:</b>                   | Mónica Lubinsky Jinich<br>Yamile Zaira Nassar Sánchez                                                                                   |
| <b>Subdirección que aprueba el PUA:</b>    | Patricia Alvarado Graef                                                                                                                 |
| <b>Fecha:</b>                              | 21 de mayo de 2026                                                                                                                      |
| <b>Aprobación y registro:</b>              |                                                                                                                                         |

## **II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE**

La unidad de aprendizaje tiene como propósito acompañar al estudiantado en su proceso de incorporación a la vida universitaria, mediante un espacio de reflexión, práctica y fortalecimiento de habilidades personales, sociales y académicas, enmarcado en las exigencias propias de las ciencias naturales y exactas, a través de la integración de ejemplos y problemáticas disciplinares que favorecen la pertinencia académica y profesional.

## **III. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE**

Desarrollar habilidades personales, sociales y académicas que favorezcan la adaptación a la vida universitaria, mediante la reflexión, la práctica de estrategias de autorregulación, el trabajo colaborativo y la toma de decisiones conscientes, con el fin de fortalecer el bienestar integral, la identidad vocacional y la trayectoria académica, con actitud crítica y reflexiva sobre el impacto de su quehacer científico en la sociedad y el ambiente.

## **IV. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE**

Portafolio de evidencias que contenga tareas, reportes de prácticas de taller y de campo, así como un informe técnico integrador del uso de herramientas digitales que faciliten la gestión de datos geoespaciales en la disciplina.

## **V. COMPETENCIA PROFESIONAL DEL PERFIL DE EGRESO A LA QUE CONTRIBUYE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE**

Esta unidad de aprendizaje promueve competencias genéricas de impacto en los diferentes perfiles de egreso de los programas educativos de la Facultad de Ciencias Marinas.

## **VI. EJE TRANSVERSAL AL QUE CONTRIBUYE**

Inclusión, Interculturalidad Crítica, Vida Saludable

## **VII. CONTENIDOS**

- 1.1. Transición a la universidad: desafíos comunes y oportunidades
- 1.2. ¿Qué significa ser estudiante universitario?
- 1.3. Expectativas académicas en el contexto universitario
- 1.4. Normatividad y servicios institucionales de apoyo
- 1.5. Autoconocimiento
  - 1.5.1. FODA personal
  - 1.5.2. Valores, ética científica y responsabilidad social en las ciencias
- 1.6. Motivaciones personales y metas académicas
- 2.1. Organización y planificación del tiempo: herramientas y métodos prácticos
- 2.2. Formación de hábitos de estudio sostenibles

- 2.3. Estrategias de aprendizaje basadas en evidencia
  - 2.3.1. Aprendizaje espaciado
  - 2.3.2. Recuperación activa
  - 2.3.3. Elaboración y autoexplicación
- 2.4. Metacognición y autorregulación: aprender a aprender
- 2.5. Mitos sobre los estilos de aprendizaje
- 2.6. ¿Cómo aprendo mejor?
- 2.7. Alfabetización informacional y uso crítico de fuentes científicas.
  - 2.7.1. Plagio y buenas prácticas de citación, uso responsable de datos y confidencialidad
- 3.1. Reconocimiento y gestión del estrés académico
- 3.2. Tolerancia a la frustración y manejo de la incertidumbre
- 3.3. Desarrollo de la resiliencia en contextos académicos
- 3.4. Inteligencia emocional básica para la vida universitaria
- 3.5. Equilibrio entre vida académica y personal
- 3.6. Estrategias para el autocuidado y prevención del abandono escolar
- 3.7. Mindfulness y técnicas de regulación fisiológica (p. ej., respiración coherente).
- 3.1. Reconocimiento y gestión del estrés académico
- 3.2. Tolerancia a la frustración y manejo de la incertidumbre
- 3.3. Desarrollo de la resiliencia en contextos académicos
- 3.4. Inteligencia emocional básica para la vida universitaria
- 3.5. Equilibrio entre vida académica y personal
- 3.6. Estrategias para el autocuidado y prevención del abandono escolar
- 3.7. Mindfulness y técnicas de regulación fisiológica (p. ej., respiración coherente).
- 4.1. Comunicación asertiva y cultura de paz
  - 4.1.1. Comunicación no violenta
- 4.2. Trabajo en equipo: roles, liderazgo y colaboración
- 4.3. Toma de decisiones con pensamiento crítico
- 4.4. Creatividad y resolución de problemas en la vida universitaria
- 4.5. Orientación profesional y proyección hacia el futuro
- 4.6. Mi trayectoria y plan personal

## VIII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER

### Práctica 1: Expectativas hacia la universidad

#### **Duración**

02 horas

#### **Procedimiento**

1. Analiza el clip de video sobre la vida universitaria que presentará el/la docente.

2. Individualmente, realiza el Ejercicio 1 del manual de trabajo donde responda:
  - a. ¿Cuáles son tus expectativas de la universidad?
  - b. ¿Por qué elegí la carrera \_\_\_\_\_?
  - c. ¿Qué significa ser estudiante universitario?
  - d. ¿Cuáles son tus compromisos para cumplir tus expectativas?
  - e. Plantea 5 metas para este primer semestre.
3. Se reúne en equipo de tres integrantes para discutir sus expectativas.
4. Comparte sus expectativas ante el grupo cuando sea llamado por el/la docente.
5. Documenta la práctica y la entrega al docente para su retroalimentación y registro

### **Recursos de apoyo**

- Clip de video
- Manual de trabajo

## **Práctica 2: FODA académico-personal**

### **Duración**

02 horas

### **Procedimiento**

1. Analiza la definición de la matriz FODA facilitado por el/la docente.
2. Individualmente, realiza el Ejercicio 2 del manual donde elabora de forma individual un FODA académico-personal a través de la autorreflexión, que incluya su fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas en sus aspectos académicos, personales, emocionales y sociales (al menos 5 de cada una).
3. Comparte de manera voluntaria su FODA con el resto del grupo.
4. Documenta la práctica y la entrega al docente para su retroalimentación y registro.

### **Recursos de apoyo**

- Presentación
- Manual de trabajo

## **Práctica 3: ¿Cómo aprendo mejor?**

### **Duración**

02 horas

### **Procedimiento**

1. Comprende la definición, características y ejemplos de las diferentes estrategias de autorregulación del aprendizaje, así como la importancia de la autoeficacia que presenta el/la docente.
2. Realiza la primera parte del ejercicio 3 del manual donde responde un cuestionario con base en dos instrumentos estandarizados (Cuestionario de Estrategias para el Aprendizaje Autorregulado y Self-Efficacy for Learning Form-A) en un ejercicio de reflexión sobre la autoeficacia y sus estrategias para autorregular su aprendizaje.

3. En grupo, comparte las reflexiones y conclusiones a las que llegó con base en el cuestionario.
4. Individualmente, realiza la segunda parte del ejercicio en el manual donde responde:
  - ¿Cuál es mi mayor fortaleza en el estudio?
  - ¿Cuál es mi mayor debilidad en el estudio?
  - ¿Qué estrategias me han funcionado para estudiar efectivamente?
  - ¿Qué estrategias no me han funcionado para estudiar efectivamente?
5. Documenta la práctica y la entrega al docente para su retroalimentación y registro.

### **Recursos de apoyo**

- Presentación
- Manual de trabajo

## **Práctica 4: Organizando mi tiempo: horario semanal personalizado**

### **Duración**

02 horas

### **Procedimiento**

1. Comprende la definición, características y elementos de la organización y planificación del tiempo en el ámbito universitario, así como diversas técnicas y estrategias relacionadas que presenta el/la docente.
2. Individualmente, realiza el ejercicio 4 del manual donde:
  - a. Desglosa las horas dedicadas a las diferentes esferas de su vida (clases, hogar, social, deporte, etc.).
  - b. Identifica presencia o ausencia de equilibrio.
  - c. Diseña un horario semanal en el que distribuya su tiempo para las actividades personales, laborales, recreativas y académicas, integrando su horario de clase, actividades extra clase, horario laboral, deporte, entre otros.
3. Comparte de manera voluntaria su horario semanal, enfatizando sobre la presencia o ausencia de equilibrio entre las actividades cotidianas y las académicas.
4. Documenta la práctica y la entrega al docente para su retroalimentación y registro.

### **Recursos de apoyo**

- Presentación
- Manual de trabajo

## **Práctica 5: Estrategias y técnicas efectivas de aprendizaje**

### **Duración**

02 horas

### **Procedimiento**

1. Analiza las estrategias y técnicas efectivas de aprendizaje: resumen, mapa conceptual, aprendizaje espaciado y flashcards que presenta el/la docente.

2. Se integra a un equipo de 5 personas y analiza el material proporcionado por el/la docente, elabora un producto de cada una de las estrategias e implementa las técnicas de acuerdo a lo puntualizado en el contenido:
  - a. Resumen
  - b. Mapa conceptual
  - c. Aprendizaje espaciado
  - d. Flashcards
3. Comparte de manera voluntaria su producto y proceso de aplicación con el resto del grupo.
4. Realiza el ejercicio 5 del manual donde responde:
  - . ¿Cuáles son las ventajas de cada una de las estrategias implementadas?
  - a. ¿Cuáles consideras que podrían ser de utilidad para tu formación?
  - b. ¿Qué otras estrategias conoces que no se hayan practicado aquí? ¿Cuál? Describe.
5. Documenta la práctica y la entrega al docente para su retroalimentación y registro.

### **Recursos de apoyo**

- Presentación
- Hojas blancas

## **Práctica 6: Autoeficacia en la autorregulación del aprendizaje**

### **Duración**

02 horas

### **Procedimiento**

1. Elige una tarea para llevar a cabo de alguna de las asignaturas que se encuentra cursando (por ejemplo, reporte de laboratorio, examen, etc.).
2. Realiza la primera parte del ejercicio 6 del manual donde responde:
  - a. ¿Qué tarea necesito resolver?
  - b. ¿Qué sé sobre ese tema? ¿Qué me falta por aprender?
  - c. ¿Qué recursos tengo o necesito (apuntes, libros, asesorías)?
  - d. ¿Cuánto tiempo tengo disponible?
  - e. ¿Qué estrategias usaré para abordar esta tarea?
3. En pareja, comparte y explica su plan durante 5 minutos.
4. Durante 30 minutos, avanza de forma real en la tarea que planificó con enfoque en observarse mientras trabaja.
5. Atiende a las preguntas de reflexión que realiza el/la docente.
6. Realiza la segunda parte del ejercicio 6 del manual donde responde:
  - a. ¿Qué logré avanzar hoy?
  - b. ¿Qué estrategias me funcionaron mejor?
  - c. ¿Qué dificultades encontré y cómo las resolví?
  - d. ¿Qué haré diferente la próxima vez?
  - e. ¿Cómo me sentí durante el proceso?
7. Documenta la práctica y la entrega al docente para su retroalimentación y registro.



### **Recursos de apoyo**

- Manual de trabajo

## **Práctica 7: Uso ético de la información**

### **Duración**

02 horas

### **Procedimiento**

1. Analiza la presentación y video sobre el plagio, manuales de citación y referencia, así como aspectos éticos del uso de la información.
2. En parejas, seleccionan una temática relacionada con alguna de sus materias (carga académica actual), ej. Biología.
3. Realiza el ejercicio 7 del manual de trabajo donde:
  - . Investiga dos artículos científicos en revistas arbitradas o indexadas con referencia a la materia seleccionada (ej. Biología).
  - a. Desarrolla 5 citas textuales, 5 citas con paráfrasis y sus respectivas referencias en formato APA 7.
4. Cada pareja expone al grupo el listado de citas y referencias que elaboró
5. Documenta la práctica y la entrega al docente para su retroalimentación y registro

### **Recursos de apoyo**

- Presentación
- Clip de video
- Manual de trabajo

## **Práctica 8: Inteligencia emocional básica para la vida universitaria: reconociendo mis emociones**

### **Duración**

02 horas

### **Procedimiento**

1. Analiza la importancia de la identificación de emociones y sus componentes, así como la herramienta del medidor *emocional* que presenta el/la docente.
2. Analiza la herramienta e identifica su estado en ese momento, compartiendo con el grupo al ser llamado por el/la docente.
3. Responde la primera parte del ejercicio 8 del manual donde recibe cuatro situaciones comunes de la vida universitaria, y responde a las siguientes preguntas:
  - . ¿Qué emoción sentirías?
  - a. ¿Cómo se manifiesta en tu cuerpo?
  - b. ¿Cómo suelo reaccionar?
  - c. ¿Qué podría hacer de forma diferente?

2. Se integra a un equipo de 5 estudiantes, discuten sus respuestas, así como otras estrategias para regular la emoción.
3. Individualmente, realiza la segunda parte del ejercicio 8 del manual donde responde:
  - a. ¿Qué emociones experimentas más frecuentemente en tu vida académica?
  - b. ¿Qué aprendiste hoy sobre ti?
  - c. ¿Qué herramientas usas para manejar tus emociones en la vida académica?
  - d. ¿Qué herramientas crees que puedas usar para manejar tus emociones en la vida académica?
0. Documenta la práctica y la entrega al docente para su retroalimentación y registro.

### **Recursos de apoyo**

- Presentación
- Manual de trabajo

## **Práctica 9: Inteligencia emocional básica para la vida universitaria: gestionando mis emociones**

### **Duración**

04 horas

### **Procedimiento**

1. Comparte de manera voluntaria al grupo la respuesta a la pregunta:
  - a. ¿Cómo manejo mis emociones?
2. Pasa por los distintos módulos de situaciones cotidianas para poner en práctica algunas de las siguientes estrategias de regulación:
  - a. Fisiológicas/Somáticas
  - b. Físicas
  - c. Cognitivas
  - d. Sociales
3. Individualmente, realiza el ejercicio 9 del manual donde responde:
  - a. ¿Qué estrategias de regulación me parecieron útiles? ¿Por qué?
  - b. ¿Qué estrategias de regulación no me funcionaron? ¿Por qué?
  - c. ¿Para qué me puede servir aprender cómo regularme?
4. En equipo de 3 integrantes, discuten sobre las diferentes estrategias practicadas.
5. Comparte con el grupo las conclusiones del grupo al ser llamado por el/la docente.
6. Documenta la práctica y la entrega al docente para su retroalimentación y registro.

### **Recursos de apoyo**

- Manual de trabajo

## **Práctica 10: Tolerando la frustración y manejando la incertidumbre**

### **Duración**

02 horas

### **Procedimiento**

1. Realiza el ejercicio 10 del manual donde:
  - . Escribe una situación reciente en la que algo no salió como lo esperaba en la universidad.
  - a. Responde a las preguntas con base en el *medidor emocional*:
    - i. ¿Cómo me sentí?
    - ii. ¿Qué pensé?
    - iii. ¿Cómo reaccioné? ¿Qué hice?
1. Discute y comparte al grupo sus reflexiones acerca de qué es la frustración y la incertidumbre, cómo afectan a la vida universitaria.
2. Conoce algunas estrategias basadas en evidencia presentadas por el/la docente.
3. Participa en la resolución de un problema lógico entregado por el/la docente.
4. Reflexiona y comparte con el grupo sobre sus emociones, pensamientos y conductas durante la resolución del ejercicio.
5. Continúa el ejercicio 10 respondiendo:
  - a. Elige dos estrategias que quieras incorporar para manejar la frustración e incertidumbre.
  - b. Escribe una carta para tí mismo/a con mensajes que te ayuden en momentos difíciles.
7. Documenta la práctica y la entrega al docente para su retroalimentación y registro.

### **Recursos de apoyo**

- Manual de trabajo

## **Práctica 11: Resiliencia en el contexto académico**

### **Duración**

02 horas

### **Procedimiento**

1. Escribe en una nota adhesiva una situación difícil que ha enfrentado en su vida académica y otra con aquello que le ayudó o le hubiera llevado a sobrellevarla.
2. Coloca su nota en el pizarrón en la sección indicada.
3. Atiende y comprende el concepto de resiliencia y sus componentes clave.
4. Realiza el ejercicio 11 del manual donde realiza un ejercicio diagnóstico de su propia resiliencia.
5. Comparte de manera voluntaria con el grupo sus resultados.
6. Continúa el ejercicio 11 donde elige una situación reciente de frustración o dificultad académica y responde:
  - a. ¿Qué pasó?
  - b. ¿Cómo me sentí?
  - c. ¿Cómo reaccioné?
  - d. ¿Qué aprendí?
  - e. ¿Qué me gustaría hacer diferente la próxima vez?
  - f. ¿Qué apoyos debo buscar?

g. ¿Qué estrategias puedo aplicar?

h. Frase ancla

7. Documenta la práctica y la entrega al docente para su retroalimentación y registro.

### **Recursos de apoyo**

- Notas adhesivas
- Manual de trabajo
- Colores/plumones

## **Práctica 12: Comunicación asertiva**

### **Duración**

02 horas

### **Procedimiento**

1. Analiza la definición, características y elementos de la comunicación asertiva proporcionados por el/la docente, así como algunas estrategias para la resolución de conflictos.
2. Se integra a un equipo de 5 personas y analiza el caso que el/la docente le proporciona
3. Dramatiza el caso en equipo atendiendo a las características de la comunicación asertiva y las estrategias para resolución de conflictos.
4. Individualmente, realiza el ejercicio 12 del manual donde responde:
  - Después de conocer más sobre la asertividad, ¿qué tan asertivo/a consideras que eres? Utiliza una escala del 1 al 10.
  - a. ¿En qué situación académica consideras que podrías utilizar la comunicación asertiva?
5. Documenta la práctica y la entrega al docente para su retroalimentación y registro.

### **Recursos de apoyo**

- Presentación

## **Práctica 13: Toma de decisiones con pensamiento crítico**

### **Duración**

02 horas

### **Procedimiento**

1. Atiende y responde a las preguntas que formula el/la docente.
2. En pareja, discute durante cinco minutos y, posteriormente, comparte de manera voluntaria sus ideas.
3. Comprende el modelo básico del pensamiento crítico en las decisiones presentado por el/la docente.
4. En equipos de 4 integrantes, discute y analiza un problema asignado por el/la docente.
5. Documenta en el ejercicio 13 del manual las respuestas grupales.
6. En grupo, expone brevemente la decisión y razonamiento.

7. Individualmente, continúa el ejercicio 13 analizando una decisión/situación personal.
8. Documenta la práctica y la entrega al docente para su retroalimentación y registro.

### **Recursos de apoyo**

- Presentación
- Manual de trabajo

## **Práctica 14: Mi trayectoria y plan personal**

### **Duración**

02 horas

### **Procedimiento**

1. Comprende el modelo SMART para la creación de objetivos.
2. Realiza el ejercicio 14 del manual donde plantea objetivos a corto (3 meses), mediano (1 año) y largo plazo (5 años) con base en el modelo SMART.
3. Reflexiona sobre lo que le hace sentir y lo que piensa sobre su proyecto.
4. En parejas, comentan y comparten su proyecto.
5. Documenta la práctica y la entrega al docente para su retroalimentación y registro.

### **Recursos de apoyo**

- Presentación
- Manual de trabajo

## **Práctica 15: Mis siguientes pasos**

### **Duración**

02 horas

### **Procedimiento**

1. Atiende a la información presentada por el/la docente.
2. Comprende los siguientes pasos a dar para su trayectoria académica, por ejemplo:
  - a. Subasta
  - b. Tutorías
  - c. Mapas curriculares de los PE
  - d. Servicio Social Comunitario
  - e. Seguro facultativo
  - f. Orientación Educativa y Psicopedagógica
  - g. Becas
  - h. Encuestas de seguimiento, docente, etc.
3. Realiza el ejercicio 15 del manual donde realiza una ruta crítica de los procesos relevantes para continuar los semestres.
4. Reflexiona sobre su tránsito por el primer semestre universitario.
5. Comparte al grupo, voluntariamente, sus reflexiones.
6. Documenta la práctica y la entrega al docente para su retroalimentación y registro.

### **Recursos de apoyo**

- Presentación
- Manual de trabajo

## **IX. MÉTODO DE TRABAJO**

### **Encuadre**

El primer día de clase cada docente debe establecer la forma de trabajo, criterios de evaluación, calidad de los trabajos académicos, derechos y obligaciones docente-estudiante.

### **Estrategia de enseñanza**

- Estudio de caso
- Método de proyectos
- Aprendizaje basado en problemas
- Aprendizaje basado en casos
- Aprendizaje basado en preguntas
- Técnica expositiva
- Debates
- Discusión guiada
- Instrucción guiada
- Foros

### **Estrategia de aprendizaje**

- Investigación documental
- Investigación empírica
- Exposición de resoluciones de casos prácticos
- Trabajo colaborativo
- Técnica expositiva
- Visitas a campo
- Mapas mentales
- Mapas conceptuales
- Cuadros comparativos
- Infografías

## X. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

### Criterios de acreditación

Para tener derecho a examen ordinario y extraordinario cada estudiante debe cumplir con los porcentajes de asistencia que establece el Estatuto Escolar vigente. La calificación es en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 60.

### Criterios de evaluación

|                      |      |
|----------------------|------|
| – Evaluaciones       | 10%  |
| – Manual de trabajo  | 60%  |
| – Presentación final | 30%  |
| Total                | 100% |

## XI. REFERENCIAS

### Recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

Clear, J. (2018). *Hábitos atómicos: una forma fácil y probada de crear buenos hábitos y romper con los malos*. Avery. [clásica]

Goleman, D. (1995). *Inteligencia emocional*. Bantam Books, Inc. [clásica]

Ramos Ramos, P. (Coord.). (2014). *Gestión del tiempo y planificación de tareas* (2ª ed.). Editorial ICB. <https://libcon.rec.uabc.mx:2321/es/lc/uabc/titulos/105611> [clásica]

Reyes-González, N., Meneses-Báez, A. L., & Díaz-Mujica, A. (2022). Planificación y gestión del tiempo académico de estudiantes universitarios. *Formación Universitaria*, 15(1), 57. <https://link.gale.com/apps/doc/A697692904/IFME?u=anon~ed26b008&sid=bookmark-IFME&xid=0f7dd96e>

Vega-Martínez, A., Reinaldo Martínez-Fernández, J., & Lluís Coiduras-Rodríguez, J. (2023). Patrones de aprendizaje, estrés académico y rendimiento en universitarios de primer curso: un estudio exploratorio. *Educar*, 59(1), 163–178. <https://libcon.rec.uabc.mx:2281/10.5565/rev/educar.1527>

### Recursos de acceso libre o complementarios externos

Brackett, M. (2020). *Permiso para sentir*. Diana.

Brown, P. C., Roediger III, H. L. & McDaniel, M. A. (2018). *Apréndetelo. La ciencia del aprendizaje exitoso*. Paidós. [clásica]

Flavell, J. H. (1979). *Metacognition and cognitive monitoring: A new area of cognitive-developmental inquiry*. *American psychologist*, 34(10), 906-911. [clásica]

- Goleman, d. (2012). *El cerebro y la inteligencia emocional*. Ediciones B. [clásica]
- Osborne, J. y Allchin, D. (2024): Science literacy in the twenty-first century: informed trust and the competent outsider, *International Journal of Science Education*, DOI: 10.1080/09500693.2024.2331980
- Rodríguez, E., Trejo, Y., Hernández, A., Trejo, D. & Alejandro, M. (2024). *Aprender para el bienestar 1. Desarrollo socioemocional* (1ª edición). <https://online.flipbuilder.com/kggv/sfkc/>
- Ruiz Martin, H. (2021). *Aprendiendo a aprender / Learning to Learn*. PRH Grupo Editorial.
- Zimmerman, B. J. (2002). *Becoming a self-regulated learner: An overview. Theory into practice*, 41(2), 64-70 [clásica]

## **XII. PERFIL DOCENTE**

Contar con Licenciatura o Posgrado en Psicología, Ciencias de la Educación o área afín, con conocimientos de las teorías del aprendizaje, desarrollo humano, evaluación del aprendizaje, motivación, gestión del tiempo y estrategias de enseñanza-aprendizaje, con experiencia mínima de un año como docente. Se requiere ser un docente responsable, empático, paciente, entusiasta y humilde, que valore y estimule la creatividad de sus estudiantes.





PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

|                                                       |                                                                                                                                                                |               |                 |                  |
|-------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|-----------------|------------------|
| <b>Unidad académica:</b>                              | Facultad de Ciencias Marinas, Ensenada                                                                                                                         |               |                 |                  |
| <b>Programa educativo:</b>                            | Oceanología<br>Licenciatura en Biotecnología en Acuicultura<br>Licenciatura en Ciencias Ambientales                                                            |               |                 |                  |
| <b>Plan de Estudios:</b>                              |                                                                                                                                                                |               |                 |                  |
| <b>Nombre de la unidad de aprendizaje:</b>            | Botánica Acuática                                                                                                                                              |               |                 |                  |
| <b>Clave:</b>                                         |                                                                                                                                                                |               |                 |                  |
| <b>Distribución horaria:</b>                          | Horas Clase: 02<br>Horas Taller: 01<br>Horas Laboratorio: 02<br>Horas Práctica de Campo: 01<br>Horas Clínicas: 00<br>Horas Extra-clase: 02<br><br>Créditos: 08 |               |                 |                  |
| <b>Características del PUA por programa educativo</b> | <b>Programa educativo</b>                                                                                                                                      | <b>Etapas</b> | <b>Carácter</b> | <b>Requisito</b> |
|                                                       | Oceanología                                                                                                                                                    | Básica        | Obligatorio     | Ninguno          |
|                                                       | Licenciatura en Biotecnología en Acuicultura                                                                                                                   | Básica        | Obligatorio     | Ninguno          |
|                                                       | Licenciatura en Ciencias Ambientales                                                                                                                           | Disciplinaria | Optativo        | Ninguno          |
| <b>Modalidad de impartición:</b>                      | Presencial                                                                                                                                                     |               |                 |                  |
| <b>Equipo de diseño:</b>                              | Jorge Manuel López Calderón<br>José Ernesto Sampedro Avila<br>Bertha García Capitanachi                                                                        |               |                 |                  |
| <b>Subdirección que aprueba el PUA:</b>               | Patricia Alvarado Graef                                                                                                                                        |               |                 |                  |
| <b>Fecha:</b>                                         | 25 de febrero de 2026                                                                                                                                          |               |                 |                  |
| <b>Aprobación y registro:</b>                         |                                                                                                                                                                |               |                 |                  |

## II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Esta unidad de aprendizaje tiene como propósito adquirir herramientas generales, teóricas y prácticas para identificar la taxonomía y morfología de la vegetación marina, los roles ecológicos que juegan estas plantas acuáticas y métodos para su muestreo, preservación y análisis.

## III. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Clasificar los grupos de vegetación acuática, mediante el análisis taxonómico, revisión bibliográfica de las diversas adaptaciones, observación de materiales audiovisuales algunos de ellos en inglés sobre los roles ecosistémicos, con el fin de comprender los usos y aplicaciones para el consumo humano, su importancia ecológica y biológica como un recurso natural renovable, siempre con actitud crítica y responsable, y practicando la disciplina y perseverancia.

## IV. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE

### Portafolio Integrador de Evidencias

- Reportes de laboratorio que cumplan con el formato establecido, usando como base el método científico, redacción clara y precisa del análisis de los resultados obtenidos en cada práctica.
- Herbario digital que muestre la correcta identificación de fotografías de especímenes observados en campo y su localización en el intermareal, así como las características morfológicas y adaptaciones al ecosistema, su clasificación taxonómica y sustentado con bibliografía especializada.

## V. COMPETENCIA PROFESIONAL DEL PERFIL DE EGRESO A LA QUE CONTRIBUYE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

### Oceanología

Generar e integrar información pertinente del medio marino y costero a partir de la aplicación del método científico, técnicas y tecnologías de vanguardia en las áreas de la química, física, biología y geología, para coadyuvar en la exploración de fenómenos naturales e impactos generados por las actividades humanas, con honestidad, ética, pensamiento sistemático y trabajo colaborativo.

### Licenciatura de Biotecnología en Acuicultura

Implementar y adaptar tecnologías de cultivo y manejo acuícola, mediante el análisis técnico de sistemas existentes y la aplicación de soluciones innovadoras acordes a distintas especies y entornos, para mejorar la producción de especies de importancia comercial de forma eficiente y sostenible, respondiendo a las condiciones socioambientales y económicas del país, con ética profesional y responsabilidad.

### Licenciatura en Ciencias Ambientales

Diagnosticar problemáticas socioecosistémicas mediante el análisis multidisciplinario para visibilizar las causas y consecuencias que los originan así como esquematizar estrategias de solución, con un enfoque integral y un firme compromiso social.

## **VI. EJE TRANSVERSAL AL QUE CONTRIBUYE**

Excelencia, Innovación Social, Compromiso con la Responsabilidad Social

## **VII. DESARROLLO POR UNIDADES**

### **Unidad I. Distribución geográfica y roles ecosistémicos básicos**

#### **Competencia**

Identificar los patrones de distribución de los distintos grupos de vegetación acuática y su importancia ecosistémica, mediante el análisis de las características morfológicas y fisiológicas al observar ejemplares herborizados, en soluciones acuosas y en preparaciones para el microscopio, y revisiones bibliográficas, con la finalidad de reconocer el papel que desempeñan estos ejemplares en el ambiente marino con una actitud propositiva, curiosidad científica y compromiso con la conservación de los ecosistemas acuáticos.

#### **Contenido**

- 1.1. Patrones de distribución global
  - 1.1.1. Factores que determinan la distribución de vegetación no vascular y vascular
  - 1.1.2. Vegetación acuática que habita en bentos y plancton
  - 1.1.3. Zonación intermareal y submareal en costas con sustratos rocosos y sustratos blandos
  - 1.1.4. Algas planctónicas de aguas costeras y aguas oceánicas
- 1.2. Servicios ecosistémicos básicos
  - 1.2.1. Relaciones simbióticas con otros organismos
  - 1.2.2. Organismos ingenieros del ecosistema
  - 1.2.3. Estabilización de sedimentos y protección costera
  - 1.2.4. Sumideros de carbono

#### **Duración**

8 horas

### **Unidad II. Taxonomía de organismos fotosintéticos acuáticos**

#### **Competencia**

Clasificar los grupos de vegetación acuática con el uso de claves de identificación taxonómica y aplicaciones móviles, para identificar la diversidad regional de especies con una actitud comprometida, organizada, entusiasta y respeto por la naturaleza.

#### **Contenido**

- 2.1. Fundamentos de botánica marina

- 2.1.1. Diferencias entre microalgas, macroalgas y plantas vasculares marinas
- 2.2. Taxonomía y filogenia de macroalgas y plantas vasculares marinas
  - 2.2.1. Cyanobacteria
  - 2.2.2. Dinoflagellata
  - 2.2.3. Haptophyta
  - 2.2.4. Heterokontophyta
  - 2.2.5. Chlorophyta
  - 2.2.6. Rhodophyta
  - 2.2.7. Tracheophyta
- 2.3. Técnicas de identificación taxonómica
  - 2.3.1. Uso de claves dicotómicas
  - 2.3.2. Uso de claves fotográficas
  - 2.3.3. Uso de claves digitales
  - 2.3.4. Fundamentos de identificación molecular

### ***Duración***

8 horas

## **Unidad III. Reproducción y bases sobre ecofisiología de la vegetación acuática**

### ***Competencia***

Distinguir las estrategias reproductivas y los principales mecanismos de respuesta de la vegetación marina ante cambios ambientales, mediante el análisis de su morfología y su fisiología básica, para disponer de herramientas esenciales para el cultivo y repoblación de este recurso marino, con una actitud crítica, rigor científico, responsabilidad y respeto al ambiente.

### ***Contenido***

- 3.1. Ciclos de vida y reproducción
  - 3.1.1. Microalgas
  - 3.1.2. Macroalgas
  - 3.1.3. Angiospermas
- 3.2. Adaptaciones al ambiente acuático
  - 3.2.1. Mecanismos de tolerancia al estrés salino, luminosidad y oleaje
  - 3.2.2. Estructuras especializadas
- 3.3. Fotosíntesis en ambientes acuáticos
  - 3.3.1. Relación luz-fotosíntesis (fotosíntesis vs irradiancia)
  - 3.3.2. Macronutrientes, metales traza y vitaminas
  - 3.3.3. Mixotrofia como alternativa a la fotosíntesis

### ***Duración***

8 horas

## Unidad IV. Aplicaciones generales en Oceanología y Acuicultura

### Competencia

Analizar las diferentes aplicaciones que tiene la vegetación acuática, en especial las micro y macroalgas en la oceanografía y la acuicultura, mediante la comparación de los usos que tiene este recurso acuático a nivel nacional e internacional, para concientizar sobre la importancia de difundir y promover su utilización en nuestro país, con ética profesional, compromiso con el desarrollo sostenible de las comunidades y respeto al ambiente.

### Contenido

- 4.1. Usos tradicionales e industriales
  - 4.1.1. Algas y plantas acuáticas en alimentación humana y producción de suplementos
  - 4.1.2. Aplicaciones como fertilizantes y cosméticos
- 4.2. Bioindicadores de la calidad del agua
  - 4.2.1. Especies sensibles a disturbios ambientales
  - 4.2.2. Protocolos básicos de monitoreo para calidad del hábitat
- 4.3. Monocultivo de plantas vasculares y no vasculares
  - 4.3.1. Cultivos en condiciones controladas de laboratorio
  - 4.3.2. Cultivo de plantas halófitas y macroalgas en el medio natural
- 4.4. Acuicultura multitrófica
  - 4.4.1. Principios de integración de macroalgas en sistemas acuícolas
  - 4.4.2. Casos de estudio: cultivos de macroalgas para biorremediación

### Duración

8 horas

## VIII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER

### Unidad I. Distribución geográfica y roles ecosistémicos básicos

#### Práctica 1: Distribución de la vegetación acuática

### Duración

2 horas

### Procedimiento

1. Atiende instrucciones del personal docente para el desarrollo de la práctica.
2. Integra equipos de trabajo.
3. Recibe una ficha técnica que incluye nomenclatura en español e inglés para la morfología de la vegetación acuática así como sus nombres comunes. Además, una lista bilingüe sobre variables ambientales limitantes para la vegetación acuática y la nomenclatura de los componentes de la zona litoral.
4. Elige las dos variables más importantes de la lista para determinar la distribución de cada especie.

5. Recibe un mapa digital (aplicación Mentimeter).
6. Localiza en un mapa la distribución de sus grupos asignados
7. Compara de manera grupal las distribuciones en el mapa.
8. Explica en equipo su mapa y las conclusiones a las que llegaron en clase
9. Recibe retroalimentación docente sobre las conclusiones vertidas en grupo.

### ***Recursos de apoyo***

- Fichas técnicas de la vegetación acuática
- Aplicación interactiva en línea
- Proyector y computadora

## **Práctica 2: Servicios de la vegetación acuática**

### ***Duración***

2 horas

### ***Procedimiento***

1. Atiende instrucciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Integra equipos de trabajo.
3. Analizar un estudio de caso sobre ecosistemas costeros para conocer los beneficios que brinda la vegetación acuática.
4. Realiza una lluvia de ideas en equipo sobre los servicios ecosistémicos que genera cada ecosistema.
5. Prepara en equipo una presentación corta (máximo 5 minutos) donde explica: principal servicio ecosistémico, su importancia, una amenaza real y una consecuencia de su pérdida.
6. Presenta su exposición grupal y recibe de su docente retroalimentación.

### ***Recursos de apoyo***

- Estudio de caso sobre la vegetación acuática
- Rúbrica para evaluar la capacidad de análisis y exposición de ideas.
- Proyector y computadora

## **Unidad II. Taxonomía de organismos fotosintéticos acuáticos**

### **Práctica 3: Vida fotosintética acuática**

### ***Duración***

4 horas

### **Procedimiento**

1. Atiende instrucciones para el desarrollo de la práctica.
2. Integra equipos de trabajo.
3. Clasifica imágenes de vegetación acuática de acuerdo con todas las características morfológicas y taxonómicas revisadas en la clase.
4. Elabora una tabla comparativa donde enlista todas estas características descriptivas.
5. Construye un árbol filogenético simplificado de la vegetación acuática usando como referencia su tabla comparativa.
6. Expone en equipo ante sus compañeros los criterios utilizados para clasificar sus imágenes y el árbol filogenético construido
7. Recibe retroalimentación docente.

### **Recursos de apoyo**

- Tarjetas con imágenes de los siete grupos taxonómicos de vegetación acuática.
- Claves de identificación fotográfica y en línea (Druehl y Clarkston 2016, [algaebase.org](http://algaebase.org), [mexico.inaturalist.org](http://mexico.inaturalist.org)).
- Proyector y computadora

## **Unidad III. Reproducción y bases sobre ecofisiología de la vegetación acuática**

### **Práctica 4: Reproducción en el mundo acuático**

#### **Duración**

2 horas

#### **Procedimiento**

1. Atiende instrucciones para el desarrollo de la práctica.
2. Integra equipos de trabajo.
3. Recibe una ficha técnica con ejemplos de los tipos de reproducción de los distintos grupos de vegetación acuática.
4. Elige dos grupos de vegetación acuática
5. Preparar una presentación corta que incluya un análisis de la reproducción sexual, asexual o vegetativa de los grupos elegidos.
6. Compara de manera grupal los distintos tipos de estrategias reproductivas.
7. Recibe retroalimentación docente sobre las conclusiones vertidas en grupo.

#### **Recursos de apoyo**

- Fichas técnicas con información de ciclos reproductivos de la vegetación acuática (microalgas, macroalgas, angiospermas)
- Proyector y computadora

## Práctica 5: Supervivientes del medio acuático

### **Duración**

2 horas

### **Procedimiento**

1. Atiende instrucciones para el desarrollo de la práctica.
2. Responde el formulario sobre los principales factores de estrés en ambientes acuáticos.
3. Identifica adaptaciones al estrés mecánico.
4. Elige en equipo especies que se pueden desarrollar en zonas expuestas y protegidas y justifica su elección.
5. Construye y analiza curvas de luz-fotosíntesis (puntos de saturación y compensación)
6. Prepara una presentación corta (5 min máximo) donde explique la importancia del conocimiento fisiológico para entender la distribución de especies.
7. Recibe retroalimentación docente sobre las conclusiones vertidas en grupo.

### **Recursos de apoyo**

- Aplicación interactiva en línea
- Proyector y computadora

## Unidad IV. Aplicaciones generales en Oceanología y Acuicultura

## Práctica 6: Análisis de un artículo de divulgación

### **Duración**

02 horas

### **Procedimiento**

1. Atiende instrucciones para el desarrollo de la práctica.
2. Lee y discute en equipo, un artículo de divulgación científica sobre aplicaciones de la botánica acuática.
3. Responde un formulario en línea respecto al artículo
4. Socializa con el grupo la información recabada.
5. Agrega el resultado al portafolio de evidencias del taller.
6. Recibe retroalimentación docente.

### **Recursos de apoyo**

- Artículos de divulgación científica sobre aplicaciones de la botánica acuática
- Aplicación interactiva en línea
- Proyector y computadora



## **Práctica 7: Video corto en inglés sobre aplicaciones de la botánica acuática**

### ***Duración***

02 horas

### ***Procedimiento***

1. Atiende instrucciones para el desarrollo de la práctica.
2. Extrae datos puntuales de un video corto en idioma inglés con subtítulos en inglés para responder un cuestionario en español sobre aplicaciones de la botánica acuática reproducido por el docente.
3. Integra equipos de trabajo.
4. Elige un tema sobre aplicaciones de la vegetación acuática (alimentación y suplementos, cosmética natural, biofertilizantes, materiales biodegradables, cultivos multitróficos, biorremediación)
5. Preparar una presentación corta que incluya: la forma en la que se utiliza este recurso natural renovable, ejemplos de su uso a nivel internacional, su potencial uso a nivel nacional y ¿cómo difundir este tipo de productos en el país?
6. Presenta su exposición grupal y recibe de su docente retroalimentación.

### ***Recursos de apoyo***

- Video corto en inglés
- Cuestionario en línea en español (Mentimeter)
- Fichas técnicas de especies con aplicaciones industriales, con elementos clave en español e inglés.
- Proyector y computadora

## **IX. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO**

### **Unidad I. Distribución geográfica y roles ecosistémicos básicos**

#### **Práctica 1: Comunicación escrita de la ciencia**

### ***Duración***

2 horas

### ***Procedimiento***

1. Atiende instrucciones para el desarrollo de la práctica.
2. Analiza información científica como tesis, artículos de divulgación y artículos científicos
3. Crea una tabla comparativa de los diferentes tipos de literatura científica.
4. Ubica el formato del reporte de laboratorio dentro del espectro de la comunicación científica escrita.
5. Redacta de manera clara y precisa el análisis de los resultados obtenidos.
6. Entrega y recibe retroalimentación docente.

### **Recursos de apoyo**

- Tesis, artículos de divulgación y artículos científicos en impreso o en digital
- Pintarrón y plumones
- Proyector y computadora

## **Práctica 2: Morfología y función de la vegetación acuática**

### **Duración**

4 horas

### **Procedimiento**

1. Atiende instrucciones para el desarrollo de la práctica
2. Atiende explicaciones con diapositivas sobre la morfología y funciones generales de la vegetación acuática.
3. Observa ejemplares herborizados y muestras fijas de vegetación acuática preparadas para microscopio.
4. Realiza un cuadro comparativo que incluye la descripción y estructuras de los ejemplares analizados.
5. Entrega y recibe retroalimentación docente
6. Observa un video documental sobre la importancia de la vegetación en ecosistemas marinos y costeros.
7. Responde preguntas por escrito con la información obtenida a través del video.
8. Entrega y recibe retroalimentación docente

### **Recursos de apoyo**

- Proyector y computadora.
- Presentación con diapositivas.
- Ejemplares herborizados de vegetación acuática.
- Muestras fijas de vegetación acuática preparadas para microscopio.
- Video documental sobre la importancia de la vegetación acuática.
- Microscopio compuesto.

## **Unidad II. Taxonomía de organismos fotosintéticos acuáticos**

## **Práctica 3: Identificación de los principales grupos de vegetación acuática**

### **Duración**

6 horas

### **Procedimiento**

1. Atiende instrucciones para el desarrollo de la práctica.
2. Recibe guías dicotómicas, fotográficas y digitales sobre vegetación acuática.
3. Observa ejemplares herborizados, ejemplares en soluciones acuosas y muestras fijas de vegetación acuática preparadas para microscopio.
4. Usa guías dicotómicas, fotográficas y digitales para identificar los siete principales grupos de vegetación acuática.
5. Redacta un reporte científico sobre las prácticas 2 y 3, después de haber finalizado esta sesión.
6. Entrega y recibe retroalimentación docente.

### **Recursos de apoyo**

- Ejemplares herborizados de vegetación acuática.
- Ejemplares preservados en soluciones acuosas
- Muestras de vegetación acuática preparadas para microscopio.
- Proyector y computadora
- Microscopio compuesto.
- Guías dicotómicas, fotográficas y digitales.
- Microscopio estereoscópico.
- Computadora.

### **Práctica 4: Técnicas de preservación de vegetación acuática**

#### **Duración**

4 horas

#### **Procedimiento**

Atiende instrucciones para el desarrollo de la práctica.

Recibe una explicación con diapositivas sobre diferentes técnicas para preservar macroalgas y plantas vasculares (herborización, preservación en soluciones acuosas y preparación de muestras fijas para microscopio).

Recibe una explicación con diapositivas sobre la importancia ecológica de las microalgas, sobre su colecta en campo y sobre su cultivo en laboratorio.

Colectas ejemplares del intermareal (si las condiciones de bajamar lo permiten), los prepara y los identifica.

Recibe ejemplares secos (si las condiciones de bajamar no permiten la colecta), los prepara y los identifica.

Sigue los pasos para preservar los ejemplares al herborizarlos utilizando una prensa de madera y material absorbente (periódico y paños de tela).

Elabora herborizaciones con propósitos estéticos y ficológicos.

Etiqueta las herborizaciones ficológicas usando la plantilla proporcionada por el docente.  
Compara las distintas formas de preservar organismos vegetales.  
Redacta un reporte científico sobre esta práctica después de haberla finalizado.  
Entrega y recibe retroalimentación docente.

### ***Recursos de apoyo***

- Prensa de madera para herborizar
- Periódico y paños de tela
- Muestras de macroalgas frescas o secas
- Proyector y computadora

## **Unidad III. Bases sobre eco fisiología de vegetación acuática**

### **Práctica 5: Estrategias reproductivas de la vegetación acuática: microalgas y macroalgas verdes**

#### ***Duración***

2 horas

#### ***Procedimiento***

1. Atiende instrucciones para el desarrollo de la práctica.
2. Recibe explicación con diapositivas sobre la diversidad de estrategias reproductivas que poseen las microalgas y macroalgas verdes, y sus aplicaciones para el cultivo.
3. Observa videos sobre ciclos reproductivos de microalgas.
4. Observa muestras preparadas para microscopio de estructuras reproductivas de macroalgas verdes.
5. Responde preguntas por escrito con la información obtenida a través del video.
6. Entrega y recibe retroalimentación docente.

### ***Recursos de apoyo***

- Presentación con diapositivas
- Ejemplares herborizados de vegetación acuática
- Muestras de vegetación acuática preparadas para microscopio
- Videos sobre estrategias reproductivas de microalgas
- Proyector y computadora
- Diagramas digitales sobre los ciclos reproductivos
- Cuestionario para responder con el video

## **Práctica 6: Estrategias reproductivas de la vegetación acuática: macroalgas rojas y pardas**

### ***Duración***

4 horas

### ***Procedimiento***

1. Atiende instrucciones para el desarrollo de la práctica.
2. Recibe explicación con diapositivas sobre la diversidad de estrategias reproductivas que poseen las macroalgas rojas y pardas, y sus aplicaciones para el cultivo y repoblación.
3. Observa muestras preparadas para microscopio de estructuras reproductivas de macroalgas rojas y pardas.
4. Responde preguntas por escrito con la información obtenida a través del video.
5. Entrega y recibe retroalimentación docente.

### ***Recursos de apoyo***

- Presentación con diapositivas
- Ejemplares herborizados de vegetación acuática
- Muestras de vegetación acuática preparadas para microscopio
- Proyector y computadora
- Microscopio compuesto
- Diagramas digitales sobre los ciclos reproductivos
- Cuestionario para responder con el video

## **Práctica 7: Estrategias reproductivas de la vegetación acuática: angiospermas**

### ***Duración***

2 horas

### ***Procedimiento***

1. Atiende instrucciones para el desarrollo de la práctica.
2. Recibe explicación con diapositivas sobre las estrategias reproductivas que poseen las angiospermas, y sus aplicaciones para el cultivo y repoblación.
3. Observa videos sobre ciclos reproductivos de angiospermas.
4. Redacta un reporte científico sobre las prácticas 5, 6 y 7, después de haber finalizado esta sesión.
5. Entrega y recibe retroalimentación docente.

### ***Recursos de apoyo***

- Presentación con diapositivas

- Material seco de angiospermas
- Videos sobre estrategias reproductivas de angiospermas
- Proyector y computadora

## **Unidad IV. Aplicaciones generales en Oceanología y Acuicultura**

### **Práctica 8: Vegetación acuática como indicadores de calidad del agua**

#### ***Duración***

4 horas

#### ***Procedimiento***

1. Atiende instrucciones para el desarrollo de la práctica.
2. Recibe explicación con diapositivas sobre especies bio-indicadoras (especies sensibles vs especies tolerantes) y su importancia.
3. Integra equipos de trabajo.
4. Utiliza la aplicación Google Earth para elegir una zona de México y elaborar un protocolo básico de monitoreo de calidad del agua, define cinco puntos de muestreo, frecuencia de monitoreo, especies vegetales bio-indicadoras a registrar y los parámetros a evaluar (cobertura, diversidad, presencia/ausencia).
5. Crea una ficha de campo para el registro de datos.
6. Presenta de manera breve su protocolo de monitoreo ante los demás equipos.
7. Discute de manera grupal sobre ventajas y limitaciones de cada propuesta.
8. Reflexiona sobre la aplicabilidad de estos métodos en el contexto nacional y recibe retroalimentación del docente.

#### ***Recursos de apoyo***

- Presentación con diapositivas
- Internet
- Proyector y computadora

### **Práctica 9: Papel de la vegetación acuática en la acuicultura multitrófica integrada**

#### ***Duración***

04 horas

#### ***Procedimiento***

1. Atiende instrucciones para el desarrollo de la práctica.
2. Recibe explicación con diapositivas sobre características básicas de la acuicultura tradicional, acuicultura multitrófica integrada y principios de biorremediación con microalgas y macroalgas.
3. Integra equipos de trabajo.

4. Recibe fichas técnicas sobre especies animales y vegetales para realizar combinaciones sinérgicas basadas en compatibilidad de condiciones ambientales, capacidad de biorremediación de las especies vegetales, potencial comercial de los productos y elabora una propuesta de cultivo multitrófico integrado.
5. Presenta su diseño ante los demás equipos.
6. Discute de manera grupal sobre mejoras para cada uno de los diseños presentados.
7. Reflexiona sobre la aplicabilidad de estos cultivos en el contexto nacional y recibe retroalimentación del docente.

### ***Recursos de apoyo***

- Presentación con diapositivas
- Fichas técnicas de especies (peces, moluscos, crustáceos, microalgas, macroalgas, angiospermas)
- Internet
- Proyector y computadora

## **X. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE CAMPO**

### **Unidad II. Taxonomía de organismos fotosintéticos acuáticos**

#### **Práctica 1: Monitoreo de la vegetación marina en el intermareal de Punta Morro**

##### ***Duración***

8 horas

##### ***Procedimiento***

1. Atiende instrucciones para el desarrollo de la práctica.
2. Recibe explicación con diapositivas sobre la dinámica de trabajo en el intermareal.
3. Revisa el calendario de mareas para determinar el tiempo idóneo para realizar la práctica de campo.
4. Integra 5 equipos de trabajo.
5. Define un transecto perpendicular a la costa en la zona intermareal expuesta durante la bajamar.
6. Define cuatro cuadrantes a lo largo del transecto, determina riqueza y abundancia de vegetación acuática en cada uno y registra fotografías para identificar cada especie.
7. Conserva el transecto, cuadrante, hoja plastificada y paño para utilizarlos en la siguiente práctica de campo.
8. Recibe retroalimentación docente.

### ***Recursos de apoyo***

- Calendario de mareas

- Transecto, cuadrante, hoja plastificada con escala para las fotografías y paño para secar las manos.
- Cámara fotográfica
- Guías de identificación
- Calzado antiderrapante
- Proyector y computadora

## **Práctica 2: Monitoreo de la vegetación marina en el intermareal de Raul's**

### ***Duración***

8 horas

### ***Procedimiento***

1. Atiende instrucciones para el desarrollo de la práctica.
2. Recibe explicación con diapositivas sobre la dinámica de trabajo en el intermareal.
3. Revisa el calendario de mareas para determinar el tiempo idóneo para realizar la práctica de campo.
4. Trabaja en equipos.
5. Define un transecto perpendicular a la costa en la zona intermareal expuesta durante la bajamar.
6. Define cuatro cuadrantes a lo largo del transecto, determina riqueza y abundancia de vegetación acuática en cada uno y registra fotografías para identificar cada especie.
7. Enjuaga con agua dulce y seca tanto el transecto como el cuadrante para devolverlos al docente, junto con el paño y la hoja plastificada.
8. Elabora una guía de identificación de la vegetación de ambas zonas de estudio sustentada con bibliografía especializada y que incluya: características morfológicas, adaptaciones al ecosistema, clasificación taxonómica y ubicación de la vegetación acuática en el intermareal.
9. Entrega y recibe retroalimentación docente.

### ***Recursos de apoyo***

- Calendario de mareas
- Transecto, cuadrante, hoja plastificada con escala para las fotografías y paño para secar las manos.
- Cámara fotográfica
- Guías de identificación
- Calzado antiderrapante
- Proyector y computadora



## **XI. MÉTODO DE TRABAJO**

### **Encuadre**

El primer día de clase, cada docente debe establecer de forma clara y formal:

- La metodología de trabajo.
- Criterios de evaluación y rúbricas.
- Reglas sobre la calidad y entrega de trabajos académicos.
- Derechos y obligaciones del o la docente y del estudiantado

Esto debe quedar registrado y comunicado por medios institucionales (como Blackboard o correo institucional).

### **Estrategia de enseñanza**

- Estudio de caso
- Aprendizaje basado en preguntas
- Aprendizaje colaborativo
- Discusión guiada
- Instrucción directa o guiada
- Trabajo de campo guiado
- Tutoría entre pares

### **Estrategia de aprendizaje**

- Aprendizaje autorregulado
- Elaboración de organizadores gráficos (infografías, mapas mentales, mapas conceptuales)
- Investigación documental
- Investigación empírica
- Práctica reflexiva / Práctica reflexiva en campo
- Toma de apuntes estratégicos
- Trabajo colaborativo
- Trabajo de campo autónomo o investigativo

## XII. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

### Criterios de acreditación

Para tener derecho a examen ordinario y extraordinario cada estudiante debe cumplir con los porcentajes de asistencia que establece el Estatuto Escolar vigente. La calificación es en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 60.

### Criterios de evaluación

|                               |      |
|-------------------------------|------|
| - Evaluaciones parciales      | 15%  |
| - Portafolio integrador       | 20%  |
| - Tareas (mapas mentales)     | 5%   |
| - Prácticas laboratorio/campo | 60%  |
| Total                         | 100% |

## XIII. REFERENCIAS

### Recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

- Abbott, I. A., & Hollenberg, G. J. (1976). *Marine algae of California* (3rd ed.). Stanford University Press.
- Doumeizel, V. (2023). *La revolución de las algas: Los beneficios del mayor recurso natural del planeta*. Urano.
- Druehl, L. D., & Clarkston, B. E. (2016). *Pacific seaweeds: A guide to common seaweeds of the west coast* (2nd ed.). Harbour Publishing.
- Gualtieri, P., & Barsanti, L. (2023). *Algae: Anatomy, biochemistry, and biotechnology*. CRC Press.
- Hahn, J. (2025). *Pacific harvest: A northwest coast foraging guide*. Mountaineers Books.
- Hurd, C. L., Harrison, P. J., Bischof, K., & Lobban, C. S. (2014). *Seaweed ecology and physiology* (2nd ed.). Cambridge University Press.
- Mishra, A. K., & Tiwari, A. N. (Eds.). (2019). *Cyanobacteria: From basic science to applications* (1st ed.). Academic Press.
- Mondragon, J., & Mondragon, J. (2010). *Seaweeds of the Pacific coast: Common marine algae from Alaska to Baja California*. Shoreline Press.
- Readdie, M. D., Ranelletti, M., & McCourt, M. (2005). *Common seaweeds of the Gulf of California*. Sea Challengers.
- Shauna, M. (2023). *Marine toxins from harmful algae and seafood safety* (1st ed.). MDPI.

## Recursos de acceso libre o complementarios externos

- Algalab. (2025). *Laboratorio de Estudios Algales*. Universidad de Concepción. Recuperado el 14 de octubre de 2025, de <https://www.algalab.com/index2.html>
- Botanica Marina. (2025). De Gruyter Brill. Recuperado el 14 de octubre de 2025, de <https://www.degruyterbrill.com/journal/key/botm/68/4/html>
- Guiry, M. D., & Guiry, G. M. (2025). *AlgaeBase*. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. Recuperado el 14 de octubre de 2025, de <https://www.algaebase.org>
- Hidrobiológica. (2025). Universidad Autónoma Metropolitana. Recuperado el 14 de octubre de 2025, de <https://hidrobiologica.izt.uam.mx/index.php/revHidro>
- iNaturalistMx. (2025). *iNaturalist México*. Recuperado el 14 de octubre de 2025, de <https://mexico.inaturalist.org/>
- Marine Biology. (2025). Springer Nature. Recuperado el 14 de octubre de 2025, de <https://link.springer.com/journal/227>
- Park, B. S., & Li, Z. (2022). Taxonomy and ecology of marine algae. En *Journal of Marine Science and Engineering* (número especial). MDPI. Recuperado de [https://mdpi-res.com/bookfiles/book/5028/Taxonomy\\_and\\_Ecology\\_of\\_Marine\\_Algae.pdf](https://mdpi-res.com/bookfiles/book/5028/Taxonomy_and_Ecology_of_Marine_Algae.pdf)
- Polibotánica. (2025). Instituto Politécnico Nacional. Recuperado el 14 de octubre de 2025, de <https://polibotanica.mx/index.php/polibotanica>
- Predmar. (2025). *Calendarios de predicción de marea*. Centro de Investigación Científica y Educación Superior de Ensenada. Recuperado el 14 de octubre de 2025, de <https://predmar.cicese.mx/calendarios/>

## XIV. PERFIL DOCENTE

Licenciatura en Biología, Oceanología, Biotecnología en Acuicultura o área afín. Experiencia docente mínima de 2 años en asignaturas como botánica, ficología, fisiología vegetal. Es deseable que cuente con estudios de posgrado y que tenga experiencia comprobable en investigación. Debe contar con actitud y capacidad para fomentar en el aula y en el laboratorio: empatía, paciencia, tolerancia, el pensamiento crítico, la participación de los estudiantes y el trabajo colaborativo. Recomendable contar con certificación del idioma inglés B1 o equivalente.



PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

|                                                       |                                                                                                                                                               |               |                 |                  |
|-------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|-----------------|------------------|
| <b>Unidad académica:</b>                              | Facultad de Ciencias Marinas, Ensenada                                                                                                                        |               |                 |                  |
| <b>Programa educativo:</b>                            | Oceanología<br>Licenciatura en Biotecnología en Acuicultura                                                                                                   |               |                 |                  |
| <b>Plan de Estudios:</b>                              | 2026-2                                                                                                                                                        |               |                 |                  |
| <b>Nombre de la unidad de aprendizaje:</b>            | Cálculo                                                                                                                                                       |               |                 |                  |
| <b>Clave:</b>                                         |                                                                                                                                                               |               |                 |                  |
| <b>Distribución horaria:</b>                          | Horas Clase: 02<br>Horas Taller: 04<br>Horas Laboratorio: 00<br>Horas Práctica de Campo: 00<br>Horas Clínicas: 00<br>Horas Extra-clase: 02<br><br>Créditos:08 |               |                 |                  |
| <b>Características del PUA por programa educativo</b> | <b>Programa educativo</b>                                                                                                                                     | <b>Etapas</b> | <b>Carácter</b> | <b>Requisito</b> |
|                                                       | Oceanología                                                                                                                                                   | Básica        | Obligatorio     | Ninguno          |
|                                                       | Licenciatura en Biotecnología en Acuicultura                                                                                                                  | Básica        | Obligatorio     |                  |
| <b>Modalidad de impartición:</b>                      | Presencial                                                                                                                                                    |               |                 |                  |
| <b>Equipo de diseño:</b>                              | Juan Guillermo Vaca Rodríguez<br>Patricia Alvarado Graef<br>Julio López Castillejos                                                                           |               |                 |                  |
| <b>Subdirección que aprueba el PUA:</b>               | Patricia Alvarado Graef                                                                                                                                       |               |                 |                  |
| <b>Fecha:</b>                                         | 21 de mayo de 2026                                                                                                                                            |               |                 |                  |
| <b>Aprobación y registro:</b>                         |                                                                                                                                                               |               |                 |                  |

## **II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE**

Su objetivo es brindar a las y los estudiantes de las herramientas fundamentales y prácticas del álgebra matricial, las derivadas y las integrales, para que puedan desarrollar el análisis más profundo de las funciones y manejo de datos en las ciencias del mar.

## **III. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE**

Aplicar el álgebra matricial y el cálculo en el área de ciencias del mar a través de la solución de problemas con datos reales que sean representados por matrices o funciones para coadyuvar en la explicación y predicción del comportamiento de fenómenos naturales e impactos generados por las actividades humanas, con responsabilidad, pensamiento sistemático y dinámico, y a través del trabajo colaborativo.

## **IV. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE**

Portafolio de ejercicios resueltos de cada unidad.

Elaboración, entrega escrita y presentación oral de un proyecto final que aborde la explicación de un fenómeno, proceso natural e impactos generados por las actividades humanas, mediante la aplicación del álgebra matricial o el cálculo.

## **V. COMPETENCIA PROFESIONAL DEL PERFIL DE EGRESO A LA QUE CONTRIBUYE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE**

### **Oceanología**

Generar e integrar información pertinente del medio marino y costero a partir de la aplicación del método científico, técnicas y tecnologías de vanguardia en las áreas de la química, física, matemáticas, biología y geología, para coadyuvar en la explicación de fenómenos naturales e impactos generados por las actividades humanas, con honestidad, ética, pensamiento sistemático y trabajo colaborativo.

### **Licenciatura en Biotecnología en Acuicultura**

Implementar y adaptar tecnologías de cultivo y manejo acuícola, mediante el análisis técnico de sistemas existentes y la aplicación de soluciones innovadoras acordes a distintas especies y entornos, para mejorar la producción de especies de importancia comercial de forma eficiente y sostenible, respondiendo a las condiciones socioambientales y económicas del país, con ética profesional y responsabilidad.

## **VI. EJE TRANSVERSAL AL QUE CONTRIBUYE**

Excelencia y Vanguardia.

## VII. DESARROLLO POR UNIDADES

### Unidad I. Álgebra matricial.

#### **Competencia**

Resolver problemas del área de ciencias del mar mediante el uso de álgebra matricial, software matemático y datos reales para representar fenómenos naturales o impactos humanos, con responsabilidad, trabajo colaborativo, pensamiento sistemático y dinámico.

#### **Contenido**

- 1.1. Matrices y determinantes.
  - 1.1.1. Introducción a las matrices.
    - 1.1.1.1 Suma, resta y multiplicación de matrices.
    - 1.1.1.2 Inversa de una matriz.
  - 1.1.2. Introducción a los determinantes.
    - 1.1.2.1. Propiedades de los determinantes.
    - 1.1.2.2. Operaciones con determinantes.
- 1.2. Sistemas de ecuaciones lineales (3X3 y superiores).
  - 1.2.1. Sistemas de ecuaciones lineales.
  - 1.2.2. Geometría de los sistemas de ecuaciones lineales.
  - 1.2.3. Método de Gauss.
  - 1.2.4. Método de Gauss-Jordan.
  - 1.2.5. Consistencia y homogeneidad.
- 1.3. Aplicaciones

#### **Duración**

6 horas

### Unidad II. Derivadas.

#### **Competencia**

Calcular derivadas de funciones algebraicas y trascendentales mediante técnicas analíticas y herramientas tecnológicas, para modelar y analizar el comportamiento de variables en fenómenos marinos, con pensamiento crítico, ética y disposición al aprendizaje continuo.

#### **Contenido**

- 2.1. Conceptos: límite, continuidad y derivada.
- 2.2. Reglas de derivación.
  - 2.2.1 Algebraicas.
  - 2.2.2. Trascendentales.
- 2.3. Regla de la cadena y derivación implícita.
- 2.4. Derivadas de orden superior.

#### **Duración**

9 horas

### **Unidad III. Análisis de funciones utilizando la derivada y aplicaciones.**

#### **Competencia**

Interpretar el comportamiento de funciones a través del análisis de la derivada, métodos gráficos, analíticos y tecnológicos para describir, explicar o analizar procesos del entorno marino, con una actitud proactiva buscando la adaptabilidad en la resolución de problemas.

#### **Contenido**

- 3.1. Puntos críticos y su clasificación.
  - 3.1.1. Criterios de la primera y segunda derivada.
- 3.2. Concavidad.
- 3.3. Construcción de gráficas de funciones.
- 3.4. Problemas de optimización.
- 3.5. Otras aplicaciones
  - 3.5.1. Cálculo de una tasa de crecimiento a partir de un modelo logístico
  - 3.5.2. Determinar el aumento o disminución de poblaciones respecto al tiempo
  - 3.5.3 Determinar el aumento o disminución de concentraciones respecto al tiempo

#### **Duración**

9 horas

### **Unidad IV. La integral.**

#### **Competencia**

Aplicar el concepto de integral definida e indefinida para resolver problemas del medio marino relacionados con áreas, volúmenes, mediante el uso de herramientas digitales y analíticas, con responsabilidad, actitud reflexiva y cuidadosa ante el impacto de las actividades humanas.

#### **Contenido**

- 4.1. Definiciones y significado.
- 4.2. La integral como antiderivada.
  - 4.2.1. Teorema Fundamental del Cálculo.
- 4.3. Cálculo de integrales.
  - 4.3.1. Integrales simples.
  - 4.3.2. Integrales por sustitución.

#### **Duración**

8 horas

## VIII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER

### Unidad I. Álgebra matricial.

#### Práctica 1: Matrices y determinantes.

##### **Duración**

4 horas

##### **Procedimiento**

1. Atiende las indicaciones de su docente para el desarrollo del taller.
2. Elabora en equipo y utilizando aprendizaje colaborativo formularios, guías o infografías que resumen el procedimiento de las operaciones a trabajar: suma, resta y multiplicación de matrices, inversa de una matriz, propiedades de los determinantes y operaciones con determinantes.
3. Resuelve los ejercicios proporcionados por el docente utilizando el material elaborado.
4. Corrige el material elaborado con lo aprendido al resolver los ejercicios.
5. Utiliza lo aprendido y practicado para, con apoyo de su docente, buscar un ejemplo de aplicación al área de interés.
6. Incorpora los formularios, guías o infografías y los ejercicios resueltos en la carpeta de evidencias.

##### **Recursos de apoyo**

- Hoja de ejercicios.
- Plumones.
- Ejemplos de aplicaciones a las áreas de interés de los estudiantes.

#### Práctica 2: Sistemas de ecuaciones lineales

##### **Duración**

4 horas

##### **Procedimiento**

1. Atiende las indicaciones de su docente para el desarrollo del taller.
2. Elabora en equipo y utilizando aprendizaje colaborativo formularios, guías o infografías que resumen los procedimientos de solución de sistemas de ecuaciones lineales.
3. Resuelve los ejercicios proporcionados por el docente utilizando el material elaborado.
4. Corrige el material elaborado con lo aprendido al resolver los ejercicios.
5. Utiliza lo aprendido y practicado para, con apoyo de su docente, buscar un ejemplo de aplicación al área de interés.
6. Incorpora los ejercicios resueltos en la carpeta de evidencias.

##### **Recursos de apoyo**

- Hoja de ejercicios.



- Plumones.
- Ejemplos de aplicaciones a las áreas de interés de los estudiantes.

### Práctica 3: Aplicaciones

#### **Duración**

4 horas

#### **Procedimiento**

1. Atiende las indicaciones de su docente para el desarrollo del taller.
2. Resuelve un problema de aplicación en equipo utilizando las herramientas trabajadas durante la unidad.
3. Presenta en equipo el resultado del ejercicio de aplicación en una presentación oral de máximo 10 minutos sin considerar preguntas.
4. Recibe la retroalimentación de su docente.
5. Incorpora los ejercicios resueltos en la carpeta de evidencias.

#### **Recursos de apoyo**

- Hoja de ejercicios.
- Plumones.
- Ejemplos de aplicaciones a las áreas de interés de los estudiantes.

## Unidad II. Derivadas

### Práctica 5: Límites y continuidad

#### **Duración**

2 horas

#### **Procedimiento**

1. Atiende las indicaciones de su docente para el desarrollo del taller.
2. Utiliza el pensamiento crítico para generar formularios, infografías o guías para la solución de límites.
3. Resuelve los ejercicios proporcionados por el docente con apoyo de hojas de cálculo y/o aplicaciones gratuitas para el graficado.
4. Utiliza las gráficas generadas para discutir el concepto continuidad con el grupo.
5. Revisa y corrige los formularios, infografías o guías con apoyo de su docente y atendiendo a la retroalimentación.
6. Incorpora los formularios, guías o infografías y los ejercicios resueltos en la carpeta de evidencias.

### **Recursos de apoyo**

- Hoja de ejercicios.
- Plumones.
- Hoja de cálculo y/o aplicaciones gratuitas para graficado.
- Calculadora.

### **Práctica 6: Derivadas algebraicas.**

#### **Duración**

2 horas

#### **Procedimiento**

1. Atiende las indicaciones de su docente para el desarrollo del taller.
2. Genera un formulario de derivación.
3. Resuelve los ejercicios proporcionados por el docente.
4. Utiliza hojas de cálculo y/o aplicaciones gratuitas para el graficado para coadyuvar en la interpretación de los resultados de las derivadas algebraicas.
5. Utiliza estrategias para el aprendizaje continuo para revisar y corregir los formularios, infografías o guías con apoyo de su docente y atendiendo a la retroalimentación.
6. Incorpora los formularios, guías o infografías y los ejercicios resueltos en la carpeta de evidencias.

### **Recursos de apoyo**

- Hoja de ejercicios.
- Plumones.
- Hoja de cálculo y/o aplicaciones gratuitas para graficado.
- Calculadora.

### **Práctica 7: Derivadas de funciones trascendentales.**

#### **Duración**

3 horas

#### **Procedimiento**

1. Atiende las indicaciones de su docente para el desarrollo del taller.
2. Genera un formulario de derivación de funciones algebraicas.
3. Resuelve los ejercicios proporcionados por el docente.
4. Utiliza hojas de cálculo y/o aplicaciones gratuitas para el graficado para coadyuvar en la interpretación de los resultados de las derivadas de funciones trascendentales.
5. Utiliza estrategias para el aprendizaje continuo para revisar y corregir los formularios, infografías o guías con apoyo de su docente y atendiendo a la retroalimentación.

6. Incorpora los formularios, guías o infografías y los ejercicios resueltos en la carpeta de evidencias.

### **Recursos de apoyo**

- Hoja de ejercicios.
- Plumones.
- Hoja de cálculo y/o aplicaciones gratuitas para graficado.
- Calculadora.

## **Práctica 8: Regla de la cadena y derivación implícita**

### **Duración**

5 horas

### **Procedimiento**

1. Atiende las indicaciones de su docente para el desarrollo del taller.
2. Resuelve los ejercicios de derivación con regla de la cadena proporcionados por el docente identificando las funciones compuestas y el orden de las operaciones.
3. Identifica casos en que es necesario o recomendable utilizar la derivación implícita.
4. Resuelve los ejercicios de derivación implícita proporcionados por el docente.
5. Incorpora los ejercicios resueltos en la carpeta de evidencias.

### **Recursos de apoyo**

- Hojas de ejercicios.
- Plumones.

## **Práctica 9: Derivadas de orden superior.**

### **Duración**

4 horas

### **Procedimiento**

1. Atiende las indicaciones de su docente para el desarrollo del taller.
2. Revisa y discute las ventajas, desventajas y particularidades de las diversas notaciones para las derivadas de orden superior.
3. Resuelve los ejercicios de derivadas de orden superior proporcionados por el docente.
4. Incorpora los ejercicios resueltos en la carpeta de evidencias.

### **Recursos de apoyo**

- Hojas de ejercicios.
- Plumones.

### Unidad III: Análisis de funciones utilizando la derivada y aplicaciones.

#### Práctica 10: Criterios de la primera y segunda derivada y construcción de funciones.

##### **Duración**

8 horas

##### **Procedimiento**

1. Atiende las indicaciones de su docente para el desarrollo del taller.
2. Utiliza una hoja de cálculo o una aplicación gratuita para el graficado de funciones para generar gráficas de diversas funciones: algebraicas, trascendentales y compuestas.
3. Identifica en la gráfica de una función, a través de un juego tipo “Lotería”, las raíces, ordenada al origen, zonas en las que la función es creciente, zonas en las que la función es decreciente, zonas de diferente concavidad, puntos en que la derivada vale cero y puntos en que la segunda derivada vale cero.
4. Discute lo practicado a través del juego y, con pensamiento crítico y discusión en grupo, se genera una infografía con dicha información.
5. Resuelve los ejercicios de obtención y clasificación de puntos críticos proporcionados por el docente.
6. Genera gráficas de funciones utilizando las herramientas aprendidas en el curso.
7. Incorpora a la carpeta de evidencias la infografía y los ejercicios resueltos.

##### **Recursos de apoyo**

- Hoja de ejercicios.
- Plumones.
- Hoja de cálculo o aplicación gratuita para el graficado de funciones.

#### Práctica 11: Problemas de optimización

##### **Duración**

8 horas

##### **Procedimiento**

1. Atiende las indicaciones de su docente para el desarrollo del taller.
2. Trabaja en equipo en la discusión y planteamiento de un problema de optimización enfocándose, principalmente, en la identificación de los datos necesarios y el problema a resolver.
3. Plantea las ecuaciones que resuelven el problema.
4. Utiliza la derivada para resolver el problema de optimización.
5. Analiza varios problemas de optimización para generar una guía de solución de problemas de optimización.
6. Resuelve los problemas de optimización proporcionados por el docente.
7. Incorpora a la carpeta de evidencias la guía y los ejercicios resueltos.

### **Recursos de apoyo**

- Hoja de ejercicios.
- Plumones.

### **Práctica 12: Otras aplicaciones.**

#### **Duración**

4 horas

#### **Procedimiento**

1. Atiende las indicaciones de su docente para el desarrollo del taller.
2. Busca en internet los datos de un modelo logístico de interés.
3. Calcula la tasa de crecimiento del modelo y la utiliza para el análisis del mismo.
4. Discute los resultados con el grupo.
5. Busca y resuelve utilizando derivadas problemas de la variabilidad de poblaciones respecto al tiempo.
6. Busca y resuelve utilizando derivadas problemas de la variabilidad de concentración de componentes en el agua o aire respecto al tiempo.
7. Incorpora a la carpeta de evidencias los ejercicios resueltos.

### **Recursos de apoyo**

- Hoja de ejercicios.
- Plumones.
- Computadora con acceso a internet.

### **Unidad IV: La integral.**

### **Práctica 13: Sumatorias e integrales.**

#### **Duración**

8 horas

#### **Procedimiento**

1. Atiende las indicaciones de su docente para el desarrollo del taller.
2. Aplica conceptos de área bajo la curva y sumatoria para aproximar el resultado de una integral proporcionada por el docente.
3. Compara el resultado de la aproximación con el de la integral.
4. Discute los resultados con el grupo y genera un formulario de integrales.
5. Resuelve ejercicios de integrales proporcionados por el docente.
6. Incorpora a la carpeta de evidencias los ejercicios resueltos y el formulario.

### **Recursos de apoyo**

- Hoja de ejercicios.
- Plumones.

## Práctica 14: Cambio de variable y aplicaciones

### **Duración**

8 horas

### **Procedimiento**

1. Atiende las indicaciones de su docente para el desarrollo del taller.
2. Genera un formulario o infografía para describir el método de sustitución o cambio de variable.
3. Resuelve los ejercicios proporcionados por el docente.
4. Revisa y corrige el formulario o infografía.
5. Discute posibles aplicaciones de la integral en equipo y comparte los resultados con el grupo.
6. Incorpora a la carpeta de evidencias los ejercicios resueltos, el formulario o infografía.

### **Recursos de apoyo**

- Hoja de ejercicios.
- Plumones.

## XI. MÉTODO DE TRABAJO

### **Encuadre**

El primer día de clase, cada docente debe establecer de forma clara y formal:

- La metodología de trabajo.
- Criterios de evaluación y rúbricas.
- Reglas sobre la calidad y entrega de trabajos académicos.
- Derechos y obligaciones del o la docente y del estudiantado.

Esto debe quedar registrado y comunicado por medios institucionales (como Blackboard o correo institucional).

### **Estrategia de enseñanza**

- Aprendizaje basado en casos
- Aprendizaje basado en problemas
- Aprendizaje basado en proyectos
- Aprendizaje colaborativo
- Discusión guiada
- Instrucción directa o guiada
- Simulación de casos reales
- Tutoría entre pares

## Estrategia de aprendizaje

- Aprendizaje autorregulado
- Elaboración de organizadores gráficos (infografías, mapas mentales, mapas conceptuales)
- Investigación documental
- Práctica reflexiva
- Resolución de problemas
- Toma de apuntes estratégicos
- Trabajo colaborativo

## X. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

### Criterios de acreditación

Para tener derecho a examen ordinario y extraordinario cada estudiante debe cumplir con los porcentajes de asistencia que establece el Estatuto Escolar vigente. La calificación es en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 60.

### Criterios de evaluación

|                                       |      |
|---------------------------------------|------|
| – Evaluaciones parciales              | 60%  |
| – Portafolio de evidencias (talleres) | 10%  |
| – Tareas                              | 10%  |
| – Actividades                         | 05%  |
| – Trabajo final oral y escrito        | 15%  |
| Total                                 | 100% |

## XI. REFERENCIAS

### Recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

Fernández Barroso, J. M., & Fernández Muriel, J. A. (2021). *Cálculo de integrales: principales métodos y ejercicios resueltos*. Tébar Flores.

Grossman, S. I. (2023). *Álgebra lineal* Plus (8a ed.). McGrawHill Interamericana.

Larson, R., & Edwards, B. H. (2023). *Cálculo diferencial*. Cengage Learning.

Larson, R., & Edwards, B. H. (2023). *Cálculo diferencial e integral* (J. León Cárdenas, Trad.; J. Ibarra Escutia, Cengage).

Vera de Payer, E., & Dimitroff, M. (2022). *Álgebra lineal: teoría, práctica y aplicaciones* (3ª ed.). Universitas Córdoba.

### Recursos de acceso libre o complementarios externos

Austin, D. (2024). *Understanding Linear Algebra*. American Institute of Mathematics. Recuperado de <https://understandinglinearalgebra.org/>

Dwivedi, S. (2022). *Differential calculus* [PDF]. Christ University. Recuperado de [https://www.researchgate.net/publication/361245076\\_Differential\\_calculus](https://www.researchgate.net/publication/361245076_Differential_calculus)

Hefferon, J. (2020). *Linear Algebra* (4ª ed.) [Versión en PDF bajo licencia CC/GFDL]. Saint Michael's College. Recuperado de <https://hefferon.net/linearalgebra/>

Riccardi, G., Cifra, B. A., & De Bernardis, E. (2024). *Multidimensional differential and integral calculus: A practical approach* [SpringerPDF preview]. Recuperado de <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-031-70326-3>

## XII. PERFIL DOCENTE

Licenciatura en Matemáticas, Física, Biología, Oceanología, Biotecnología en Acuicultura, área afín o posgrado de ciencias naturales, o experiencia probada en el área y de docencia mínima de dos años. Ser una persona proactiva, analítica y que fomente el trabajo colaborativo.





**PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE**

**I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN**

|                                                       |                                                                                                                                                                |               |                 |                  |
|-------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|-----------------|------------------|
| <b>Unidad académica:</b>                              | Facultad de Ciencias Marinas, Ensenada                                                                                                                         |               |                 |                  |
| <b>Programa educativo:</b>                            | Oceanología<br>Licenciatura de Biotecnología en Acuicultura                                                                                                    |               |                 |                  |
| <b>Plan de Estudios:</b>                              |                                                                                                                                                                |               |                 |                  |
| <b>Nombre de la unidad de aprendizaje:</b>            | Zoología de Invertebrados                                                                                                                                      |               |                 |                  |
| <b>Clave:</b>                                         |                                                                                                                                                                |               |                 |                  |
| <b>Distribución horaria:</b>                          | Horas Clase: 02<br>Horas Taller: 00<br>Horas Laboratorio: 02<br>Horas Práctica de Campo: 01<br>Horas Clínicas: 00<br>Horas Extra-clase: 02<br><br>Créditos: 07 |               |                 |                  |
| <b>Características del PUA por programa educativo</b> | <b>Programa educativo</b>                                                                                                                                      | <b>Etapas</b> | <b>Carácter</b> | <b>Requisito</b> |
|                                                       | Oceanología                                                                                                                                                    | Básica        | Obligatorio     | Ninguno          |
|                                                       | Licenciatura en Biotecnología en Acuicultura                                                                                                                   | Básica        | Obligatorio     | Ninguno          |
| <b>Modalidad de impartición:</b>                      | Presencial                                                                                                                                                     |               |                 |                  |
| <b>Equipo de diseño:</b>                              | Guadalupe Gómez Hernández<br>Denise Lubinsky Jinich<br>Víctor Antonio Zavala Hamz<br>Salvador Villasuso Palomares                                              |               |                 |                  |
| <b>Subdirección que aprueba el PUA:</b>               | Patricia Alvarado Graef                                                                                                                                        |               |                 |                  |
| <b>Fecha:</b>                                         | 25 de febrero de 2026                                                                                                                                          |               |                 |                  |
| <b>Aprobación y registro:</b>                         |                                                                                                                                                                |               |                 |                  |

## II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Es fundamental en la formación del alumnado ya que proporciona las bases conceptuales y metodológicas para comprender los principios que rigen la vida de los animales invertebrados. Su importancia radica en que permite generar e integrar información pertinente de los principales grupos de invertebrados, a partir de la aplicación del método científico, técnicas biológicas para explicar su origen, evolución, taxonomía, características morfofuncionales, importancia y cómo se ven afectados por las actividades humanas. Esta unidad ofrece al alumnado herramientas científicas esenciales, como el pensamiento crítico, el análisis de información especializada y la aplicación del método científico, al mismo tiempo que fomenta actitudes de responsabilidad, ética ambiental y compromiso con el conocimiento riguroso.

## III. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Comparar a los animales invertebrados; mediante la aplicación del método científico y la utilización de técnicas biológicas; para explicar su origen, evolución, taxonomía, características morfofuncionales, importancia y cómo se ven afectados por las actividades humanas; con honestidad, ética, pensamiento sistémico y trabajo colaborativo.

## IV. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE

### Portafolio Integrador

- Elabora investigaciones bibliográficas en inglés, catálogo fotográfico o videos para cada uno de los diferentes grupos de invertebrados revisados en la unidad de aprendizaje, en el que se reflexione sobre su importancia médica, económica, ecológica y/o acuícola.
- Elabora reportes de prácticas de laboratorio y de salidas de campo considerando la siguiente estructura: introducción, metodología, resultados, discusión, conclusiones y bibliografía, en los que se explique la taxonomía y características morfofuncionales de los grupos estudiados en la unidad de aprendizaje y se reflexione sobre las adaptaciones a su hábitat y cómo se ven afectados por las actividades humanas.

## V. COMPETENCIA PROFESIONAL DEL PERFIL DE EGRESO A LA QUE CONTRIBUYE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

### Oceanología

Generar e integrar información pertinente del medio marino y costero a partir de la aplicación del método científico, técnicas y tecnologías de vanguardia en las áreas de la química, física, matemáticas, biología y geología, para coadyuvar en la explicación de fenómenos naturales e impactos generados por las actividades humanas, con honestidad, ética, pensamiento sistemático y trabajo colaborativo.

## **Licenciatura de Biotecnología en Acuicultura**

Implementar y adaptar tecnologías de cultivo y manejo acuícola, mediante el análisis técnico de sistemas existentes y la aplicación de soluciones innovadoras acordes a distintas especies y entornos, para mejorar la producción de especies de importancia comercial de forma eficiente y sostenible, respondiendo a las condiciones socioambientales y económicas del país, con ética profesional y responsabilidad.

## **VI. EJE TRANSVERSAL AL QUE CONTRIBUYE**

Excelencia, Compromiso con la Responsabilidad Social

## **VII. DESARROLLO POR UNIDADES**

### **Unidad I. Los protozoarios**

#### **Competencia**

Enlistar las características morfofuncionales e importancia de los protozoarios; a través de la revisión de su clasificación taxonómica, para explicar cómo sus estructuras internas y externas están relacionadas con sus hábitos de vida, demostrando organización, pensamiento lógico, curiosidad y respeto por la diversidad biológica.

#### **Contenido**

- 1.1. Plan corporal básico de los protozoarios
- 1.2. Clasificación taxonómica de los protozoarios
- 1.3. Estructura y función de los protozoarios
- 1.4. Distribución de los protozoarios

#### **Duración**

02 horas

### **Unidad II. Las esponjas**

#### **Competencia**

Analizar la clasificación taxonómica de las esponjas; a través de la revisión de sus características morfofuncionales e importancia, para explicar cómo sus estructuras internas y externas están relacionadas con sus hábitos de vida, con actitud crítica, reflexiva y respeto por la naturaleza.

#### **Contenido**

- 2.1. Plan corporal básico de las esponjas
- 2.2. Clasificación taxonómica de las esponjas
- 2.3. Estructura y función de las esponjas
- 2.4. Fases larvarias de las esponjas
- 2.5. Distribución de las esponjas
- 2.6. Importancia evolutiva, ecológica, médica y/o comercial de las esponjas

***Duración***

02 horas

**Unidad III. Los radiados: cnidarios y ctenóforos*****Competencia***

Enlistar las características morfofuncionales e importancia de los radiados; a través de la revisión de su clasificación taxonómica, para identificar cómo sus estructuras internas y externas están relacionadas con sus hábitos de vida, con disciplina, compromiso y respeto al medio ambiente.

***Contenido***

- 3.1. Plan corporal básico de los cnidarios y los ctenóforos
- 3.2. Clasificación taxonómica de los cnidarios y los ctenóforos
- 3.3. Estructura y función de los cnidarios y los ctenóforos
- 3.4. Fases larvarias de los cnidarios y los ctenóforos
- 3.5. Distribución de los cnidarios y los ctenóforos
- 3.6. Importancia evolutiva, ecológica, médica y/o acuícola de los cnidarios y los ctenóforos

***Duración***

04 horas

**Unidad IV. Los acelomados: gusanos planos*****Competencia***

Analizar la clasificación taxonómica de los acelomados; a través de la comparación de sus características morfofuncionales e importancia, para explicar cómo sus estructuras internas y externas están relacionadas con sus hábitos de vida, demostrando organización, curiosidad y compromiso con el medio ambiente.

***Contenido***

- 4.1. Plan corporal básico de los gusanos planos
- 4.2. Clasificación taxonómica de los gusanos planos
- 4.3. Estructura y función de los gusanos planos
- 4.4. Distribución de los gusanos planos
- 4.5. Importancia evolutiva, ecológica, médica y/o acuícola de los gusanos planos

***Duración***

04 horas

**Unidad V. Los pseudocelomados: nemátodos y rotíferos*****Competencia***

Analizar la clasificación taxonómica de los pseudocelomados; a través de la revisión de sus características morfofuncionales e importancia, para explicar cómo sus estructuras internas y

externas están relacionadas con sus hábitos de vida, con actitud crítica, reflexiva y respeto a la diversidad biológica.

### **Contenido**

- 5.1. Plan corporal básico de los nemátodos y los rotíferos
- 5.2. Clasificación taxonómica de los nemátodos y los rotíferos
- 5.3. Estructura y función de los nemátodos y los rotíferos
- 5.4. Distribución de los nemátodos y los rotíferos
- 5.5. Importancia evolutiva, ecológica, médica y/o acuícola de los nemátodos y los rotíferos

### **Duración**

06 horas

## **Unidad VI. Los celomados: anélidos, briozoos, artrópodos, moluscos y equinodermos**

### **Competencia**

Enumerar las características morfofuncionales e importancia de los celomados; a través de la comparación de su clasificación taxonómica, para demostrar cómo sus estructuras internas y externas están relacionadas con sus hábitos de vida, demostrando organización, curiosidad y respeto a la naturaleza.

### **Contenido**

- 6.1. Plan corporal básico de los celomados
- 6.2. Simetría corporal de los celomados
- 6.3. Plan corporal básico de los anélidos
- 6.4. Simetría corporal de los anélidos
- 6.5. Clasificación taxonómica de los anélidos
- 6.6. Estructura y función de los anélidos
- 6.7. Fases larvarias de anélidos
- 6.8. Distribución de los anélidos
- 6.9. Clasificación taxonómica de los anélidos
  - 6.10. Importancia evolutiva, ecológica, médica y acuícola de los anélidos
  - 6.11. Plan corporal básico de los briozoos
  - 6.12. Clasificación taxonómica de los briozoos
  - 6.13. Estructura y función de los briozoos
  - 6.14. Fases larvarias de briozoos
  - 6.15. Distribución de los briozoos
  - 6.16. Importancia evolutiva, ecológica, médica y acuícola de los briozoos
  - 6.17. Plan corporal básico de los artrópodos
  - 6.18. Tagmosis en los artrópodos
  - 6.19. Estructura y función de los artrópodos
  - 6.20. Artrópodos nadadores y reptadores
  - 6.21. Clasificación taxonómica de los artrópodos
  - 6.22. Metamorfosis y fases larvarias en crustáceos
  - 6.23. Distribución de los crustáceos
  - 6.24. Importancia evolutiva, ecológica, médica y acuícola de los crustáceos

- 6.25. Plan corporal básico de los moluscos
- 6.26. Clasificación taxonómica de los moluscos
- 6.27. Estructura y función de los moluscos
- 6.28. Fases larvarias de moluscos
- 6.29. Distribución de los moluscos
- 6.30. Importancia evolutiva, ecológica, médica y acuícola de los moluscos
- 6.31. Plan corporal básico de los equinodermos
- 6.32. Simetría corporal de los equinodermos
- 6.33. Clasificación taxonómica de los equinodermos
- 6.34. Fases larvarias en los equinodermos
- 6.35. Estructura y función en los equinodermos
- 6.36. Distribución de los equinodermos.
- 6.37. Importancia evolutiva, ecológica, médica y acuícola de los equinodermos.

***Duración***

14 horas

## **VIII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO**

### **Unidad I: Los protozoarios**

#### **Práctica 1: Los protozoarios**

***Duración***

02 horas

***Procedimiento***

1. Recibe instrucciones guiadas por parte del docente.
2. Atiende las instrucciones del docente.
3. Observa bajo el microscopio compuesto o estereoscópico las preparaciones fijas de protozoarios.
4. Observa bajo el microscopio compuesto las preparaciones frescas de protozoarios.
5. Realiza dibujos de los protozoarios observados.
6. Registra en los dibujos las estructuras observadas.
7. Investiga la clasificación taxonómica de los protozoarios observados.
8. Investiga la importancia de los protozoarios observados.
9. Prepara un reporte digital de laboratorio para entregar por plataformas institucionales.
10. Entrega reporte y recibe retroalimentación docente.

***Recursos de apoyo***

- Microscopio compuesto
- Microscopio estereoscópico
- Preparaciones fijas de protozoarios
- Muestras frescas de agua estancada con protozoarios
- Portaobjetos

- Cubreobjetos
- Gotero
- Esquemas de protozoarios
- Libros de zoología
- Computadora
- Internet

## **Unidad II: Las esponjas**

### **Práctica 2: Las esponjas**

#### ***Duración***

2 horas

#### ***Procedimiento***

1. Recibe instrucciones guiadas por parte del docente.
2. Atiende las instrucciones del docente.
3. Observa bajo el microscopio compuesto o estereoscópico las preparaciones fijas de esponjas.
4. Observa bajo el microscopio estereoscópico las esponjas frescas y secas.
5. Realiza dibujos de las esponjas observadas.
6. Registra en los dibujos las estructuras observadas.
7. Investiga la clasificación taxonómica de las esponjas observadas.
8. Investiga la importancia de las esponjas observadas.
9. Recibe retroalimentación docente.
10. Prepara un reporte digital de laboratorio para entregar por plataformas institucionales.
11. Entrega reporte y recibe retroalimentación docente.

#### ***Recursos de apoyo***

- Microscopio compuesto
- Microscopio estereoscópico
- Preparaciones fijas de esponjas
- Esponjas frescas y secas
- Portaobjetos
- Cubreobjetos
- Gotero
- Cajas Petri
- Agujas de disección
- Esquemas de esponjas
- Libros de zoología
- Computadora
- Internet

## Unidad III: Los radiados

### Práctica 3: Los radiados: Cnidarios y Ctenóforos

#### **Duración**

2 horas

#### **Procedimiento**

1. Recibe instrucciones guiadas por parte del docente.
2. Atiende las instrucciones del docente.
3. Observa bajo el microscopio compuesto o estereoscópico las preparaciones fijas de cnidarios.
4. Observa bajo el microscopio estereoscópico los cnidarios y ctenóforos preservados en formol y secos.
5. Realiza dibujos de los cnidarios y ctenóforos observados.
6. Registra en los dibujos las estructuras observadas.
7. Investiga la clasificación taxonómica de los cnidarios y ctenóforos observados.
8. Investiga la importancia de los cnidarios y ctenóforos observados.
9. Prepara un reporte digital de laboratorio para entregar por plataformas institucionales.
10. Entrega reporte y recibe retroalimentación docente.

#### **Recursos de apoyo**

- Microscopio compuesto
- Microscopio estereoscópico
- Preparaciones fijas de cnidarios
- Cnidarios y ctenóforos preservados en formol y secos
- Portaobjetos
- Cubreobjetos
- Gotero
- Cajas Petri
- Agujas de disección
- Esquemas de cnidarios y ctenóforos
- Libros de zoología
- Computadora
- Internet

## Unidad IV: Los acelomados

### Práctica 4: Los acelomados: Gusanos planos

#### **Duración**

2 horas

#### **Procedimiento**

1. Recibe instrucciones guiadas por parte del docente.



2. Atiende las instrucciones del docente.
3. Observa bajo el microscopio compuesto o estereoscópico las preparaciones fijas de gusanos planos.
4. Observa bajo el microscopio estereoscópico los gusanos planos vivos, preservados en formol y secos.
5. Realiza dibujos de los gusanos planos observados.
6. Registra en los dibujos las estructuras observadas.
7. Investiga la clasificación taxonómica de los gusanos planos observados.
8. Investiga la importancia de los gusanos planos observados.
9. Recibe retroalimentación docente.
10. Prepara un reporte digital de laboratorio para entregar por plataformas institucionales.
11. Entrega reporte y recibe retroalimentación docente.

### **Recursos de apoyo**

- Microscopio compuesto
- Microscopio estereoscópico
- Preparaciones fijas de gusanos planos observados
- Gusanos planos vivos, preservados en formol y secos
- Portaobjetos
- Cubreobjetos
- Cajas Petri
- Agujas de disección
- Gotero
- Esquemas de gusanos planos
- Libros de zoología
- Computadora
- Internet

## **Unidad V: Los pseudocelomados**

### **Práctica 5: Los pseudocelomados: Nemátodos y Rotíferos**

#### **Duración**

4 horas

#### **Procedimiento**

1. Recibe instrucciones guiadas por parte del docente.
2. Atiende las instrucciones del docente.
3. Observa bajo el microscopio compuesto o estereoscópico las preparaciones fijas de nemátodos y rotíferos.
4. Observa bajo el microscopio estereoscópico los nemátodos y rotíferos observados vivos y preservados en formol.
5. Realiza dibujos de los gusanos nemátodos y rotíferos observados.
6. Registra en los dibujos las estructuras observadas.
7. Investiga la clasificación taxonómica de los nemátodos y rotíferos observados.

8. Investiga la importancia de los nemátodos y rotíferos observados.
9. Prepara un reporte digital de laboratorio para entregar por plataformas institucionales.
10. Entrega reporte y recibe retroalimentación docente.

### **Recursos de apoyo**

- Microscopio compuesto
- Microscopio estereoscópico
- Preparaciones fijas de nemátodos y rotíferos observados
- Nemátodos y rotíferos vivos, preservados en formol y secos
- Portaobjetos
- Cubreobjetos
- Cajas Petri
- Agujas de disección
- Gotero
- Esquemas de nemátodos y rotíferos
- Libros de zoología
- Computadora
- Internet

## **Unidad VI: Los celomados**

### **Práctica 6: Anélidos**

#### **Duración**

4 horas

#### **Procedimiento**

1. Recibe instrucciones guiadas por parte del docente.
2. Atiende las instrucciones del docente.
3. Observa bajo el microscopio compuesto o estereoscópico las preparaciones fijas de anélidos.
4. Observa bajo el microscopio estereoscópico los anélidos vivos, secos y preservados en formol.
5. Realiza dibujos de los anélidos, observados.
6. Registra en los dibujos las estructuras observadas.
7. Investiga la clasificación taxonómica de los anélidos observados.
8. Investiga la importancia de los anélidos observados.
9. Recibe retroalimentación docente.
10. Prepara un reporte digital de laboratorio para entregar por plataformas institucionales.
11. Entrega reporte.

### **Recursos de apoyo**

- Microscopio compuesto
- Microscopio estereoscópico
- Preparaciones fijas de anélidos

- Anélidos vivos, preservados en formol y secos
- Cajas Petri
- Agujas de disección
- Esquemas de anélidos
- Libros de zoología
- Computadora
- Internet

## **Práctica 7: Briozoos**

### ***Duración***

2 horas

### ***Procedimiento***

1. Recibe instrucciones guiadas por parte del docente.
2. Atiende las instrucciones del docente.
3. Observa bajo el microscopio estereoscópico los briozoos secos y preservados en formol.
4. Realiza dibujos de los briozoos observados.
5. Registra en los dibujos las estructuras observadas.
6. Investiga la clasificación taxonómica de los briozoos observados.
7. Investiga la importancia de los briozoos observados.
8. Prepara un reporte digital de laboratorio para entregar por plataformas institucionales.
9. Entrega reporte y recibe retroalimentación docente.

### ***Recursos de apoyo***

- Microscopio estereoscópico
- Briozoos preservados en formol y secos
- Cajas Petri
- Agujas de disección
- Esquemas de briozoos
- Libros de zoología
- Computadora
- Internet

## **Práctica 8: Artrópodos**

### ***Duración***

6 horas

### ***Procedimiento***

1. Recibe instrucciones guiadas por parte del docente.
2. Atiende las instrucciones del docente.
3. Observa bajo el microscopio compuesto o estereoscópico las preparaciones fijas de artrópodos.

4. Observa bajo el microscopio estereoscópico los artrópodos, vivos, secos y preservados en formol.
5. Realiza dibujos de los artrópodos observados.
6. Registra en los dibujos las estructuras observadas. Las estructuras principales con los nombres escritos en español e inglés.
7. Investiga la clasificación taxonómica de los artrópodos, observados.
8. Investiga la importancia de los artrópodos observados.
9. Prepara un reporte digital de laboratorio para entregar por plataformas institucionales, que incluya léxico básico (nomenclatura) sobre el hábitat de los artrópodos en español e inglés.
10. Entrega reporte y recibe retroalimentación docente.

### **Recursos de apoyo**

- Microscopio compuesto
- Microscopio estereoscópico
- Preparaciones fijas artrópodos,
- Artrópodos vivos, preservados en formol y secos
- Portaobjetos
- Cubreobjetos
- Cajas Petri
- Agujas de disección
- Gotero
- Esquemas de artrópodos
- Libros de zoología
- Computadora
- Internet

## **Práctica 9: Moluscos**

### **Duración**

4 horas

### **Procedimiento**

1. Recibe instrucciones guiadas por parte del docente.
2. Atiende las instrucciones del docente.
3. Observa bajo el microscopio compuesto o estereoscópico las preparaciones fijas de moluscos.
4. Observa bajo el microscopio estereoscópico los vivos, secos y preservados en formol.
5. Realiza dibujos de moluscos observados.
6. Registra en los dibujos las estructuras observadas. Las estructuras principales con los nombres escritos en español e inglés.
7. Investiga la clasificación taxonómica de los observados.
8. Investiga la importancia de los moluscos observados.

9. Prepara un reporte digital de laboratorio para entregar por plataformas institucionales, que incluya léxico básico (nomenclatura) sobre el hábitat de los moluscos en español e inglés.
10. Entrega reporte y recibe retroalimentación docente.

### **Recursos de apoyo**

- Microscopio compuesto
- Microscopio estereoscópico
- Preparaciones fijas de moluscos
- Moluscos vivos, preservados en formol y secos
- Cajas Petri
- Aguja de disección
- Esquemas de moluscos
- Libros de zoología
- Computadora
- Internet

## **Práctica 10: Equinodermos**

### **Duración**

4 horas

### **Procedimiento**

1. Recibe instrucciones guiadas por parte del docente.
2. Atiende las instrucciones del docente.
3. Observa bajo el microscopio compuesto o estereoscópico las preparaciones fijas de equinodermos.
4. Observa bajo el microscopio estereoscópico los equinodermos vivos, secos y preservados en formol.
5. Realiza dibujos de equinodermos observados.
6. Registra en los dibujos las estructuras observadas. Las estructuras principales con los nombres escritos en español e inglés.
7. Investiga la clasificación taxonómica de los equinodermos observados.
8. Investiga la importancia de los equinodermos observados.
9. Prepara un reporte digital de laboratorio para entregar por plataformas institucionales, que incluya léxico básico (nomenclatura) sobre el hábitat de los equinodermos en español e inglés.
10. Entrega reporte y recibe retroalimentación docente.

### **Recursos de apoyo**

- Microscopio compuesto
- Microscopio estereoscópico
- Preparaciones fijas de equinodermos
- Equinodermos vivos, preservados en formol y secos
- Cajas Petri

- Agujas de disección
- Esquemas de equinodermos
- Libros de zoología
- Computadora
- Internet

## IX. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE CAMPO

### Unidad I: Adaptaciones de los invertebrados marinos para vivir en la zona intermareal

#### Práctica 1: Invertebrados marinos en un ambiente arenoso

##### ***Duración***

8 horas

##### ***Procedimiento***

1. Recibe instrucciones guiadas por parte del docente.
2. Forma equipos de trabajo con sus compañeros.
3. Atiende las instrucciones del docente.
4. Toma fotografías de los invertebrados observados.
5. Registra los invertebrados observados en la tabla de datos.
6. Registra las observaciones sobre las adaptaciones para vivir en un ambiente arenoso.
7. Investiga la clasificación taxonómica de los invertebrados observados.
8. Recibe retroalimentación docente.
9. Prepara un reporte digital de la salida de campo para entregar por plataformas institucionales.

##### ***Recursos de apoyo***

- Pala
- GPS
- Cuadrante
- Tamiz
- Cinta métrica
- Cubeta
- Esquemas de invertebrados
- Tabla de datos
- Cámara fotográfica

#### Práctica 2: Invertebrados marinos en un ambiente rocoso

##### ***Duración***

8 horas

##### ***Procedimiento***

1. Recibe instrucciones guiadas por parte del docente.

2. Forma equipos de trabajo con sus compañeros.
3. Atiende las instrucciones del docente.
4. Toma fotografías de los invertebrados observados.
5. Registra los invertebrados observados en la tabla de datos.
6. Registra las observaciones sobre las adaptaciones para vivir en un ambiente rocoso.
7. Investiga la clasificación taxonómica de los invertebrados observados.
8. Recibe retroalimentación docente.
9. Prepara un reporte digital de la salida de campo para entregar por plataformas institucionales.

### **Recursos de apoyo**

- GPS
- Cuadrante
- Cinta métrica
- Esquemas de invertebrados
- Tabla de datos
- Cámara fotográfica

## **X. MÉTODO DE TRABAJO**

### **Encuadre**

El primer día de clase, cada docente debe establecer de forma clara y formal:

- La metodología de trabajo.
- Criterios de evaluación y rúbricas.
- Reglas sobre la calidad y entrega de trabajos académicos.
- Derechos y obligaciones del o la docente y del estudiantado

Esto debe quedar registrado y comunicado por medios institucionales (como Blackboard o correo institucional).

### **Estrategia de enseñanza**

- Aprendizaje basado en preguntas
- Aprendizaje colaborativo
- Discusión guiada
- Instrucción directa o guiada
- Trabajo de campo guiado
- Tutoría entre pares

## Estrategia de aprendizaje

- Aprendizaje autorregulado
- Elaboración de organizadores gráficos (infografías, mapas mentales, mapas conceptuales)
- Investigación documental en inglés
- Investigación empírica
- Práctica reflexiva / Práctica reflexiva en campo
- Toma de apuntes estratégicos
- Trabajo colaborativo
- Trabajo de campo autónomo o investigativo

## XI. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

### Criterios de acreditación

Para tener derecho a examen ordinario y extraordinario cada estudiante debe cumplir con los porcentajes de asistencia que establece el Estatuto Escolar vigente. La calificación es en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 60.

Alumno que no tenga una sumatoria de 80.00 en los criterios de evaluación deberá presentar examen ordinario, aunque tenga calificación aprobatoria.

### Criterios de evaluación

|                          |      |
|--------------------------|------|
| - Evaluaciones parciales | 30%  |
| - Portafolio integrador  | 70%  |
| Total                    | 100% |

## XII. REFERENCIAS

### Recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

- Allen, R. K. (1967). *Common intertidal invertebrates of Southern California*. Peck Publications. [clásica]
- Brusca, R. C., Giribet, G., & Moore, W. (2023). *Invertebrates* (4th ed.). Sinauer Associates, Inc.
- Hickman, C. P., Jr., Kats, L. B., Keen, S. L., Eisenhour, D. J., Larson, A., & l'Anson, H. (2024). *Laboratory studies in integrated principles of zoology* (19th ed.). McGraw-Hill Higher Education.



- Ruppert, E. E., Fox, R. S., & Barnes, R. D. (2004). *Invertebrate zoology: A functional evolutionary approach* (7th ed.). Thomson Brooks/Cole. [clásica]
- Young, C. M., Sewell, M. A., & Rice, M. E. (2002). *Atlas of marine invertebrate larvae*. Academic Press. [clásica]

### Recursos de acceso libre o complementarios externos

- Brands, S. J. (1989). *The Taxonomicon*. Universal Taxonomic Services. <http://taxonomicon.taxonomy.nl/>
- Hinton, S. (1975). *Seashore life of southern California* (3rd ed.). University of California Press. [clásica]
- León-González, J. A., Bastida-Zavala, J. R., Carrera-Parra, L. F., García-Garza, M. E., Salazar-Vallejo, S. I., Solís-Weiss, V., & Tovar-Hernández, M. A. (2021). *Anélidos marinos de México y América tropical* [Libro electrónico]. Universidad Autónoma de Nuevo León. <http://eprints.uanl.mx/22161/>
- Maddison, D. R., & Schulz, K. S. (2007). *The Tree of Life Web Project*. <http://www.tolweb.org/> [clásica]
- Maggenti, M. A., Maggenti, A., & Gardner, S. (2011). *Dictionary of invertebrate zoology*. Zea E-Books. [clásica]

### XIII. PERFIL DOCENTE

La persona responsable de impartir esta unidad de aprendizaje debe contar grado de Licenciatura, Maestría o Doctorado en Biología, Oceanología, Biotecnología en Acuicultura o área afín, respaldada con una trayectoria profesional que incluya una experiencia mínima de 2 años impartiendo docencia, participación en proyectos de divulgación científica o investigación interdisciplinaria. Entre las cualidades deseables se encuentran el pensamiento crítico, la apertura al diálogo, la sensibilidad ética, la capacidad de motivar a estudiantes sin experiencia previa y el manejo de recursos didácticos innovadores, así como valores de empatía, paciencia, entusiasta, tolerante, respetuosa que valore y estimule la creatividad, la participación y el trabajo colaborativo. Recomendable contar con certificación del idioma inglés B1 o equivalente.



## PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

### I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

|                                                       |                                                                                                                                                               |               |                 |                  |
|-------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|-----------------|------------------|
| <b>Unidad académica:</b>                              | Facultad de Ciencias Marinas, Ensenada                                                                                                                        |               |                 |                  |
| <b>Programa educativo:</b>                            | Oceanología<br>Licenciatura en Biotecnología en Acuicultura<br>Licenciatura en Ciencias Ambientales                                                           |               |                 |                  |
| <b>Plan de Estudios:</b>                              | 2026-2                                                                                                                                                        |               |                 |                  |
| <b>Nombre de la unidad de aprendizaje:</b>            | Química Orgánica                                                                                                                                              |               |                 |                  |
| <b>Clave:</b>                                         |                                                                                                                                                               |               |                 |                  |
| <b>Distribución horaria:</b>                          | Horas Clase: 02<br>Horas Taller: 01<br>Horas Laboratorio: 03<br>Horas Práctica de Campo: 00<br>Horas Clínicas: 00<br>Horas Extra-clase: 02<br><br>Créditos:08 |               |                 |                  |
| <b>Características del PUA por programa educativo</b> | <b>Programa educativo</b>                                                                                                                                     | <b>Etapas</b> | <b>Carácter</b> | <b>Requisito</b> |
|                                                       | Oceanología                                                                                                                                                   | Básica        | Obligatorio     | Ninguno          |
|                                                       | Licenciatura en Biotecnología en Acuicultura                                                                                                                  | Básica        | Obligatorio     | Ninguno          |
|                                                       | Licenciatura en Ciencias Ambientales                                                                                                                          | Básica        | Obligatorio     | Ninguno          |
| <b>Modalidad de impartición:</b>                      | Presencial                                                                                                                                                    |               |                 |                  |
| <b>Equipo de diseño:</b>                              | Amara Thaydé Sánchez Nava<br>Viridiana Evangelista Hernández<br>Marlene Nohemí Cardoza Contreras                                                              |               |                 |                  |
| <b>Subdirección que aprueba el PUA:</b>               | Patricia Alvarado Graef                                                                                                                                       |               |                 |                  |
| <b>Fecha:</b>                                         | 21 de mayo de 2026                                                                                                                                            |               |                 |                  |
| <b>Aprobación y registro:</b>                         |                                                                                                                                                               |               |                 |                  |

## II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Brinda los fundamentos de la química del carbono y su relación con las biomoléculas, necesarios para comprender procesos biológicos en la naturaleza y servir de base a disciplinas aplicadas. El estudiantado adquirirá actitudes de responsabilidad y análisis crítico, habilidades en nomenclatura, caracterización de grupos funcionales, propiedades fisicoquímicas y estereoisomería.

## III. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Distinguir los compuestos orgánicos a partir de su estructura, propiedades fisicoquímicas y estereoisomería, mediante el análisis y aplicación de herramientas teórico-prácticas de la química orgánica, con el propósito de comprender y aplicar los mecanismos de reacción en procesos naturales, con responsabilidad, respeto a la salud y ética profesional.

## IV. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE

1. Un proyecto integrador en forma de caso de estudio como productos finales
2. Un portafolio de evidencias de prácticas de taller y diagramas de flujo por práctica de laboratorio que reflejan el desempeño del estudiantado

## V. COMPETENCIA PROFESIONAL DEL PERFIL DE EGRESO A LA QUE CONTRIBUYE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

### **Oceanología**

Generar e integrar información pertinente del medio marino y costero a partir de la aplicación del método científico, técnicas y tecnologías de vanguardia en las áreas de la química, física, matemáticas, biología y geología, para coadyuvar en la explicación de fenómenos naturales e impactos generados por las actividades humanas, con honestidad, ética, pensamiento sistemático y trabajo colaborativo.

### **Licenciatura en Biotecnología en Acuicultura**

Desarrollar procesos biotecnológicos y técnicas de cultivo optimizadas, a través del uso de herramientas moleculares, microbiológicas y biotecnológicas, para mejorar la calidad, inocuidad y valor nutricional de los productos acuícolas, con responsabilidad, ética profesional y respeto por el ambiente.

### **Licenciatura en Ciencias Ambientales**

Diagnosticar problemáticas socioecosistémicas mediante el análisis multidisciplinario para visibilizar las causas y consecuencias que los originan, así como esquematizar estrategias de solución, con un enfoque integral y un firme compromiso social.

## VI. EJE TRANSVERSAL AL QUE CONTRIBUYE

Pensamiento crítico y compromiso con la responsabilidad social

## VII. DESARROLLO POR UNIDADES

### Unidad I. Estructura química del carbono

#### **Competencia**

Comparar la estructura de los compuestos orgánicos y sus propiedades fisicoquímicas, a partir del análisis de su hibridación y de los tipos de enlaces, con el fin de explicar la formación de compuestos orgánicos y su comportamiento químico, con disciplina y respeto.

#### **Contenido**

- 1.1. Importancia de la química orgánica en las ciencias naturales.
- 1.2. Propiedades generales de la materia.
- 1.3. Estructura electrónica del carbono.
  - 1.3.1. Números cuánticos
  - 1.3.2. Configuración electrónica
- 1.4. Hibridación de orbitales atómicos.
- 1.5 Formación de orbitales moleculares.
  - 1.5.1. Tipos de enlaces químicos: sigma y phi.

#### **Duración**

6 horas

### Unidad II. Hidrocarburos

#### **Competencia**

Distinguir la estructura de compuestos orgánicos (alcanos, alquenos, alquinos y derivados de benceno) y da nombre a compuestos aplicando las reglas de la IUPAC para comprender su clasificación, propiedades físicas y químicas con responsabilidad y una actitud proactiva.

#### **Contenido**

- 2.1. Características generales de los hidrocarburos
- 2.2. Hidrocarburos saturados
  - 2.2.1. Estructura de los alcanos
    - 2.2.1.1. Nomenclatura
    - 2.2.1.2. Isomería estructural y estereoisomería de alcanos
      - 2.2.1.2.1. Enantiómeros y diastereoisómeros.
  - 2.2.2. Estructura de cicloalcanos y halogenuros
    - 2.2.2.1. Nomenclatura

- 2.3. Hidrocarburos insaturados
  - 2.3.1. Estructura de los alquenos
    - 2.3.1.1. Nomenclatura
  - 2.3.2. Isomería geométrica
- 2.4.1. Estructura de alquinos
  - 2.4.1.1. Nomenclatura
- 2.4. Reacciones representativas en hidrocarburos alifáticos
- 2.5. Hidrocarburos aromáticos
  - 2.5.1. Estructura del benceno e híbridos de resonancia.
  - 2.5.2. Nomenclatura
  - 2.5.3. Hidrocarburos policíclicos aromáticos. Casos y aplicaciones
  - 2.5.4. Reacciones representativas de compuestos aromáticos
- 2.6. Aplicaciones de los hidrocarburos en la acuicultura, oceanología y ciencias ambientales.

### ***Duración***

10 horas

## **Unidad III. Grupos funcionales con carbono, hidrógeno, oxígeno**

### ***Competencia***

Diferenciar los principales grupos funcionales en compuestos orgánicos que contienen carbono, hidrógeno y oxígeno, mediante la aplicación de criterios estructurales y reglas de nomenclatura para predecir sus propiedades, reactividad y aplicaciones, con responsabilidad y honestidad.

### ***Contenido***

- 3.1. Alcoholes
  - 3.1.1. Estructura
    - 3.1.1.1. Tipos de alcoholes
    - 3.1.1.2. Alcoholes alifáticos
    - 3.1.1.3. Fenoles
      - 3.1.1.3.1. Acidez de fenoles
  - 3.1.2. Nomenclatura
- 3.2. Aldehídos y cetonas
  - 3.2.1. Estructura
    - 3.2.1.1. Características de grupo carbonilo
  - 3.2.2. Nomenclatura
- 3.3. Ácidos carboxílicos
  - 3.3.1. Estructura
  - 3.3.2. Nomenclatura
- 3.4. Ésteres y anhídridos

- 3.4.1. Estructura
- 3.4.2. Nomenclatura
- 3.5. Reacciones representativas de alcoholes, aldehídos, cetonas, ácidos carboxílicos, ésteres y anhídridos.
- 3.6. Aplicaciones de compuestos con carbono, hidrógeno y oxígeno en la acuicultura, oceanología y ciencias ambientales.

**Duración**

10 horas

**Unidad IV. Grupos funcionales con carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno.**

**Competencia**

Distinguir los principales grupos funcionales en compuestos orgánicos que contienen carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno, aplicando criterios estructurales y reglas de nomenclatura para predecir sus propiedades, reactividad y aplicaciones, con honestidad y actitud proactiva.

**Contenido**

- 4.1. Aminas
  - 4.1.1. Estructura
  - 4.1.2. Nomenclatura
- 4.2. Amidas
  - 4.2.1. Estructura
  - 4.2.2. Nomenclatura
- 4.3. Reacciones aminas y amidas
- 4.4. Aplicaciones de aminas y amidas en la acuicultura, oceanología y ciencias ambientales.

**Duración**

6 horas

**VIII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER**

**Unidad I. Estructura química del carbono**

**Práctica 1: Hibridación de orbitales atómicos**

**Duración**

1 hora

**Procedimiento**

1. Atiende las instrucciones para el desarrollo de la práctica de taller.
2. Realiza esbozos de la formación de orbitales híbridos  $sp$ ,  $sp^2$  y  $sp^3$  de átomos de carbono, y visualiza cómo estos orbitales se combinan para formar moléculas orgánicas

simples.

3. Asigna tipo de hibridación a cada átomo de carbono presente en las moléculas orgánicas propuestas.
4. Comparte los resultados del ejercicio con sus pares y docente.
5. Recibe retroalimentación docente.
6. Entrega el ejercicio como evidencia.

### **Recursos de apoyo**

- Cuaderno de notas
- Tabla periódica

## **Unidad II. Hidrocarburos**

### **Práctica 2: Nomenclatura de alcanos**

#### **Duración**

1 hora

#### **Procedimiento**

1. Atiende las indicaciones para el desarrollo de la práctica de taller.
2. Realiza los ejercicios de nomenclatura: asignando nombres a estructuras de alcanos y/o escribiendo las fórmulas a partir de los nombres.
3. Comparte los resultados de los ejercicios con su docente.
4. Recibe retroalimentación docente.
5. Participa pasando al pizarrón para compartir resultados de manera grupal.
6. Entrega los ejercicios completos de manera individual.

### **Recursos de apoyo**

- Cuaderno de notas

### **Práctica 3: Isomería estructural de alcanos**

#### **Duración**

1 hora

#### **Procedimiento**

1. Atiende las orientaciones para el desarrollo de la práctica.
2. Realiza los ejercicios a partir de fórmulas moleculares para dibujar los isómeros estructurales correspondientes
3. Comparte los resultados de los ejercicios con su docente.
4. Recibe retroalimentación docente.
5. Participa pasando al pizarrón para compartir resultados de manera grupal.
6. Entrega los ejercicios completos de manera individual.

### **Recursos de apoyo**

- Cuaderno de notas

### **Práctica 4: Nomenclatura de alquenos**

#### **Duración**

1 hora

#### **Procedimiento**

1. Atiende las instrucciones para el desarrollo de la práctica.
2. Realiza los ejercicios de nomenclatura: asignando nombres a estructuras de alquenos y/o escribiendo las fórmulas a partir de los nombres.
3. Comparte los resultados de los ejercicios con su docente.
4. Recibe retroalimentación docente.
5. Participa pasando al pizarrón para compartir resultados de manera grupal.
6. Entrega los ejercicios completos de manera individual.

### **Recursos de apoyo**

- Cuaderno de notas

### **Práctica 5: Isomería geométrica de alquenos**

#### **Duración**

1 hora

#### **Procedimiento**

1. Atiende las indicaciones para el desarrollo de la práctica.
2. Realiza los ejercicios para dibujar los isómeros geométricos o nombrarlos a partir de estructuras.
3. Comparte los resultados de los ejercicios con su docente.
4. Recibe retroalimentación docente.
5. Participa pasando al pizarrón para compartir resultados de manera grupal.
6. Entrega los ejercicios completos de manera individual.

### **Recursos de apoyo**

- Cuaderno de notas

### **Práctica 6: Nomenclatura de alquinos**

#### **Duración**

1 hora

#### **Procedimiento**

1. Atiende las orientaciones para el desarrollo de la práctica.



2. Realiza los ejercicios de nomenclatura: asignando nombres a estructuras de alquinos y/o escribiendo las fórmulas a partir de los nombres.
3. Comparte los resultados de los ejercicios con su docente.
4. Recibe retroalimentación docente.
5. Participa pasando al pizarrón para compartir resultados de manera grupal.
6. Entrega los ejercicios completos de manera individual.

#### **Recursos de apoyo**

- Cuaderno de notas

### **Práctica 7: Reacciones en hidrocarburos alifáticos**

#### **Duración**

1 hora

#### **Procedimiento**

1. Atiende las instrucciones para el desarrollo de la práctica.
2. Realiza ejercicios sobre las reacciones representativas de hidrocarburos alifáticos.
3. Comparte los resultados de los ejercicios con su docente.
4. Recibe retroalimentación docente.
5. Participa pasando al pizarrón para compartir resultados de manera grupal.
6. Entrega los ejercicios completos de manera individual.

#### **Recursos de apoyo**

- Cuaderno de notas

### **Práctica 8: Nomenclatura de compuestos derivados del benceno.**

#### **Duración**

1 hora

#### **Procedimiento**

1. Atiende las indicaciones para el desarrollo de la práctica.
2. Realiza los ejercicios de nomenclatura: asignando nombres a estructuras de compuestos derivados del benceno y/o escribiendo las fórmulas a partir de los nombres.
3. Comparte los resultados de los ejercicios con su docente.
4. Recibe retroalimentación docente.
5. Participa pasando al pizarrón para compartir resultados de manera grupal.
6. Entrega los ejercicios completos de manera individual.

#### **Recursos de apoyo**

- Cuaderno de notas

## Práctica 9: Reacciones de compuestos derivados del benceno.

### **Duración**

1 hora

### **Procedimiento**

1. Atiende las orientaciones para el desarrollo de la práctica.
2. Realiza ejercicios sobre las reacciones representativas de compuestos derivados del benceno.
3. Comparte los resultados de los ejercicios con su docente.
4. Recibe retroalimentación docente.
5. Participa pasando al pizarrón para compartir resultados de manera grupal.
6. Entrega los ejercicios completos de manera individual.

### **Recursos de apoyo**

- Cuaderno de notas

## Unidad III: Grupos funcionales con carbono, hidrógeno, oxígeno

## Práctica 10: Nomenclatura de alcoholes

### **Duración**

1 hora

### **Procedimiento**

1. Atiende las instrucciones para el desarrollo de la práctica.
2. Realiza los ejercicios de nomenclatura: asignando nombres a estructuras de alcoholes y/o escribiendo las fórmulas a partir de los nombres.
3. Comparte los resultados de los ejercicios con su docente .
4. Recibe retroalimentación docente.
5. Participa pasando al pizarrón para compartir resultados de manera grupal.
6. Entrega los ejercicios completos de manera individual.

### **Recursos de apoyo**

- Cuaderno de notas

## Práctica 11: Nomenclatura de aldehídos y cetonas

### **Duración**

1 hora

### **Procedimiento**

1. Atiende las indicaciones para el desarrollo de la práctica.
2. Realiza los ejercicios de nomenclatura: asignando nombres a estructuras de aldehídos y/o escribiendo las fórmulas a partir de los nombres.

3. Realiza los ejercicios de nomenclatura: asignando nombres a estructuras de cetonas y/o escribiendo las fórmulas a partir de los nombres.
4. Comparte los resultados de los ejercicios con su docente.
5. Recibe retroalimentación docente.
6. Participa pasando al pizarrón para compartir resultados de manera grupal.
7. Entrega los ejercicios completos de manera individual.

### **Recursos de apoyo**

- Cuaderno de notas

## **Práctica 12: Nomenclatura de ácidos carboxílicos**

### **Duración**

1 hora

### **Procedimiento**

1. Atiende las orientaciones para el desarrollo de la práctica.
2. Realiza los ejercicios de nomenclatura: asignando nombres a estructuras de ácidos carboxílicos y/o escribiendo las fórmulas a partir de los nombres.
3. Comparte los resultados de los ejercicios con su docente.
4. Recibe retroalimentación docente.
5. Participa pasando al pizarrón para compartir resultados de manera grupal.
6. Entrega los ejercicios completos de manera individual.

### **Recursos de apoyo**

Cuaderno de notas

## **Práctica 13: Reacciones en compuestos con H, C, y O.**

### **Duración**

1 hora

### **Procedimiento**

1. Atiende las instrucciones para el desarrollo de la práctica.
2. Realiza ejercicios sobre las reacciones representativas de compuestos con oxígeno como: alcoholes, aldehídos, cetonas y ácidos carboxílicos.
3. Comparte los resultados de los ejercicios con su docente.
4. Recibe retroalimentación docente.
5. Participa pasando al pizarrón para compartir resultados de manera grupal.
6. Entrega los ejercicios completos de manera individual.

### **Recursos de apoyo**

- Cuaderno de notas

## Práctica 14: Nomenclatura de ésteres y anhídridos

### **Duración**

1 hora

### **Procedimiento**

1. Atiende las indicaciones para el desarrollo de la práctica.
2. Realiza los ejercicios de nomenclatura: asignando nombres a estructuras de ésteres y/o escribiendo las fórmulas a partir de los nombres.
3. Realiza los ejercicios de nomenclatura: asignando nombres a estructuras de anhídridos y/o escribiendo las fórmulas a partir de los nombres.
4. Comparte los resultados de los ejercicios con su docente.
5. Recibe retroalimentación docente.
6. Participa pasando al pizarrón para compartir resultados de manera grupal.
7. Entrega los ejercicios completos de manera individual.

### **Recursos de apoyo**

- Cuaderno de notas

## Unidad IV: Grupos funcionales con carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno.

## Práctica 15: Nomenclatura de aminas

### **Duración**

1 hora

### **Procedimiento**

1. Atiende las orientaciones para el desarrollo de la práctica.
2. Realiza los ejercicios de nomenclatura: asignando nombres a estructuras de aminas y/o escribiendo las fórmulas a partir de los nombres.
3. Comparte los resultados de los ejercicios con su docente.
4. Recibe retroalimentación docente.
5. Participa pasando al pizarrón para compartir resultados de manera grupal.
6. Entrega los ejercicios completos de manera individual.

### **Recursos de apoyo**

- Cuaderno de notas

## Práctica 16: Nomenclatura de amidas

### **Duración**

1 hora

### **Procedimiento**

1. Atiende las instrucciones para el desarrollo de la práctica.

2. Realiza los ejercicios de nomenclatura: asignando nombres a estructuras de amidas y/o escribiendo las fórmulas a partir de los nombres.
3. Comparte los resultados de los ejercicios con su docente.
4. Recibe retroalimentación docente.
5. Participa pasando al pizarrón para compartir resultados de manera grupal.
6. Entrega los ejercicios completos de manera individual.

### **Recursos de apoyo**

- Cuaderno de notas

## **VIII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO**

### **Unidad I: Estructura química del carbono**

#### **Práctica 1: Encuadre**

##### **Duración**

3 horas

##### **Procedimiento**

1. Revisa las reglas para el trabajo en el laboratorio.
2. Recibe instrucciones para la elaboración de los diagramas de flujo.
3. Conoce el protocolo para elaborar el reporte escrito de las prácticas de laboratorio.
4. Recibe información sobre la forma de evaluación.

### **Recursos de apoyo**

- Reglamento de laboratorio
- Bitácora

#### **Práctica 2: Propiedades de compuestos orgánicos.**

##### **Duración**

3 horas

##### **Procedimiento**

1. Atiende las instrucciones para el desarrollo de la práctica.
2. Realiza pruebas de ignición para compuestos de diferente naturaleza.
3. Clasifica las sustancias según el color de la flama y residuos producidos.
4. Realiza pruebas de solubilidad siguiendo un esquema general para poder clasificar la naturaleza de cada sustancia.
5. Realiza las actividades propuestas en equipo.
6. Realiza observaciones y toma nota de los resultados.
7. Recibe retroalimentación docente.

8. Lava y ordena su material, así como su lugar de trabajo.

### **Recursos de apoyo**

- Equipo de protección personal
- Manual de prácticas
- Bitácora
- Material de vidrio
- Instrumentos de laboratorio

### **Práctica 3: Modelaje químico.**

#### **Duración**

3 horas

#### **Procedimiento**

1. Atiende las instrucciones para el desarrollo de la práctica.
2. Arma moléculas que representan hidrocarburos saturados, insaturados, isómeros y compuestos cíclicos.
3. Realiza las actividades propuestas en equipo.
4. Realiza observaciones y toma nota de los resultados.
5. Recibe retroalimentación docente.

### **Recursos de apoyo**

- Bata
- Manual de prácticas
- Bitácora
- Modelos moleculares

## **Unidad II: Hidrocarburos**

### **Práctica 4: Identificación de hidrocarburos cíclicos y aromáticos.**

#### **Duración**

3 horas

#### **Procedimiento**

1. Atiende las instrucciones para el desarrollo de la práctica.
2. Aprende a identificar el tipo de hidrocarburo presente en una sustancia en función de la reactividad en procesos de halogenación, oxidación y nitración.
3. Realiza las actividades propuestas en equipo.
4. Realiza observaciones y toma nota de los resultados.
5. Recibe retroalimentación docente.

6. Lava y ordena su material, así como su lugar de trabajo.

### **Recursos de apoyo**

- Equipo de protección personal
- Manual de prácticas
- Bitácora
- Material de vidrio
- Instrumentos de laboratorio
- Reactivos

### **Práctica 5: Destilación simple.**

#### **Duración**

3 horas

#### **Procedimiento**

1. Atiende las instrucciones para el desarrollo de la práctica
2. Adquiere habilidad para el montaje de equipos de destilación simple.
3. Separa mezclas líquidas de sustancias que tienen diferentes puntos de ebullición presentes en productos comerciales.
4. Realiza las actividades propuestas en equipo.
5. Toma nota de los resultados.
6. Recibe retroalimentación docente.
7. Lava y ordena su material, así como su lugar de trabajo.

### **Recursos de apoyo**

- Equipo de protección personal
- Manual de prácticas
- Bitácora
- Material de vidrio
- Instrumentos de laboratorio
- Reactivos

### **Práctica 6: Destilación fraccionada.**

#### **Duración**

3 horas

#### **Procedimiento**

1. Atiende las instrucciones para el desarrollo de la práctica
2. Adquiere habilidad para el montaje de equipos de destilación fraccionada.

3. Separa mezclas líquidas de sustancias que tienen diferentes puntos de ebullición presentes en productos comerciales.
4. Realiza las actividades propuestas en equipo.
5. Toma nota de los resultados.
6. Recibe retroalimentación docente.
7. Lava y ordena su material, así como su lugar de trabajo.

### **Recursos de apoyo**

- Equipo de protección personal
- Manual de prácticas
- Bitácora
- Material de vidrio
- Instrumentos de laboratorio
- Reactivos

## **Práctica 7: Isomería geométrica: transformación de ácido de maleico a ácido fumárico**

### **Duración**

3 horas

### **Procedimiento**

1. Atiende las instrucciones para el desarrollo de la práctica.
2. Adquiere habilidad para el montaje de un equipo de reflujo.
3. Realiza de forma experimental la conversión del ácido maleico (isómero *cis*) a ácido fumárico (isómero *trans*).
4. Verifica la conversión del isómero *cis* en el isómero *trans* es posible mediante prueba de solubilidad.
5. Realiza las actividades propuestas en equipo.
6. Realiza observaciones y toma nota de los resultados.
7. Recibe retroalimentación docente.
8. Lava y ordena su material, así como su lugar de trabajo.

### **Recursos de apoyo**

- Equipo de protección personal
- Manual de prácticas
- Bitácora
- Material de vidrio
- Instrumentos de laboratorio
- Reactivos



## Unidad III: Grupos funcionales con carbono, hidrógeno, oxígeno

### Práctica 8: Identificación de alcoholes

#### **Duración**

3 horas

#### **Procedimiento**

1. Atiende las instrucciones para el desarrollo de la práctica.
2. Realiza de forma experimental la identificación cualitativa de alcoholes y fenoles a través de propiedades fisicoquímicas (solubilidad, acidez, oxidación).
3. Distingue a los alcoholes como primarios, secundarios y terciarios según su reactividad química.
4. Realiza las actividades propuestas en equipo.
5. Realiza observaciones y toma nota de los resultados.
6. Recibe retroalimentación docente.
7. Lava y ordena su material, así como su lugar de trabajo.

#### **Recursos de apoyo**

- Equipo de protección personal
- Manual de prácticas
- Bitácora
- Material de vidrio
- Instrumentos de laboratorio
- Reactivos

### Práctica 9: Diferencia entre aldehídos y cetonas

#### **Duración**

3 horas

#### **Procedimiento**

1. Atiende las instrucciones para el desarrollo de la práctica.
2. Realiza pruebas de detección del grupo carbonilo en muestras asignadas.
3. Reconoce a los aldehídos y a las cetonas a través de su respuesta química con reactivos específicos.
4. Realiza las actividades propuestas en equipo.
5. Realiza observaciones y toma nota de los resultados.
6. Recibe retroalimentación docente.
7. Lava y ordena su material, así como su lugar de trabajo

#### **Recursos de apoyo**

- Equipo de protección personal
- Manual de prácticas
- Bitácora
- Material de vidrio
- Instrumentos de laboratorio
- Reactivos

## **Práctica 10: Cuantificación de un ácido carboxílico por titulación ácido-base**

### ***Duración***

3 horas

### ***Procedimiento***

1. Atiende las instrucciones para el desarrollo de la práctica.
2. Adquiere habilidad para el montaje de un equipo de titulación.
3. Determina la concentración de una muestra problema de ácido carboxílico a través de una titulación ácido-base.
4. Calcula el índice de acidez en una muestra problema.
5. Realiza las actividades propuestas en equipo.
6. Realiza observaciones y toma nota de los resultados.
7. Recibe retroalimentación docente.
8. Lava y ordena su material, así como su lugar de trabajo.

### ***Recursos de apoyo***

- Equipo de protección personal
- Manual de prácticas
- Bitácora
- Tabla periódica
- Calculadora
- Material de vidrio
- Instrumentos de laboratorio
- Reactivos

## **Unidad IV: Grupos funcionales con carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno.**

### **Práctica 11: Extracción y cuantificación de cafeína**

### ***Duración***

3 horas

### ***Procedimiento***

1. Atiende las instrucciones para el desarrollo de la práctica.
2. Extrae por medios químicos un alcaloide como la cafeína a partir de un producto comercial.
3. Realiza las actividades propuestas en equipo.
4. Realiza observaciones y toma nota de los resultados.
5. Recibe retroalimentación docente.
6. Lava y ordena su material, así como su lugar de trabajo.

### **Recursos de apoyo**

- Equipo de protección personal
- Manual de prácticas
- Bitácora
- Tabla periódica
- Calculadora
- Material de vidrio
- Instrumentos de laboratorio
- Reactivos

## **Práctica 12: Extracción y cuantificación de pigmentos**

### **Duración**

3 horas

### **Procedimiento**

1. Atiende las instrucciones para el desarrollo de la práctica.
2. Adquiere habilidad para el manejo de un equipo espectrofotométrico.
3. Determinar la concentración de pigmentos de una muestra problema a través de extracción con solventes orgánicos.
4. Realiza las actividades propuestas en equipo.
5. Realiza observaciones y toma nota de los resultados.
6. Recibe retroalimentación docente.
7. Lava y ordena su material, así como su lugar de trabajo.

### **Recursos de apoyo**

- Equipo de protección personal
- Manual de prácticas
- Bitácora
- Material de vidrio
- Instrumentos de laboratorio
- Reactivos

### **Práctica 13: Técnicas de cromatografía: aminoácidos**

#### ***Duración***

3 horas

#### ***Procedimiento***

1. Atiende las instrucciones para el desarrollo de la práctica.
2. Adquiere habilidad para el uso de la técnica de cromatografía en papel.
3. Identifica y caracteriza aminoácidos esenciales por cromatografía.
4. Realiza las actividades propuestas en equipo.
5. Realiza observaciones y toma nota de los resultados.
6. Calcula los factores de retención ( $R_f$ 's) en un cromatograma.
7. Recibe retroalimentación docente.
8. Lava y ordena su material, así como su lugar de trabajo.

#### ***Recursos de apoyo***

- Equipo de protección personal
- Manual de prácticas
- Bitácora
- Material de vidrio
- Instrumentos de laboratorio
- Reactivos

### **Práctica 14: Técnicas de cromatografía: separación de pigmentos**

#### ***Duración***

3 horas

#### ***Procedimiento***

1. Atiende las instrucciones para el desarrollo de la práctica.
2. Separar e identificar los diferentes tipos de pigmentos contenidos en un extracto a través de cromatografía de capa fina.
3. Realiza las actividades propuestas en equipo.
4. Realiza observaciones y toma nota de los resultados.
5. Recibe retroalimentación docente.
6. Lava y ordena su material, así como su lugar de trabajo.

#### ***Recursos de apoyo***

- Equipo de protección personal
- Manual de prácticas
- Bitácora

- Material de vidrio
- Instrumentos de laboratorio
- Reactivos

## **Práctica 15: Obtención de carbohidratos: polisacáridos algales**

### ***Duración***

3 horas

### ***Procedimiento***

1. Atiende las instrucciones para el desarrollo de la práctica.
2. Extraer los carbohidratos totales (carragenanos) en una muestra biológica vegetal (algas rojas) mediante una hidrólisis ácida.
3. Realiza las actividades propuestas en equipo.
4. Realiza observaciones y toma nota de los resultados.
5. Recibe retroalimentación docente.
6. Guarda la muestra final y la etiqueta correctamente, para su uso posterior.
7. Lava y ordena su material, así como su lugar de trabajo.

### ***Recursos de apoyo***

- Equipo de protección personal
- Manual de prácticas
- Bitácora
- Material de vidrio
- Instrumentos de laboratorio
- Reactivos
- Alga roja deshidratada

## **Práctica 16: Determinación espectrofotométrica de carbohidratos totales**

### ***Duración***

3 horas

### ***Procedimiento***

1. Atiende las instrucciones para el desarrollo de la práctica.
2. Evalúa el contenido de carbohidratos totales a través de un método espectrofotométrico.
3. Realiza las actividades propuestas en equipo.
4. Realiza observaciones y toma nota de los resultados.
5. Gráfica sus resultados.
6. Calcula la concentración por interpolación de datos.
7. Recibe retroalimentación docente.
8. Lava y ordena su material, así como su lugar de trabajo.

### **Recursos de apoyo**

- Equipo de protección personal
- Manual de prácticas
- Bitácora
- Material de vidrio
- Instrumentos de laboratorio
- Reactivos

## **XI. MÉTODO DE TRABAJO**

### **Encuadre**

El primer día de clase cada docente debe establecer la forma de trabajo, criterios de evaluación, calidad de los trabajos académicos, derechos y obligaciones docente-estudiante.

### **Estrategias de enseñanza**

- Método de proyectos
- Técnica expositiva
- Instrucción guiada

### **Estrategias de aprendizaje**

- Trabajo colaborativo
- Técnica expositiva
- Mapas conceptuales
- Investigación documental

## **X. CRITERIOS DE EVALUACIÓN**

### **Criterios de acreditación**

Para tener derecho a examen ordinario y extraordinario cada estudiante debe cumplir con los porcentajes de asistencia que establece el Estatuto Escolar vigente. La calificación es en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 60.

### **Criterios de evaluación**

|                                 |     |
|---------------------------------|-----|
| Evaluaciones parciales          | 35% |
| Tareas                          | 5%  |
| Proyecto                        | 15% |
| Portafolio de talleres          | 15% |
| Reportes de laboratorio         | 20% |
| Diagramas de flujo de prácticas | 5%  |
| Cuestionarios de laboratorio    | 5%  |

Total

100%

## XI. REFERENCIAS

### Recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

- Bruice Y. P. (2015). *Fundamentos de química orgánica*. (3a ed.) Pearson Education [Clásica].
- Carey F. A. Giuliano R. M., Allison N. T., Bane S. L. (2024) *Química Orgánica*.(12 ed.) McGraw-Hill Interamericana  
<https://uabc.vitalsource.com/reader/books/9781456299255/pageid/32>
- McMurry J. (2018). *Química Orgánica*. (9 ed.) Cengage Learning Editores [Clásica].
- Vollhardt K. P. C., Schore N. E., (2003) *Organic chemistry: structure and function* (4 ed.) W.H. Freeman and Co, [Clásica].
- Wade L. (2017). *Química Orgánica*.(9 ed.) Pearson Hispano América [Clásica].  
<https://uabc.vitalsource.com/reader/books/9786073238502/pageid/83>

### Recursos de acceso libre o complementarios externos

- Fernández G., Química Orgánica.net (2025) Pagina web (consultado el 28 de mayo de 2025)  
<https://www.quimicaorganica.net/>
- Fernández G., Química Orgánica.org (2025) Blog de enseñanza (consultado el 28 de mayo de 2025) <https://www.quimicaorganica.org/>
- Khan Academy (2025) Lecciones de Química Orgánica. (consultado el 28 de mayo de 2025)  
<https://es.khanacademy.org/science/organic-chemistry>
- McMurry J. (2008). *Química Orgánica*. (7 ed.) Cengage Learning Editores  
<https://fcen.uncuyo.edu.ar/catedras/john-mcmurry-quimica-organica-2008-cengage-learning.pdf>
- Molview (2025) Construcción de moléculas (consultado el 30 de mayo de 2025)  
<https://molview.org/?cid=6115>
- Master Organic Chemistry (consultado el 30 de mayo de 2025)  
<https://www.masterorganicchemistry.com/summary-sheets/>

## XII. PERFIL DOCENTE

Licenciatura en Química, Biología, Oceanología, Biotecnología en Acuicultura, Ciencias Ambientales, área afín o posgrado de ciencias naturales, con experiencia probada en el área y

la docencia mínima de 2 años. Ser una persona proactiva, analítica y que fomente el trabajo colaborativo.





**PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE**

**I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN**

|                                            |                                                                                                                                                               |
|--------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Unidad académica:</b>                   | Facultad de Ciencias Marinas, Ensenada                                                                                                                        |
| <b>Programa educativo:</b>                 | Biotecnología en Acuicultura                                                                                                                                  |
| <b>Plan de Estudios:</b>                   | 2026-2                                                                                                                                                        |
| <b>Nombre de la unidad de aprendizaje:</b> | Geología Costera                                                                                                                                              |
| <b>Clave:</b>                              |                                                                                                                                                               |
| <b>Distribución horaria:</b>               | Horas Clase: 02<br>Horas Taller: 00<br>Horas Laboratorio: 02<br>Horas Práctica de Campo: 01<br>Horas Clínicas: 00<br>Horas Extra-clase: 02<br><br>Créditos:07 |
| <b>Etapas de formación:</b>                | Básica                                                                                                                                                        |
| <b>Carácter:</b>                           | Obligatoria                                                                                                                                                   |
| <b>Requisito:</b>                          | Ninguno                                                                                                                                                       |
| <b>Modalidad de impartición:</b>           | Presencial                                                                                                                                                    |
| <b>Equipo de diseño:</b>                   | Ángel Raúl Herrera Gutiérrez<br>Diana Arenas Islas<br>Usama Ismael Yarbu Lugo<br>Christina Verónica Treinen Crespo                                            |
| <b>Subdirección que aprueba el PUA:</b>    | Patricia Alvarado Graef                                                                                                                                       |
| <b>Fecha:</b>                              | 25 de febrero de 2026                                                                                                                                         |
| <b>Aprobación y registro:</b>              |                                                                                                                                                               |

## **II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE**

Proporciona los conocimientos fundamentales sobre los materiales geológicos, las estructuras geomorfológicas, la dinámica geológico-costera, sus procesos e infraestructura asociada. A través de una metodología científica, se busca que comprendan el comportamiento integral de estos elementos para su aplicación en entornos acuícolas, estableciendo las bases del conocimiento necesarias para un desempeño profesional competente en el ámbito de la Biotecnología en Acuicultura. La asignatura Geología Costera, se ubica en la etapa básica, es de carácter obligatorio y pertenece al área de conocimiento de Producción Acuícola, se sugiere que las y los estudiantes cuenten con conocimientos previos en Geomática.

## **III. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE**

Evaluar las características morfológicas, dinámicas y geológicas de las costas y cuerpos costeros mediante la identificación de sus elementos y el análisis interdisciplinario apoyado en la metodología científica y herramientas de observación directa y análisis espacial, para proponer sitios adecuados para el desarrollo acuícola, actuando con responsabilidad, ética y respeto por el medio ambiente.

## **IV. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE**

Elaboración de un proyecto integrador de campo en formato interactivo o audiovisual (video o presentación multimedia grupal) que sintetice las experiencias y observaciones obtenidas durante las prácticas de campo y laboratorio. El producto deberá mostrar la capacidad del estudiante para reconocer e interpretar materiales, estructuras y procesos geológicos, aplicando el método científico y utilizando recursos digitales y cartografía, con actitud colaborativa, ética y responsable hacia el entorno.

## **V. COMPETENCIA PROFESIONAL DEL PERFIL DE EGRESO A LA QUE CONTRIBUYE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE**

Diseñar e implementar estrategias de manejo acuícola resilientes y sostenibles, mediante el análisis de riesgos ambientales, la adaptación de tecnologías apropiadas y la integración de enfoques socio-ecosistémicos, para mitigar los impactos del cambio climático y fortalecer la sostenibilidad en toda la cadena de valor acuícola, con responsabilidad ambiental y social, con pensamiento crítico, ética profesional y compromiso social.

## **VI. EJE TRANSVERSAL AL QUE CONTRIBUYE**

Compromiso con la Responsabilidad Social e Innovación Social.

## **VII. DESARROLLO POR UNIDADES**

### **Unidad I. Fundamentos de geología para la acuicultura**

#### **Competencia**

Explicar las principales ideas acerca del origen de la Tierra en nuestro sistema solar, su estructura interna y de la corteza, mediante el análisis de las principales teorías existentes, para contextualizar los procesos de las nuevas teorías como la tectónica de placas, la formación de los suelos y la aplicación de la Estratigrafía, con respeto y con una actitud crítica, propositiva y reflexiva.

#### **Contenido**

- 1.1. La ciencia de la geología y el planeta Tierra
  - 1.1.1 Método Científico en la geología costera y su aplicación
  - 1.1.2 Planeta Tierra: ubicación en el sistema solar y su origen
  - 1.1.3 Estructura interna de la Tierra: corteza terrestre y tectónica de placas
  - 1.1.4 Minerales
  - 1.1.5 Ciclo de las rocas y tipo de suelos
  - 1.1.6 Estratigrafía

#### **Duración**

10 horas

### **Unidad II. Sedimentos y suelos**

#### **Competencia**

Describir el desarrollo de costas y los ambientes marinos costeros, y la interacción que tienen con los cambios del nivel del mar y sus procesos evolutivos, mediante el análisis de sus características y los procesos geológicos que en ellos tienen lugar, así como los cambios topográficos, para predecir su dinámica y variación, y utilizarlas para los fines de la acuicultura, con una actitud positiva, crítica y propositiva, con responsabilidad hacia el medio ambiente y la sociedad.

#### **Contenido**

- 2.1. Procesos sedimentarios
  - 2.1.1. Intemperismo
  - 2.1.2. Transporte
  - 2.1.3. Erosión
  - 2.1.4. Acumulación
- 2.2. Formación de suelos
  - 2.2.1. Textura y estructura del suelo
  - 2.2.2. Granulometría y métodos de análisis
  - 2.2.3. Porosidad, permeabilidad y retención de agua

- 2.3. Suelos problemáticos y su manejo
  - 2.3.1 Suelos salinos, sulfatados y anóxicos
  - 2.3.2 Implicaciones geológicas para acuacultura
  - 2.3.3 Técnicas de mejoramiento y remediación

### ***Duración***

10 horas

## **Unidad III. Procesos costeros y geomorfología**

### ***Competencia***

Describir los sistemas generales de los deltas, estuarios y lagunas costeras, su distribución, evolución y dinámica, mediante el estudio de casos y el análisis de esquemas y modelos, para considerar el uso de estos sistemas en la acuacultura con sus características morfológicas, dinámicas, sedimentológicas y evolutivas, con una actitud crítica, responsable y positiva de dichos cuerpos costeros.

### ***Contenido***

- 3.1. Procesos costeros
  - 3.1.1. Erosión por oleaje
  - 3.1.2. Sedimentación continental
  - 3.1.3. Mareas
  - 3.1.4. Refracción y difracción del oleaje
  - 3.1.5. Corrientes de Retorno
  - 3.1.6. Transporte Litoral
- 3.2. Geomorfología costera
  - 3.2.1. Deltas
  - 3.2.2. Estuarios
  - 3.2.3. Lagunas Costeras
  - 3.2.4. Playas y zonas intermareales
    - 3.2.4.1. Dunas
    - 3.2.4.2. Flechas
    - 3.2.4.3. Tómbolos
    - 3.2.4.4. Acantilados
    - 3.2.4.5. Chimeneas
    - 3.2.4.6. Batimetría

### ***Duración***

8 horas

## **Unidad IV. Aplicación de criterios geológicos en unidades de producción acuícola**

### ***Competencia***

Evaluar sitios con vocación acuícola a partir de criterios geográficos y geomorfológicos para la

elección de sitios aptos para el desarrollo de actividad acuícola con una actitud positiva y crítica, y con responsabilidad con el medio ambiente y con la sociedad.

### **Contenido**

- 4.1. Evaluación de sitios con vocación acuícola
  - 4.1.1. Criterios de evaluación geográfica y geomorfológica
  - 4.1.2. Clasificación de sitios aptos
  - 4.1.3. Estudios de caso en México

### **Duración**

4 horas

## **VIII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO**

### **Unidad I: Fundamentos de geología para la acuicultura**

#### **Práctica 1: Mineralogía**

### **Duración**

2 horas

#### **1. Procedimiento**

2. Atiende indicaciones docentes para elaborar el diseño metodológico de la investigación.
3. Organiza el material mineral otorgado por el docente
4. Identifica hábito mineral y morfología de cada pieza
5. Identifica brillo, dureza y propiedades de cada muestra
6. Elabora un cuadro comparativo
7. Identifica por medio de tablas de Dana y material de apoyo
8. Indica cuál es la importancia de los minerales en general para la acuicultura
9. Elabora el reporte por equipo con entregable en formato digital por correo electrónico una semana después de terminar la práctica y docente retroalimenta

### **Recursos de apoyo**

- Set de minerales
- Kit de dureza
- Lupa de joyero
- Magneto
- Tablas de Dana
- Ácido clorhídrico al 1%
- Pieza de porcelana

## Práctica 2: Tipos de rocas

### ***Duración***

4 horas

1. Atiende indicaciones docentes para elaborar el diseño metodológico de la investigación.
2. Organiza el material otorgado por el docente
3. Identifica y separa rocas sedimentarias, metamórficas e ígneas
4. Utiliza criterios de identificación para cada uno de los tres grupos
5. Organiza la información en un cuadro comparativo
6. Identifica cada muestra con materiales bibliográficos de apoyo
7. Indica la importancia de los tres tipos de rocas en la acuicultura
8. Elabora el reporte por equipo con entregable en formato digital por correo electrónico una semana después de terminar la práctica y docente retroalimenta

### ***Recursos de apoyo***

- Muestras de rocas ígneas
- Lupa de joyero
- Bitácora de laboratorio
- Material bibliográfico de referencia

## Unidad II: Cuerpos de agua y estructuras sedimentarias

### Práctica 3: Granulometría

### ***Duración***

8 horas

1. Atiende indicaciones docentes para elaborar el diseño metodológico de la investigación.
2. Aplica protocolo de pretratamiento a muestras de sedimentos proporcionadas por el docente
3. Aplica procedimiento de tamizado sobre la muestra de sedimentos
4. Obtiene fracciones sedimentarias y las pesa
5. Analiza por el método de los momentos los datos obtenidos
6. Elabora el reporte por equipo con entregable en formato digital por correo electrónico una semana después de terminar la práctica y docente retroalimenta

### ***Recursos de apoyo***

- Muestras de sedimentos
- Serie de tamices
- Balanza
- Papel encerado

- Brocha
- Navecillas
- Recipientes plásticos
- Bitácora
- Equipo de cómputo
- Hojas milimétricas
- Juego geométrico
- Calculadora

#### **Práctica 4: Cromatografía de suelos**

##### ***Duración***

04 horas

##### ***Procedimiento***

1. Atiende indicaciones docentes para elaborar el diseño metodológico de la investigación.
2. Pesa y limpia la muestra en preparación para el pretratamiento
3. Prepara nitrato de plata al 0.5% e hidróxido de sodio al 1%
4. Secar y macerar la muestra
5. Tamizar con malla 2 y 4 phi
6. Recuperar 5 g para digestión básica y seguir protocolo
7. Preparar papel filtro con nitrato de plata
8. Correr cromatograma con papel filtro preparado y sobrenadante de la digestión
9. Exponer a luz solar para revelado
10. Interpretar cromas
11. Elabora el reporte por equipo con entregable en formato digital por correo electrónico una semana después de terminar la práctica y docente retroalimenta

##### ***Recursos de apoyo***

- Muestras de suelo
- Papel filtro No. 4
- Cajas Petri
- Balanza analítica
- Tamices 2 y 4 phi
- Mortero de porcelana con pistilo
- Vasos de precipitado 50 y 100 mL
- Matraz aforado 50 mL
- Agitador magnético
- Regla
- Lápiz
- Matraz Erlenmeyer 250 mL

- Frasco ámbar
- Jeringa
- Cuarto oscurecido

### Unidad III: Procesos costeros y geomorfología

#### Práctica 5: Deltas

##### ***Duración***

2 horas

##### ***Procedimiento***

1. Atiende indicaciones docentes para elaborar el diseño metodológico de la investigación.
2. Realiza un modelo de transporte sedimentario con ayuda de materiales clásticos como grava, arena y arcillas
3. Monta el modelo en un canal y simula lluvia con un atomizador
4. Analiza el transporte sedimentario mediante los cambios en la topografía, cambios en inclinación, lejanía de los sedimentos y distribución de tamaños de partícula en el canal.
5. Anota y discute sus resultados
6. Realiza un ejercicio de identificación de morfologías de delta con base en imágenes
7. Ubica deltas cercanos y los asocia con su geología regional mediante mapas geológicos
8. Elabora el reporte por equipo con entregable en formato digital por correo electrónico una semana después de terminar la práctica y docente retroalimenta

##### ***Recursos de apoyo***

- Canal de plástico transparente
- Muestras de sedimentos grava, arena y arcillas
- Atomizador
- Agua
- Dispositivo fotográfico
- Transportador
- Plumón indeleble
- Imágenes de referencia
- Mapa geológico
- Bitácora
- Tarjeta de referencia para tamaños de partícula

#### Práctica 6: Estuarios

##### ***Duración***

2 horas



### **Procedimiento**

1. Atiende indicaciones docentes para elaborar el diseño metodológico de la investigación.
2. Analiza un diagrama de estuario para determinar sus características hidrológicas
3. Realiza un modelo de un estuario con base en la imagen analizada
4. Discute movimiento sedimentario con base en el modelo de plastilina
5. Ubica estuarios cercanos y los asocia con su geología regional mediante mapas geológicos
6. Elabora el reporte por equipo con entregable en formato digital por correo electrónico una semana después de terminar la práctica y docente retroalimenta

### **Recursos de apoyo**

- Plastilina
- Muestras de arenas, gravas y arcillas
- Agua
- Base de cartón
- Imagen de referencia
- Mapa geológico
- Bitácora

## **Práctica 7: Laguna costera**

### **Duración**

2 horas

### **Procedimiento**

1. Atiende indicaciones docentes para elaborar el diseño metodológico de la investigación.
2. Busca e identifica lagunas costeras a lo largo de la costa de Baja California
3. Ubica las lagunas costeras que tienen desarrollo industrial asociado
4. Identifica el tipo de desarrollo industrial
5. Busca información sobre producción e impacto social de esos desarrollos industriales
6. Realiza un diagrama de distribución del desarrollo industrial que elija y su asociación con la geomorfología particular de la zona donde se encuentra
7. Ubica lagunas costeras cercanas y las asocia con su geología regional mediante mapas geológicos
8. una semana después de terminar la práctica y docente retroalimenta

### **Recursos de apoyo**

- Internet
- Google Earth
- Papel milimétrico
- Equipo de computación
- Juego geométrico
- Mapa geológico
- Bitácora

## Práctica 8: Erosión costera

### ***Duración***

2 horas

### ***Procedimiento***

1. Atiende indicaciones docentes para elaborar el diseño metodológico de la investigación.
2. Observación de ambientes reales
3. Identificar procesos de erosión y acumulación sedimentaria
4. En laboratorio realizar un análisis de la erosión de zona costera según imagen de referencia
5. Asociar la información obtenida con la actual línea costera
6. Elabora el reporte por equipo con entregable en formato digital por correo electrónico una semana después de terminar la práctica y docente retroalimenta

### ***Recursos de apoyo***

- Bitácora
- Imagen de referencia
- Calculadora
- Regla
- Internet
- Google Earth

## Práctica 9: Geografía de la zona costera

### ***Duración***

6 horas

### ***Procedimiento***

1. Atiende indicaciones docentes para elaborar el diseño metodológico de la investigación.
2. Analiza el material bibliográfico y de referencia otorgado por el docente
3. Se dedica a rastrear y obtener información sobre geografía de la zona costera mexicana
4. Obtiene y analiza bases de datos sobre producción en zona costera mexicana
5. Responde el cuestionario
6. Elabora el reporte por equipo con entregable en formato digital por correo electrónico una semana después de terminar la práctica y docente retroalimenta

### ***Recursos de apoyo***

- Material bibliográfico de apoyo
- Internet
- Equipo de computación
- Bitácora

## VIII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE CAMPO

## Unidad I: Fundamentos de geología para la acuacultura

### Práctica 1: Análisis geomorfológico de zonas de producción acuícola

#### **Duración**

16 horas

#### **Procedimiento**

1. Preparación previa
  - a. Revisión teórica y bibliográfica sobre geomorfología costera, procesos sedimentarios y dinámicas en Bahía de Todos Santos y San Quintín.
  - b. Estudio de mapas geológicos, sedimentarios y ambientales de ambas bahías.
2. Trabajo de campo (visita a unidades productivas acuícolas)
  - a. Inspección visual y documental de zonas seleccionadas en ambas bahías.
  - b. Descripción y registro detallado de rasgos geomorfológicos: playas, dunas, marismas, acantilados, barras arenosas, canales y llanuras lodosas.
  - c. Identificación de procesos dominantes: transporte de sedimentos por corrientes litorales y eólicas, dinámica de mareas, aporte fluvial, erosión y deposición.
  - d. Notas sobre características sedimentarias (textura, composición mineralógica), vegetación costera y posibles impactos ambientales.
3. Toma de datos específicos
  - a. Uso de instrumentos para medir características relevantes (nivelación simple, GPS para ubicación, cámaras para registro).
  - b. Recolección de muestras (sedimentos, agua) para análisis complementarios en laboratorio.
4. Análisis y discusión en campo
  - a. Evaluación de las condiciones naturales que influyen en la factibilidad y sostenibilidad de las unidades productivas acuícolas.
  - b. Observación de factores limitantes: erosión, sedimentación excesiva, contaminación, acción de viento y mareas.
  - c. Discusión grupal sobre la idoneidad de los sitios visitados para acuacultura basada en condiciones geomorfológicas y dinámicas.
5. Conclusiones y cierre
  - a. Reflexión sobre la importancia del conocimiento geológico y el manejo responsable del entorno para el desarrollo acuícola sostenible.
  - b. Enfatizar valores éticos como respeto, compromiso y disciplina durante la práctica de campo.
  - c. Documentación fotográfica y escrita completa para presentación posterior.

#### **Recursos de apoyo**

- Información bibliográfica
- Mapa geológico del área
- GPS y martillo geológico

## **XI. MÉTODO DE TRABAJO**

### **Encuadre**

El primer día de clase, cada docente debe establecer de forma clara y formal:

- La metodología de trabajo.
- Criterios de evaluación y rúbricas.
- Reglas sobre la calidad y entrega de trabajos académicos.
- Derechos y obligaciones de docente y estudiantes.

### **Estrategia de enseñanza**

- Estudio de caso
- Aprendizaje basado en problemas
- Aprendizaje basado en casos
- Aprendizaje basado en preguntas
- Técnica expositiva
- Discusión guiada
- Instrucción guiada
- Trabajo de campo guiado
- Análisis de literatura especializada
- Simulación de casos reales

### **Estrategia de aprendizaje**

- Elaboración de organizadores gráficos (infografías, mapas mentales, mapas conceptuales)
- Interacción con actores reales (clientes, comunidades, usuarios)
- Investigación documental
- Investigación empírica
- Práctica reflexiva / Práctica reflexiva en campo
- Resolución de problemas
- Toma de apuntes estratégicos
- Trabajo de campo autónomo o investigativo

## X. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

### Criterios de acreditación

Para tener derecho a examen ordinario y extraordinario, cada estudiante debe cumplir con los porcentajes de asistencia que establece el Estatuto Escolar vigente. La calificación es en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 60.

### Criterios de evaluación

|                                                                       |      |
|-----------------------------------------------------------------------|------|
| Evaluaciones parciales.....                                           | 20%  |
| - Prácticas de laboratorio y campo:.....                              | 24%  |
| - Tareas y actividades:.....                                          | 20%  |
| - Desempeño, asistencia y actitud de trabajo.....                     | 10%  |
| - Proyecto integrador (producto audiovisual o multimedia grupal)..... | 26%  |
| Total.....                                                            | 100% |

## XI. REFERENCIAS

### Recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

- Boggs S. (2006). *Principles of Sedimentology and Stratigraphy* (5a ed.). Pearson Prentice Hall. [Clásica].
- Catuneanu, O. (2006). *Principles of Sequence Stratigraphy* (1st ed.) Amsterdam: Elsevier Science. [Clásica].
- Leeder M. R. (2011). *Sedimentology and sedimentary basins: from turbulence to tectonics* (2a. ed.). Oxford: Wiley-Blackwell [Clásica].
- McGowran B. (2005) *Biostratigraphy: Microfossils and geological time*. New York, USA.: Cambridge University Press. [Clásica].
- Selley R. C. (2000). *Applied Sedimentology* (2a. ed.). San Diego, California: Academic. [Clásica].

### Recursos de acceso libre o complementarios externos

- Aranda-Gómez J. J., Luhr J. F., Housh T. B., Valdez-Moreno G. y Chávez-Cabello G. (2005). *El volcanismo tipo intraplaca del Cenozoico tardío en el centro y norte de México: una revisión*. Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana. 3: 187-225. <https://doi.org/10.18268/bsgm2005v57n3a1> [Clásica].
- Allen P. A., y Allen J. R. (2006) *Basin Analysis: Principles and Applications*. Blackwell Publishing [Clásica].

- Cruz-Castillo M. (2002) *Catálogo de las fallas regionales activas en el Norte de Baja California, México*. GEOS, Unión Geofísica Mexicana 22(1): 37-42. <https://geos.cicese.mx/index.php/geos/article/view/171> [Clásica].
- Hepp K. C. (2014) *Acuicultura y generación de lodos en pisciculturas (Fase de agua dulce)*. Coyhaique: Boletín INIA – Instituto de Investigaciones Agropecuarias. <https://hdl.handle.net/20.500.14001/7770>
- Nichols G. (2011). *Sedimentology and Stratigraphy*. (2a. ed.). Wiley-Blackwell [Clásica].
- Tucker M. E. (2003). *Sedimentary Rocks in the field*. (3rd. ed.) John Wiley & Sons Ltd. [Clásica].

## **XII. PERFIL DOCENTE**

Licenciatura o posgrado en oceanografía, ciencias de la Tierra o carreras afines, con experiencia en docencia de dos años a nivel superior en temas relacionados con geociencias. Es necesario que el docente demuestre entusiasmo y responsabilidad por la docencia, que fomente el intercambio de ideas en el grupo, el pensamiento crítico y el desarrollo de ideas novedosas.



**PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE**

**I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN**

|                                            |                                                                                                                                                               |
|--------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Unidad académica:</b>                   | Facultad de Ciencias Marinas, Ensenada                                                                                                                        |
| <b>Programa educativo:</b>                 | Biotecnología en Acuacultura                                                                                                                                  |
| <b>Plan de Estudios:</b>                   | 2026-2                                                                                                                                                        |
| <b>Nombre de la unidad de aprendizaje:</b> | Introducción a la Acuacultura                                                                                                                                 |
| <b>Clave:</b>                              |                                                                                                                                                               |
| <b>Distribución horaria:</b>               | Horas Clase: 02<br>Horas Taller: 01<br>Horas Laboratorio: 00<br>Horas Práctica de Campo: 01<br>Horas Clínicas: 00<br>Horas Extra-clase: 02<br><br>Créditos:06 |
| <b>Etapas de formación:</b>                | Básica                                                                                                                                                        |
| <b>Carácter:</b>                           | Obligatoria                                                                                                                                                   |
| <b>Requisito:</b>                          | Ninguno                                                                                                                                                       |
| <b>Modalidad de impartición:</b>           | Presencial                                                                                                                                                    |
| <b>Equipo de diseño:</b>                   | Mario Alberto Galaviz Espinoza<br>Ángel Raúl Herrera Gutiérrez<br>Laura Liliana López Galindo                                                                 |
| <b>Subdirección que aprueba el PUA:</b>    | Patricia Alvarado Graef                                                                                                                                       |
| <b>Fecha:</b>                              | 25 de febrero de 2026                                                                                                                                         |
| <b>Aprobación y registro:</b>              |                                                                                                                                                               |

## II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Introducción a la Acuicultura es una Unidad de Aprendizaje de carácter obligatoria, se ubica de la etapa básica, y pertenece al área de conocimiento de Producción Acuícola, cuyo propósito es que cada estudiante domine la terminología básica de la acuicultura productiva. Es una unidad de aprendizaje relevante en la formación de las futuras y los futuros Biotecnólogos en Acuicultura, porque podrán reconocer y valorar las necesidades nacionales y mundiales actuales en el campo de la producción de alimentos acuícolas.

## III. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Interpretar las diferentes facetas de la acuicultura, mediante el análisis de casos de estudio de proyectos acuícolas, para extrapolarlos a los procesos productivos, biotecnológicos, económicos y ecológicos enmarcándolos dentro de su sustentabilidad al ambiente de manera objetiva y con respeto.

## IV. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE

Portafolio de evidencias que incluya reportes técnicos de las visitas a laboratorios de producción acuícola y granjas acuícolas que incluya: Introducción, fotografías de las instalaciones, descripción de los sistemas que utiliza el laboratorio o granja. Además de un ensayo libre sobre su vocación por la acuicultura.

## V. COMPETENCIA PROFESIONAL DEL PERFIL DE EGRESO A LA QUE CONTRIBUYE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Diseñar e implementar estrategias de manejo acuícola resilientes y sostenibles, mediante el análisis de riesgos ambientales, la adaptación de tecnologías apropiadas y la integración de enfoques socio-ecosistémicos, para mitigar los impactos del cambio climático y fortalecer la sostenibilidad en toda la cadena de valor acuícola, con responsabilidad ambiental y social, con pensamiento crítico, ética profesional y compromiso social.

## VI. EJE TRANSVERSAL AL QUE CONTRIBUYE

Innovación social y compromiso con la responsabilidad social.

## VII. DESARROLLO POR UNIDADES

### Unidad I. La Acuicultura como opción de Producción

#### **Competencia**

Analizar a la acuicultura como alternativa de producción sustentable, a través de la examinación de técnicas biotecnológicas y amigables presentes en las prácticas cotidianas, para detectar la necesidad de consumidores y productores, con actitud honesta y de responsabilidad social.



### **Contenido**

- 1.1. Introducción a la acuicultura. Definiciones e historia.
- 1.2. Prácticas presentes de la acuicultura.
- 1.3. El futuro de la acuicultura sustentable y sostenible.

### **Duración**

4 horas

## **Unidad II. Producción de plantas y animales acuáticos**

### **Competencia**

Contrastar la producción de plantas y animales acuáticos, aplicando la estadística y tendencias de las pesquerías y de la producción en acuicultura, para relacionarla con los productos que se ofrecen a consumidores, con honestidad y responsabilidad social.

### **Contenido**

- 2.1. Estadísticas y tendencias de las pesquerías.
- 2.2. Estadísticas y tendencias de la producción en acuicultura.
- 2.3. Valor de los productos acuáticos.

### **Duración**

4 horas

## **Unidad III. Prácticas de manejo en la acuicultura**

### **Competencia**

Comparar los diferentes métodos de medición de variables de calidad del agua y alimentación de organismos acuícolas, a través del análisis de casos de estudio de los métodos acuícolas, para establecer su importancia para controlar enfermedades en el cultivo, con disciplina y honestidad.

### **Contenido**

- 3.1. Parámetros importantes.
- 3.2. Manejo de la calidad del agua.
- 3.3. Manejo de la alimentación y control de enfermedades.
- 3.4. Peces
- 3.5. Moluscos
- 3.6. Crustáceos
- 3.7. Algas
- 3.8. Plantas y especies ornamentales.

### **Duración**

8 horas

## **Unidad IV. Fundamentos de nutrición y salud en especies acuáticas.**

### **Competencia**

Documentar las necesidades nutricionales de los organismos acuáticos, a través de la revisión de casos de estudio de las especies de interés acuícola, para proponer medidas de prevención y tratamiento de enfermedades; con ética profesional y responsabilidad.

### **Contenido**

- 4.1. Requerimientos nutricionales y formulación de dietas.
- 4.2. Enfermedades en organismos acuáticos, prevención y tratamiento.
- 4.3. Inocuidad acuícola.
- 4.4. Certificaciones en Acuicultura

### **Duración**

7 horas

## **Unidad V. Hacia una acuicultura sustentable y sostenible**

### **Competencia**

Establecer los impactos positivos y áreas de oportunidad de la acuicultura, mediante la discusión de casos de estudio de diferentes sistemas de producción, para proponer el uso de cultivos integrados, cultivos en sistemas de recirculación, maricultivos y el uso de Biofloc; con respeto al ambiente.

### **Contenido**

- 5.1. Impactos positivos y áreas de oportunidad de la acuicultura.
- 5.2. Sistemas integrados de acuicultura.
- 5.3. Sistemas de recirculación.
- 5.4. Sistemas de Biofloc
- 5.5. Maricultivos

### **Duración**

4 horas

## **Unidad VI. La investigación en acuicultura**

Analizar los problemas actuales de la acuicultura susceptibles de resolverse mediante técnicas de investigación biotecnológicas, a través de la interpretación de casos de estudio donde se utilicen herramientas ómicas y biotecnológicas, para apoyar el desarrollo de diversos sectores de la economía acuícola, con responsabilidad y compromiso social.

### **Contenido**

- 6.1. Identificación de problemas en acuicultura susceptibles de resolverse mediante investigación.
- 6.2. Uso de las herramientas ómicas y biotecnológicas en la acuicultura.

6.3. Oportunidades de ocupación en la acuacultura.

***Duración***

5 horas

## **VIII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER**

### **Unidad I. Producción de plantas y animales acuáticos**

#### **Práctica 1: Deficiencias y fortalezas del sector acuícola de la región.**

***Duración***

05 horas

***Procedimiento***

1. Recibe y atiende las instrucciones proporcionadas por su docente.
2. Analiza las fortalezas y deficiencias de diversas empresas acuícolas a partir de la información otorgada por su docente.
3. Prepara una exposición breve.
4. Comparte sus resultados ante el grupo.
5. Recibe retroalimentación docente.
6. Entrega presentación en plataformas institucionales.

***Recursos de apoyo***

- Estudios de caso de empresas acuícolas
- Laptop, tablet o dispositivo móvil.
- Cable para proyector.
- Proyector.

#### **Práctica 2: Desarrollo de la acuicultura nivel global.**

***Duración***

06 horas

***Procedimiento***

1. Recibe y atiende las instrucciones proporcionadas por su docente.
2. Integra equipos de trabajo.
3. Realiza una lectura guiada de una ficha técnica breve en inglés sobre especies acuícolas de importancia comercial (ej. tilapia, ostión, camarón).
4. Completa una tabla con datos puntuales: common name, scientific name, optimal temperature, feeding type.
5. Elabora un cuadro comparativo donde identifica el grado de desarrollo de México en comparación con otros países basado en las especies de mayor importancia en la acuacultura, a partir de información bibliográfica actualizada de "The State of World Fisheries and Aquaculture".

6. Presenta su actividad frente al grupo.
7. Recibe retroalimentación docente.
8. Entrega actividad en plataforma institucional.

#### **Recursos de apoyo**

- Bibliografía de apoyo.
- Laptop, tablet o dispositivo móvil.
- Cable para proyector.
- Proyector.

### **Unidad VI. La investigación en acuicultura**

#### **Práctica 3: Retos e innovaciones en la acuicultura.**

##### **Duración**

05 horas

##### **Procedimiento**

1. Recibe y atiende las instrucciones del docente.
2. Se integra en equipos de trabajo.
3. Realiza una presentación sobre los retos e innovaciones del sector acuícola, con base en fuentes confiables en inglés.
4. Presenta su actividad ante el grupo.
5. Recibe retroalimentación docente.
6. Entrega actividad en plataforma institucional.

#### **Recursos de apoyo**

- Bibliografía de apoyo
- Laptop, tablet o dispositivo móvil
- Cable para proyector
- Proyector

## **IX. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE CAMPO**

### **Unidad II: Producción de plantas y animales acuáticos**

#### **Práctica 1: Visita a instalaciones de acuicultura de la UABC (FCM e IIO).**

##### **Duración**

4 horas

##### **Procedimiento**

1. Recibe y atiende las instrucciones proporcionadas por su docente.
2. Realiza visita guiada a instalaciones de acuicultura dentro de la UABC.

3. Evalúa los elementos que contienen en cuanto a infraestructura para enumerar los elementos básicos de un laboratorio.
4. Toma notas y fotografías.
5. Recibe retroalimentación.
6. Entrega reporte de salida de campo.

#### ***Recursos de apoyo***

- Cuaderno de notas
- Cámara fotográfica
- Botas de trabajo
- Impermeable

### **Práctica 2: Visita a laboratorios de acuacultura de CICESE, CESAIBC, ISA, IMIPAS.**

#### ***Duración***

4 horas

#### ***Procedimiento***

1. Recibe y atiende las instrucciones proporcionadas por su docente.
2. Realiza visita guiada a instalaciones de LABORATORIOS DE CICESE, CESAIBC, ISA e IMIPAS.
3. Documenta las características de los laboratorios donde se realiza investigación en acuacultura.
4. Toma notas y fotografías.
5. Recibe retroalimentación.
6. Entrega reporte de salida de campo.

#### ***Recursos de apoyo***

- Cuaderno de notas
- Cámara fotográfica
- Botas de trabajo
- Impermeable

### **Práctica 3: Salida a laboratorio de producción de semilla de moluscos.**

#### ***Duración***

4 horas

#### ***Procedimiento***

1. Recibe y atiende las instrucciones proporcionadas por su docente.
2. Realiza visita a laboratorio de producción de semilla de ostión.
3. Compara la operación de un laboratorio de producción comercial y de los laboratorios para docencia o investigación.
4. Toma notas y fotografías.
5. Recibe retroalimentación.

6. Entrega reporte de salida de campo.

#### **Recursos de apoyo**

- Transporte escolar
- Cuaderno de notas
- Cámara fotográfica
- Botas de trabajo
- Bata de laboratorio
- Impermeable

### **Práctica 4: Salida a granja de producción comercial de peces.**

#### **Duración**

4 horas

#### **Procedimiento**

1. Recibe y atiende las instrucciones proporcionadas por su docente.
2. Realiza visita guiada a granja de producción comercial de peces.
3. Analiza la operación de una granja de producción de peces.
4. Toma notas y fotografías.
5. Recibe retroalimentación.
6. Entrega reporte de salida de campo.

#### **Recursos de apoyo**

- Transporte escolar
- Cuaderno de notas
- Cámara fotográfica
- Botas de trabajo
- Equipo de seguridad

## **IX. MÉTODO DE TRABAJO**

### **Encuadre**

El primer día de clase, cada docente debe establecer de forma clara y formal:

- La metodología de trabajo.
- Criterios de evaluación y rúbricas.
- Reglas sobre la calidad y entrega de trabajos académicos.
- Derechos y obligaciones de docente y estudiantes.

Esto debe quedar registrado y comunicado por medios institucionales (como Blackboard o correo institucional).

### **Estrategia de enseñanza**

- Aprendizaje basado en casos
- Aprendizaje basado en problemas
- Aprendizaje basado en proyectos
- Aprendizaje colaborativo
- Discusión guiada
- Estudio de caso
- Instrucción directa o guiada
- Simulación de casos reales

### **Estrategia de aprendizaje**

- Aprendizaje autorregulado
- Elaboración de organizadores gráficos (infografías, mapas mentales, mapas conceptuales)
- Investigación documental
- Práctica reflexiva
- Resolución de problemas
- Toma de apuntes estratégicos
- Trabajo colaborativo

## **X. CRITERIOS DE EVALUACIÓN**

### **Criterios de acreditación**

Para tener derecho a examen ordinario y extraordinario cada estudiante debe cumplir con los porcentajes de asistencia que establece el Estatuto Escolar vigente. La calificación es en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 60.

### **Criterios de evaluación**

|                                  |      |
|----------------------------------|------|
| - Evaluaciones parciales         | 30%  |
| - Prácticas de taller y de campo | 50%  |
| - Tareas                         | 10%  |
| - Actividades                    | 10%  |
| Total                            | 100% |

## XI. REFERENCIAS

### Recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

- Dong, S.-L., Tian, X.-L., Gao, Q.-F., & Dong, Y.-W. (2023). *Aquaculture ecology*. Springer.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2024). *The state of world fisheries and aquaculture 2024: Blue transformation in action*. FAO. <https://doi.org/10.4060/cd0683en>
- Lekang, O. I. (2020). *Aquaculture engineering* (2nd ed.). John Wiley & Sons.
- Yamamoto, Y. (2017). Characteristics of closed recirculating systems. In *Application of recirculating aquaculture systems in Japan* (pp. 21–53). Springer Japan. [https://doi.org/10.1007/978-4-431-56591-1\\_2](https://doi.org/10.1007/978-4-431-56591-1_2)
- Yusoff, F. M., Umi, W. A. D., Ramli, N. M., & Harun, R. (2024). Water quality management in aquaculture. *Cambridge Prisms: Water*, 2, e6. <https://doi.org/10.1017/wat.2024.6>

### Recursos de acceso libre o complementarios externos

- Aquaculture Magazine. (s. f.). *Aquaculture Magazine*. <https://aquaculturemag.com/>
- Industria Acuícola. (s. f.). *Industria acuícola*. <https://industriaacuicola.com/>
- Panorama Acuícola. (s. f.). *Panorama acuícola*. <https://panoramaacuicola.com/>
- Martínez-Porchas, M., Vargas-Albores, F., Garibay-Valdez, E., & Martínez-Córdova, L. R. (2023). Editorial: Advances and perspectives in integrated multi-trophic aquaculture. *Frontiers in Marine Science*, 10, Article 1197343. <https://doi.org/10.3389/fmars.2023.1197343>
- Rekha, P. N., & Vijayan, K. K. (2022). Water management for sustainable brackishwater aquaculture in coastal ecosystems: Innovative approaches. In *Coastal aquaculture and environmental sustainability* (pp. 433–453). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-95618-9\\_34](https://doi.org/10.1007/978-3-030-95618-9_34)

## XII. PERFIL DOCENTE

Licenciatura en Biología Marina, Oceanología, Biotecnología en Acuicultura, Biología preferentemente posgrado en área de las Ciencias Marinas. Se recomienda una persona docente disciplinar con dominio funcional de inglés técnico básico, idealmente B1 o superior. Experiencia laboral y docente relacionada con la asignatura de mínimo 2 años. Ser una persona responsable, crítica y proactiva que promueve el aprendizaje significativo de estudiantes.





PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

|                                                       |                                                                                                                                                               |               |                 |                  |
|-------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|-----------------|------------------|
| <b>Unidad académica:</b>                              | Facultad de Ciencias Marinas, Ensenada                                                                                                                        |               |                 |                  |
| <b>Programa educativo:</b>                            | Oceanología<br>Licenciatura en Biotecnología en Acuicultura                                                                                                   |               |                 |                  |
| <b>Plan de Estudios:</b>                              |                                                                                                                                                               |               |                 |                  |
| <b>Nombre de la unidad de aprendizaje:</b>            | Biología Celular y Molecular                                                                                                                                  |               |                 |                  |
| <b>Clave:</b>                                         |                                                                                                                                                               |               |                 |                  |
| <b>Distribución horaria:</b>                          | Horas Clase: 02<br>Horas Taller: 01<br>Horas Laboratorio: 03<br>Horas Práctica de Campo: 00<br>Horas Clínicas: 00<br>Horas Extra-clase: 02<br><br>Créditos:08 |               |                 |                  |
| <b>Características del PUA por programa educativo</b> | <b>Programa educativo</b>                                                                                                                                     | <b>Etapas</b> | <b>Carácter</b> | <b>Requisito</b> |
|                                                       | Oceanología                                                                                                                                                   | Disciplinaria | Obligatorio     | Ninguno          |
|                                                       | Licenciatura en Biotecnología en Acuicultura                                                                                                                  | Básica        | Obligatorio     | Ninguno          |
| <b>Modalidad de impartición:</b>                      | Presencial                                                                                                                                                    |               |                 |                  |
| <b>Equipo de diseño:</b>                              | Mónica Torres Beltrán<br>Alicia Abadía Cardoso<br>Yolanda Shcramm Urrutía<br>Ivone Giffard Mena<br>Natalie Millán Aguiñaga                                    |               |                 |                  |
| <b>Subdirección que aprueba el PUA:</b>               | Patricia Alvarado Graef                                                                                                                                       |               |                 |                  |
| <b>Fecha:</b>                                         | 25 de febrero de 2026                                                                                                                                         |               |                 |                  |
| <b>Aprobación y registro:</b>                         |                                                                                                                                                               |               |                 |                  |

## **II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE**

La unidad de aprendizaje de Biología Celular y Molecular integra contenidos conceptuales y experimentales de la estructura, función y regulación de los componentes celulares y moleculares en organismos acuáticos y en cultivo como base para interpretar procesos fisiológicos, patológicos y productivos.

## **III. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE**

Analizar la organización y regulación de los procesos celulares y moleculares en organismos acuáticos, mediante la integración de fundamentos teóricos y técnicas de laboratorio, para comprender la expresión génica, la señalización y el transporte de moléculas a nivel celular en condiciones acuáticas, con actitud responsable y respeto por la vida y el ambiente.

## **IV. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE**

Portafolio de evidencias de las prácticas de taller.

Reportes y bitácora de laboratorio utilizando el desarrollo del método científico, donde se demuestra la importancia de los temas revisados.

## **V. COMPETENCIA PROFESIONAL DEL PERFIL DE EGRESO A LA QUE CONTRIBUYE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE**

### **Oceanología**

Generar e integrar información pertinente del medio marino y costero a partir de la aplicación del método científico, técnicas y tecnologías de vanguardia en las áreas de la química, física, matemáticas, biología y geología, para coadyuvar en la explicación de fenómenos naturales e impactos generados por las actividades humanas, con honestidad, ética, pensamiento sistemático y trabajo colaborativo.

### **Licenciatura de Biotecnología en Acuicultura**

Desarrollar procesos biotecnológicos y técnicas de cultivo optimizadas, a través del uso de herramientas bioquímicas, microbiológicas y biotecnológicas, para mejorar la calidad, inocuidad y valor nutricional de los productos acuícolas, con responsabilidad, ética profesional y respeto por el ambiente.

## **VI. EJE TRANSVERSAL AL QUE CONTRIBUYE**

Compromiso con la Responsabilidad Social y Vanguardia.

## VII. DESARROLLO POR UNIDADES

### Unidad I. Fundamentos celulares en organismos acuáticos

#### **Competencia**

Analizar la diversidad celular y la composición biomolecular de organismos acuáticos, mediante técnicas moleculares básicas, para explicar adaptaciones estructurales y funcionales en el ambiente y cultivos, con rigor científico y respeto por la biodiversidad.

#### **Contenido**

- 1.1. Diversidad celular en ambientes acuáticos
- 1.2. Biomoléculas
- 1.3. Membranas y adaptaciones fisicoquímicas
- 1.4. Herramientas para estudiar células

#### **Duración**

8 horas

### Unidad II. Flujo de la información genética

#### **Competencia**

Explicar los mecanismos de replicación, expresión y regulación génica en organismos acuáticos, mediante la aplicación de técnicas y análisis moleculares, para comprender su papel en la adaptación a condiciones ambientales variables, con actitud crítica y responsable ante las implicaciones ecológicas.

#### **Contenido**

- 2.1. Replicación del ADN
- 2.2. Expresión génica y adaptación a ambientes acuáticos
- 2.3. Traducción y modificaciones postraduccionales
- 2.4. Regulación de la expresión génica en respuesta al estrés

#### **Duración**

8 horas

### Unidad III. Herramientas moleculares

#### **Competencia**

Inspeccionar las herramientas genómicas, metagenómicas y biomarcadores, mediante el estudio de aspectos teóricos y prácticos básicos, para diagnosticar y monitorear el ambiente marino y los organismos, con compromiso hacia la conservación y el uso sostenible de los recursos oceánicos.

**Contenido**

- 3.1. Técnicas aplicadas al monitoreo de organismos acuáticos
- 3.2. Genómica de organismos acuáticos
- 3.3. Metagenómica marina
- 3.4. Biomarcadores

**Duración**

8 horas

**Unidad IV. Señalización y respuesta celular****Competencia**

Analizar los mecanismos de respuesta molecular y señalización celular en organismos acuáticos ante factores y estresores ambientales, mediante el estudio de aspectos teóricos y prácticos básicos, para interpretar su relevancia en escenarios de cambio ambiental, con actitud crítica y responsable.

**Contenido**

- 4.1. Comunicación molecular
- 4.2. Estrés abiótico y mecanismos de supervivencia
- 4.3. Interacciones simbióticas
- 4.4. Efecto de estresores ambientales a nivel molecular
- 4.5. Monitoreo molecular en el ambiente y condiciones de cultivo

**Duración**

8 horas

## VIII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER

### Unidad I. Fundamentos celulares en organismos acuáticos

#### Práctica 1: Biomoléculas

##### ***Duración***

2 horas

##### ***Procedimiento***

1. Recibe información del docente sobre biomoléculas (proteínas, lípidos, carbohidratos, ácidos nucleicos) para el desarrollo de la práctica.
2. Integra equipos de trabajo y realiza una investigación sobre las adaptaciones moleculares de organismos acuáticos con respecto a las biomoléculas con apoyo de bibliografía confiable en inglés.
3. Realiza una exposición con su equipo con los ejemplos investigados y señala los principales conceptos en español e inglés.
4. Recibe retroalimentación docente.
5. Participa en la síntesis grupal sobre la relación estructura, función y adaptación.

##### ***Recursos de apoyo***

- Herramientas visuales y de búsqueda.
- Bases de datos digitales.
- Dispositivo electrónico.

#### Práctica 2: Herramientas para el estudio de las células

##### ***Duración***

2 horas

##### ***Procedimiento***

1. Recibe instrucciones sobre el desarrollo de la práctica.
2. Se reúne en equipo y realiza una investigación sobre las técnicas para el estudio celular (e.g. microscopía, citometría, cultivo celular) y sus aplicaciones.
3. Realiza una exposición sobre los ejemplos investigados.
4. Participa en la síntesis grupal sobre la relación entre la pregunta de investigación y la selección de la técnica.
5. Propone una pregunta de investigación y el protocolo básico para resolverla con el uso de una técnica de su elección.
6. Recibe retroalimentación docente.

##### ***Recursos de apoyo***

- Herramientas visuales y de búsqueda.
- Dispositivo electrónico.

## Unidad II. Flujo de la información genética

### Práctica 3: Expresión y regulación génica

#### **Duración**

2 horas

#### **Procedimiento**

1. Recibe instrucciones sobre el desarrollo de la práctica.
2. Forma un equipo y realiza una búsqueda de al menos dos artículos científicos en inglés relacionados con el estudio de la expresión y la regulación génica en relación a las adaptaciones a ambientes acuáticos.
3. Realiza una exposición sobre los ejemplos investigados, escribe los conceptos principales en español e inglés.
4. Recibe retroalimentación por parte del docente.
5. Participa en la síntesis grupal sobre la influencia del ambiente en la expresión génica.

#### **Recursos de apoyo**

- Herramientas visuales y de búsqueda.
- Dispositivo electrónico.

## Unidad III: Herramientas moleculares

### Práctica 4: Fundamentos de secuenciación

#### **Duración**

4 horas

#### **Procedimiento**

1. Recibe instrucciones sobre el desarrollo de la práctica.
2. Trabaja con la secuencia asignada.
3. Realiza alineamiento en bases de datos genómicas.
4. Elabora árbol filogenético, diseña cebadores, traduce la secuencia y modela la proteína.
5. Recibe retroalimentación del docente.
6. Participa en la síntesis grupal sobre los resultados de la función inferida de la proteína obtenida.

#### **Recursos de apoyo**

- Herramientas visuales y de búsqueda.
- Dispositivo electrónico.

## **Práctica 5: Biomarcadores moleculares en monitoreo ambiental y cultivos**

### ***Duración***

2 horas

### ***Procedimiento***

1. Recibe información del docente sobre biomarcadores (estrés, sistema inmune, osmoregulación, entre otros) en ambientes acuáticos o condiciones de cultivo.
2. Forma un equipo y realiza una búsqueda de al menos dos artículos científicos relacionados con el uso de biomarcadores en el monitoreo de procesos de estrés en ambientes acuáticos o condiciones de cultivo.
3. Realiza una exposición sobre los ejemplos investigados.
4. Recibe retroalimentación del docente.
5. Participa en la síntesis grupal sobre la importancia de estas herramientas para monitoreo del impacto del cambio climático y sustentabilidad.

### ***Recursos de apoyo***

- Herramientas visuales y de búsqueda.
- Dispositivo electrónico.

## **Unidad IV: Señalización y respuesta celular**

### **Práctica 7: Señalización y respuesta celular**

### ***Duración***

2 horas

### ***Procedimiento***

1. Recibe información del docente sobre señalización y respuesta celular en ambientes acuáticos o condiciones de cultivo.
2. Forma un equipo y realiza una búsqueda de un sistema modelo relacionado con estrés, sistema inmune, osmoregulación, entre otros.
3. Realiza una infografía en formato de póster sobre el mecanismo del modelo, resaltando la importancia de los receptores celulares, y la expone.
4. Recibe retroalimentación del docente.
5. Participa en la síntesis grupal sobre la importancia de estos procesos como respuesta molecular, celular e integral.

### ***Recursos de apoyo***

- Herramientas visuales y de búsqueda.
- Dispositivo electrónico.

## Práctica 8: Respuesta celular a factores ambientales y procesos de remineralización

### **Duración**

2 horas

### **Procedimiento**

1. Recibe información del docente invitado sobre respuesta celular en procesos de remineralización (ciclos biogeoquímicos y fosilización).
2. Realiza una infografía en formato de póster sobre el proceso de remineralización, resaltando las técnicas para su estudio.
3. Expone infografía y recibe retroalimentación del docente.
4. Participa en la síntesis grupal sobre la importancia de estos procesos como respuesta molecular, celular e integral.

### **Recursos de apoyo**

- Herramientas visuales y de búsqueda.
- Dispositivo electrónico.

## IX. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO

### Práctica 1: Encuadre

### **Duración**

3 horas

### **Procedimiento**

1. Atiende las instrucciones del docente para el desarrollo de la práctica.
2. Recibe instrucciones acerca de las reglas de seguridad del laboratorio.
3. Recibe instrucciones acerca de las reglas del uso del espacio y equipo de laboratorio.
4. Recibe los criterios de evaluación.
5. Forma su equipo de trabajo del semestre.

### **Recursos de apoyo**

- Reglamento de laboratorio
- Bitácoras de uso del espacio
- Bitácoras del uso de equipo
- Bitácoras de residuos
- Bata de laboratorio



## Unidad I. Fundamentos celulares en organismos acuáticos

### Práctica 2: Introducción al Laboratorio de Biología Molecular y elaboración de bitácora

#### **Duración**

6 horas

#### **Procedimiento**

1. Atiende las instrucciones del docente para el desarrollo de la práctica.
2. Recibe indicaciones sobre la correcta elaboración de la bitácora del laboratorio.
3. Reconoce el material y el equipo del laboratorio (pipetas, tubos de microcentrífuga, microcentrífugas, termociclador, cámaras de electroforesis).
4. Practica el pipeteo con agua teñida.
5. Prepara soluciones salinas hipotónicas, hipertónicas e isotónicas.
6. Esteriliza y prepara material de laboratorio a utilizar durante el semestre.
7. Registra todo el procedimiento en bitácora incluyendo dibujos y fotografías de lo observado.
8. A partir de los vídeos "What is a Lab Notebook?!" y "Mini Series Part 1 - Keeping a Laboratory Notebook" elabora lista de aspectos importantes que debe incluir la bitácora de laboratorio.
9. Elabora y entrega reporte de laboratorio para retroalimentación docente.

#### **Recursos de apoyo**

- Micropipetas (10-200-1000 uL)
- Tubos eppendorf
- Balanza
- Colorante (cristal violeta)
- Reactivos correspondientes.
- Bitácora de laboratorio.
- Guantes de Nitrilo
- Bata de laboratorio

### Práctica 3: Estructura celular de organismos acuáticos

#### **Duración**

6 horas

#### **Procedimiento**

1. Atiende las instrucciones del docente para el desarrollo de la práctica.
2. Observa al microscopio diferentes tipos celulares en muestras de plancton de agua de mar o acuarios y laminillas histológicas de tejidos de organismos sanos e infectados.

3. Dibuja, fotografía y compara los diferentes tipos de células y sus estructuras membranales.
4. Compara especies y diversidad según el origen de la muestra.
5. Explica sus características celulares y función.
6. Registra todo el procedimiento en bitácora incluyendo dibujos de lo observado.
7. Elabora reporte de laboratorio.

### **Recursos de apoyo**

- Microscopio óptico.
- Microscopio estereoscópico.
- Laminillas histológicas.
- Muestra de plancton con lugol.
- Bitácora de laboratorio.
- Bata de laboratorio

## **Práctica 4: Permeabilidad de membrana en células marinas**

### **Duración**

9 horas

### **Procedimiento**

1. Atiende las instrucciones del docente para el desarrollo de la práctica.
2. Prepara la suspensión de células.
3. Realiza un frotis de sangre en un portaobjetos y fija con etanol.
4. Realiza la tinción de Giemsa.
5. Realiza observaciones para las estructuras celulares (núcleo, citoplasma y tipos de células).
6. Expone la muestra a soluciones hipotónicas, hipertónicas e isotónicas.
7. Realiza observaciones para las estructuras celulares.
8. Cuantifica y mide al microscopio los cambios celulares (plasmólisis, turgencia, lisis).
9. Realiza cálculos estadísticos para comparar los efectos celulares de las diferentes soluciones.
10. Registra todo el procedimiento en bitácora incluyendo dibujos de lo observado así como conteos y mediciones de tamaño.
11. Interpreta efectos de la salinidad en las células.
12. Elabora y entrega reporte de laboratorio para retroalimentación docente.

### **Recursos de apoyo**

- Microscopio óptico
- Cámara de conteo
- Bitácora de laboratorio
- Pipeta automática de 200 y 1000  $\mu\text{L}$

- Puntas de plástico de 200 y 1000 µL
- Vaso de precipitados
- Portaobjetos
- Cubreobjetos
- Sal marina
- Sangre de pez
- Anticoagulante
- Colorante
- Jeringa con aguja
- Piceta con agua destilada
- Balanza
- Centrífuga
- Tubos eppendorf
- Probeta
- Papel antipelusa
- Bata de laboratorio
- Aceite de inmersión
- Etanol

## **Unidad II. Flujo de la información genética**

### **Práctica 5: Extracción de ADN de un organismo marino**

#### ***Duración***

9 horas

#### ***Procedimiento***

1. Atiende las instrucciones del docente para el desarrollo de la práctica.
2. Visita sitio de colecta de muestra.
3. Preserva el organismo en hielo y una vez en el laboratorio almacena en el congelador hasta su procesamiento.
4. Procesa en condiciones de esterilidad para obtener muestra de músculo del organismo.
5. Lisa y homogeniza el tejido muscular.
6. Extrae el ADN.
7. Almacena el ADN en dos alícuotas para su posterior visualización y cuantificación.
8. Registra todo el procedimiento en bitácora incluyendo dibujos de lo observado.
9. Elabora y entrega reporte de laboratorio para recibir retroalimentación docente.

#### ***Recursos de apoyo***

- Material biológico
- Material de disección
- Tubos eppendorf
- Pipetas automáticas
- Puntas para pipetas
- Pistilo de homogeneización

- Buffer de Lisis, Proteinasa K, Fenol:Cloroformo, Etanol
- Centrífuga
- Bloque térmico
- Bitácora de laboratorio
- Guantes de Nitrilo
- Bata de laboratorio
- Alcohol 70 para desinfectar
- Papel secante

## **Práctica 6: Electroforesis de ADN en geles de agarosa y cuantificación en NanoDrop**

### ***Duración***

6 horas

### ***Procedimiento***

1. Atiende las instrucciones del docente para el desarrollo de la práctica.
2. Prepara un gel de agarosa al 1%.
3. Toma alícuotas de ADN extraído en práctica previa.
4. Cuantifica el ADN utilizando el NanoDrop.
5. Carga el ADN y un marcador de peso molecular en el gel de agarosa.
6. Realiza electroforesis a 100 V por 45 minutos.
7. Visualiza el gel en el transiluminador.
8. Toma fotografía digital
9. Registra todo el procedimiento en bitácora incluyendo dibujos de lo observado.
10. Interpreta calidad y cantidad de la extracción de ADN
11. Elabora y entrega reporte de laboratorio para retroalimentación docente.

### ***Recursos de apoyo***

- Muestra de ADN
- Marcador de peso molecular
- Agarosa
- Cámara de electroforesis
- Solución buffer
- Buffer de carga 6x
- Bromuro de etidio o SYBR safe
- Transiluminador
- NanoDrop
- Pipetas automáticas
- Puntas para pipetas
- Bitácora de laboratorio
- Guantes de Nitrilo
- Bata de laboratorio
- Alcohol 70 para desinfectar
- Papel secante

## Práctica 7: PCR de un gen ribosomal

### **Duración**

9 horas

### **Procedimiento**

1. Atiende las instrucciones del docente para el desarrollo de la práctica.
2. Prepara mezcla de PCR con cebadores universales.
3. Programa el termociclador.
4. Realiza electroforesis del producto de PCR.
5. Analiza resultados.
6. Registra todo el procedimiento en bitácora incluyendo dibujos de lo observado.
7. Elabora y entrega reporte de laboratorio para retroalimentación docente.

### **Recursos de apoyo**

- Muestra de ADN
- Agua grado molecular libre de pirofosfatos, DNAsa y RNAsa
- Buffer 5x o 10x
- MgCl<sub>2</sub>
- dNTPs
- Polimerasa
- Cebadores
- Termociclador
- Agarosa
- Cámara de electroforesis
- Bromuro de etidio o saversafe
- Solución buffer para electroforesis
- Buffer de carga
- Transiluminador
- Pipetas automáticas
- Puntas para pipetas
- Bitácora de laboratorio
- Guantes de Nitrilo
- Bata de laboratorio
- Etanol 70 para limpieza
- Papel secante

## X. MÉTODO DE TRABAJO

### **Encuadre**

El primer día de clase, cada docente debe establecer de forma clara y formal:

- La metodología de trabajo.
- Criterios de evaluación y rúbricas.
- Reglas sobre la calidad y entrega de trabajos académicos.
- Derechos y obligaciones del o la docente y del estudiantado
- 

Esto debe quedar registrado y comunicado por medios institucionales (como Blackboard o correo institucional).

### **Estrategia de enseñanza**

- Método de proyectos
- Aprendizaje basado en casos
- Aprendizaje basado en preguntas
- Técnica expositiva
- Discusión guiada
- Instrucción guiada
- Demostración
- Investigación documental

### **Estrategia de aprendizaje**

- Investigación documental
- Exposición de resoluciones de casos prácticos
- Trabajo colaborativo
- Técnica expositiva
- Elaboración de infografías
- Elaboración de diapositivas
- Discusión guiada
- Análisis estadístico
- Experimentación
- Elaboración de bitácora de laboratorio

## XI. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

### Criterios de acreditación

Para tener derecho a examen ordinario y extraordinario cada estudiante debe cumplir con los porcentajes de asistencia que establece el Estatuto Escolar vigente. La calificación es en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 60.

### Criterios de evaluación

|                                                       |      |
|-------------------------------------------------------|------|
| - Evaluaciones parciales (1 por cada unidad)          | 40%  |
| - Portafolio de evidencias de las prácticas de taller | 20%  |
| - Reportes de laboratorio y entrega de bitacora       | 40%  |
| Total                                                 | 100% |

## XII. REFERENCIAS

### Recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

Alberts, B., Johnson, A., Lewis, J., Morgan, D., Raff, M., Roberts, K., & Walter, P. (2015). *Molecular biology of the cell* (6th ed.). W. W. Norton & Company.

Allison, L. A. (2012). *Fundamental molecular biology* (2nd ed.). Blackwell.

Clark, D. P. (2005). *Molecular biology*. Academic Press.

<https://research.ebsco.com/c/vfl6sr/search/details/bgvurux7xn?limiters=FT1%3AY&q=Molecular+Biology+&searchMode=all>

Lackie, J. M. (2013). *The dictionary of cell and molecular biology*. Elsevier.

<https://research.ebsco.com/c/vfl6sr/search/details/krbb566rd5?limiters=&q=Molecular%20Biology%20AND%20PT%20EBOOK>

Lodish, H. F. (2013). *Molecular cell biology* (7th ed.). W. H. Freeman and Company.

Vologodskii, A. (2023). *The basics of molecular biology* (1st ed.). Springer International Publishing. <https://libcon.rec.uabc.mx:2496/book/10.1007/978-3-031-19404-7>

Vologodskii, A. (2023). *The Basics of Molecular Biology*. (1st. ed.) Springer International Publishing. <https://libcon.rec.uabc.mx:2496/book/10.1007/978-3-031-19404-7>

### Recursos de acceso libre o complementarios externos

Biology Resource. (s. f.). *Biology resource*. <https://www.sdsc.edu/~ginai/cmsmbr/>

Christopher M. Smith & The Regents of the University of California. (2001). *CMS molecular biology resource*. <https://www.sdsc.edu/~ginai/cmsmbr/>

Cold Spring Harbor Laboratory. (2025). *DNA Learning Center*.

<https://dnalc.cshl.edu/resources/animations/>

Alex, D. (2016). *What is a lab notebook?!* [Video]. YouTube. <https://youtu.be/sW9YBcDAAvI>

Instituto de Genética Barbara McClintock. (2015). *Laboratorios virtuales*.

<https://www.igbmgenetica.org/laboratorios-virtuales>

Nature Education. (2014). *Scitable*. <https://www.nature.com/scitable/>

National Institutes of Health. (2025). *Mini series part 1: Keeping a laboratory notebook* [Video].

YouTube. <https://youtu.be/-MAIuaOL64I>

Science Communication Lab. (2025). *iBiology*. <https://www.ibiology.org/>

### **XIII. PERFIL DOCENTE**

La persona docente que imparta la unidad de aprendizaje de Biología Celular y Molecular deberá contar con formación profesional, preferentemente posgrado, en las Ciencias Naturales con experiencia en Biología Molecular, Biotecnología Marina o Genómica. Experiencia mínima de un curso en asignaturas afines. Deberá demostrar competencia en técnicas de laboratorio como extracción de ácidos nucleicos, PCR, electroforesis y expresión génica, así como capacidad para vincular estos conocimientos con problemáticas marino-costeras. Con actitud propositiva, responsable y comprometida, y capacidad de organización. Recomendable contar con certificación del idioma inglés B1 o equivalente.





**PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE**

**I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN**

|                                                       |                                                                                                                                                                |               |                 |                  |
|-------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|-----------------|------------------|
| <b>Unidad académica:</b>                              | Facultad de Ciencias Marinas, Ensenada                                                                                                                         |               |                 |                  |
| <b>Programa educativo:</b>                            | Oceanología<br>Licenciatura en Biotecnología en Acuicultura                                                                                                    |               |                 |                  |
| <b>Plan de Estudios:</b>                              | 2026-2                                                                                                                                                         |               |                 |                  |
| <b>Nombre de la unidad de aprendizaje:</b>            | Estadística                                                                                                                                                    |               |                 |                  |
| <b>Clave:</b>                                         |                                                                                                                                                                |               |                 |                  |
| <b>Distribución horaria:</b>                          | Horas Clase: 01<br>Horas Taller: 05<br>Horas Laboratorio: 00<br>Horas Práctica de Campo: 00<br>Horas Clínicas: 00<br>Horas Extra-clase: 01<br><br>Créditos: 07 |               |                 |                  |
| <b>Características del PUA por programa educativo</b> | <b>Programa educativo</b>                                                                                                                                      | <b>Etapas</b> | <b>Carácter</b> | <b>Requisito</b> |
|                                                       | Oceanología                                                                                                                                                    | Disciplinaria | Obligatorio     | Ninguno          |
|                                                       | Licenciatura en Biotecnología en Acuicultura                                                                                                                   | Básica        | Obligatorio     | Ninguno          |
| <b>Modalidad de impartición:</b>                      | Presencial                                                                                                                                                     |               |                 |                  |
| <b>Equipo de diseño:</b>                              | José Ángel Olivas Valdez<br>Danténoc Álvarez Millán<br>Juan Guillermo Vaca Rodríguez<br>Ivone Giffard Mena                                                     |               |                 |                  |
| <b>Subdirección que aprueba el PUA:</b>               | Patricia Alvarado Graef                                                                                                                                        |               |                 |                  |
| <b>Fecha:</b>                                         | 21 de mayo de 2026                                                                                                                                             |               |                 |                  |
| <b>Aprobación y registro:</b>                         |                                                                                                                                                                |               |                 |                  |

## **II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE**

Proporcionar las bases para el análisis cuantitativo de fenómenos naturales en los medios marino, costero y continental, incluyendo estudios experimentales y de campo relacionados con la oceanología, las ciencias ambientales y la acuacultura. A través del desarrollo de competencias en análisis descriptivo e inferencial de datos, las y los estudiantes adquieren habilidades esenciales para generar información objetiva y confiable, fortalecer el pensamiento crítico y participar en procesos de interpretación científica con responsabilidad y ética profesional.

Ofrece herramientas teóricas y metodológicas fundamentales que se aplican transversalmente en diversas asignaturas y proyectos del programa, permitiendo a las y los estudiantes integrarse activamente en equipos interdisciplinarios, comunicar con precisión resultados y participar en la toma de decisiones basadas en la evidencia. Además, contribuye al desarrollo de competencias profesionales vinculadas con la integración de información para la descripción de sistemas marinos y costeros, así como para el diseño de estrategias orientadas al aprovechamiento sostenible de los recursos, fomentando actitudes colaborativas, analíticas y comprometidas con la sostenibilidad.

## **III. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE**

Aplicar métodos estadísticos descriptivos e inferenciales básicos al análisis de datos del medio marino, costero y continental, mediante el diseño de esquemas de muestreo, la organización y representación de la información con software, para generar elementos cuantitativos que permitan comprender fenómenos naturales y experimentales y sustentar la toma de decisiones, actuando con pensamiento crítico, ética profesional, responsabilidad, disciplina y colaboración.

## **IV. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE**

Elaboración y presentación de un reporte técnico de investigación, aplicado a un conjunto de datos obtenidos o simulados del medio marino, costero y/o continental. La evidencia integrará el diseño del esquema de muestreo, la organización, procesamiento y representación gráfica de datos, así como el desarrollo de análisis estadísticos (tendencias centrales, dispersión, correlación, prueba de hipótesis) mediante el uso de programas informáticos.

## **V. COMPETENCIA PROFESIONAL DEL PERFIL DE EGRESO A LA QUE CONTRIBUYE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE**

### **Oceanología**

Analizar la variabilidad y la dinámica de los procesos y fenómenos del medio marino y costero, a través del procesamiento de información multidisciplinaria y herramientas teóricas, técnicas, metodológicas y tecnológicas para modelar y caracterizar los sistemas marinos y costeros, con pensamiento crítico, objetivo y rigor científico.

## **Licenciatura en Biotecnología en Acuicultura**

Desarrollar procesos biotecnológicos y técnicas de cultivo optimizadas, a través del uso de herramientas moleculares, microbiológicas y biotecnológicas, para mejorar la calidad, inocuidad y valor nutricional de los productos acuícolas, con responsabilidad, ética profesional y respeto por el ambiente.

### **VI. EJE TRANSVERSAL AL QUE CONTRIBUYE**

Pensamiento crítico, excelencia y vanguardia.

### **VII. DESARROLLO POR UNIDADES**

#### **Unidad I. Introducción y análisis exploratorio de datos**

##### **Competencia**

Analizar datos cuantitativos de observaciones o mediciones experimentales mediante herramientas de estadística descriptiva, para interpretar y reconocer patrones, variabilidad y comportamientos que permitan comprender fenómenos marinos, ambientales o acuícolas, con rigor científico, responsabilidad, pensamiento crítico y compromiso ético y colaborativo en el manejo de la información.

##### **Contenido**

- 1.1. Conceptos básicos
  - 1.1.1. Breve reseña histórica de la estadística
  - 1.1.2. Estadística y el método científico
  - 1.1.3. Observaciones y medidas
  - 1.1.4. Escalas de medición
  - 1.1.5. Tipos de variables (continuas y discretas)
- 1.2. Tablas de distribución de frecuencias
- 1.3. Representaciones gráficas
  - 1.3.1. Histograma
  - 1.3.2. Pastel
  - 1.3.3. Diagramas de Pareto
  - 1.3.4. Otras
- 1.4. Medidas de tendencia central
- 1.5. Medidas de dispersión
- 1.6. Medidas de posición y dispositivos gráficos
- 1.7. Concepto de sesgo y curtosis
- 1.8. Datos atípicos y medidas remediales

##### **Duración**

04 horas

#### **Unidad II. Conceptos de probabilidad**

### **Competencia**

Asimilar el razonamiento probabilístico mediante la interpretación y modelación de la incertidumbre de fenómenos naturales y procesos experimentales, para evaluar relaciones de ocurrencia y asociación, en la descripción y solución de problemas del entorno marino, ambiental o acuícola, con rigor analítico, pensamiento crítico, responsabilidad y disposición al trabajo colaborativo.

### **Contenido**

- 2.1. Conceptos básicos de probabilidad
- 2.2. Axiomas de la probabilidad
- 2.3. Reglas del conteo
- 2.4. Espacio muestral y teoría de conjuntos
- 2.5. Probabilidad simple, conjunta y condicional
- 2.6. Principio del teorema de Bayes
- 2.7. Introducción a cadenas de Márkov

### **Duración**

04 horas

## **Unidad III. Distribución de probabilidad de variables aleatorias**

### **Competencia**

Interpretar las distribuciones de probabilidad asociadas a variables aleatorias para describir y predecir el comportamiento de fenómenos naturales o experimentales, mediante el análisis de sus patrones de ocurrencia y variabilidad, con pensamiento lógico, rigor analítico, responsabilidad y disposición al trabajo colaborativo.

### **Contenido**

- 3.1. Definición de variable aleatoria
- 3.2. Tipos de variables y sus distribuciones de probabilidad
- 3.3. Ensayos de Bernoulli
- 3.4. Binomial
- 3.3. Poisson
- 3.4. Normal

### **Duración**

03 horas

## Unidad IV Estimación y contraste de hipótesis para una muestra

### **Competencia**

Aplicar los fundamentos de la inferencia estadística para estimar y contrastar parámetros poblacionales a partir de información muestral, empleando distribuciones de probabilidad y niveles de confianza adecuados, con el propósito de sustentar decisiones y conclusiones basadas en evidencia con rigor científico, pensamiento crítico, responsabilidad en el manejo de los datos y apertura al trabajo colaborativo.

### **Contenido**

- 4.1. Concepto de inferencia estadística
- 4.2. Teorema del límite central
- 4.3. Concepto de estimación puntual y por intervalo
- 4.4. Concepto de nivel de confianza, significancia estadística y p-valor
- 4.5. Error tipo I y tipo II
- 4.6. Inferencia para la Media (Distribución normal y T de Student)
  - 4.2.1. Distribución muestral
  - 4.2.2. Intervalo de confianza
  - 4.2.3. Ensayo de hipótesis
- 4.3. Inferencia para la proporción (Distribución normal y T de Student)
  - 4.3.1. Distribución muestral
  - 4.3.2. Intervalo de confianza
  - 4.3.3. Ensayo de hipótesis
- 4.4. Inferencia para la varianza (Chi cuadrada)
  - 4.4.1. Distribución muestral
  - 4.4.2. Intervalo de confianza
  - 4.4.3. Ensayo de hipótesis

### **Duración**

05 horas

## VIII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER

### Unidad I. Introducción y análisis exploratorio de datos

#### Taller 1: Hoja de cálculo, base de datos, tablas y gráficas de resumen

##### **Duración**

10 horas

##### **Procedimiento**

1. Recibe instrucciones guiadas sobre el propósito y procedimiento de la práctica de taller
2. Identifica un fenómeno de estudio o proceso, que le provea de datos para el análisis
3. Adquiere y/o gestiona el material necesario para el desarrollo de la actividad
4. Determina el tipo de variable y su importancia en la descripción del fenómeno o caso de estudio
5. Transfiere y organiza los datos en formato digital
6. A partir de los datos, construye una Tabla de Distribución de Frecuencias
7. Con la información de la Tabla, elabora gráficas representativas
8. A partir de los elementos tabulares y gráficos, describe los principales atributos de los datos, destacando su distribución, tendencia, abundancia y posibles patrones, en referencia al fenómeno o caso de estudio
9. Recibe retroalimentación docente, sobre el desarrollo de la práctica y la interpretación estadística de los resultados
10. Integra los resultados en el reporte de talleres de la unidad I

##### **Recursos de apoyo**

- Computadora con hoja de cálculo
- Calculadora
- Hojas de registro de datos
- Bitácoras con registro de variables entre otros

#### Taller 2: Medidas de tendencia central y dispersión

##### **Duración**

05 horas

##### **Procedimiento**

1. Recibe instrucciones guiadas sobre los objetivos y el procedimiento de la práctica
2. Observa el conjunto de datos proporcionados e identifica las variables a analizar
3. Clasifica los datos en discretos o continuos según su tipo y determina si requieren agrupación
4. Calcula u obtiene las medidas de tendencia central de los datos
5. Calcula las medidas de dispersión correspondientes

6. Compara las medidas obtenidas e interpreta lo que indican sobre la variabilidad de los datos
7. Elabora una gráfica de barras que muestra la comparación entre medias de diferentes grupos o categorías
8. Agrega barras de error en la gráfica, para representar la dispersión de los datos
9. Analiza el significado de las barras de error y su relación con la consistencia de los datos
10. Recibe retroalimentación docente sobre los cálculos, el uso de gráficas y la interpretación estadística de los resultados
11. Integra los resultados en el reporte de talleres de la unidad I

### **Recursos de apoyo**

- Computadora con hoja de cálculo
- Calculadora
- Hojas de registro de datos y/o bitácoras entre otros.

### **Taller 3: Medidas de posición y datos atípicos**

#### **Duración**

05 horas

#### **Procedimiento**

1. Recibe instrucciones guiadas sobre los objetivos y el procedimiento de la práctica
2. Observa el conjunto de datos proporcionado, e identifica las variables numéricas a analizar
3. Clasifica los datos según su tipo (discretos o continuos) y determina si requieren agrupación para su análisis
4. Ordena los datos y calcula los cuartiles del conjunto de datos
5. Calcula el rango intercuartílico como medida de concentración de los datos y su importancia
6. Interpreta el significado de las medidas de posición y su utilidad para describir la distribución de los datos
7. Calcula los límites inferior y superior para la detección de posibles datos atípicos
8. Representa los resultados mediante un diagrama de caja y bigotes que permite visualizar la dispersión, tendencia central y variabilidad de los datos
9. Analiza en su conjunto el dispositivo gráfico, y discierne en equipo, sobre el posible significado de los valores atípicos, su origen y tratamiento más adecuado
10. Recibe retroalimentación docente sobre los cálculos, el uso de gráficas y la interpretación estadística de los resultados
11. Integra los resultados en el reporte de talleres de la unidad I

### **Recursos de apoyo**

- Computadora con hoja de cálculo
- Calculadora

- Hojas de registro de datos y pizarrón

## **Unidad II. Conceptos básicos de probabilidad**

### **Taller 4: Probabilidad y eventos**

#### ***Duración***

05 horas

#### ***Procedimiento***

1. Recibe instrucciones guiadas sobre el propósito, los conceptos fundamentales y el procedimiento de la práctica de taller
2. Adquiere o gestiona el material necesario para el desarrollo de la práctica
3. Identifica un fenómeno aleatorio o situación de incertidumbre susceptible de ser analizado mediante el cálculo de probabilidad en situaciones del entorno diario
4. Describe brevemente el fenómeno de estudio, define los eventos de interés y especifica el posible número de resultados
5. Determina la probabilidad del evento bajo el enfoque clásico y aplica la relación entre casos favorables y casos posibles
6. Realiza el experimento repetido un número elevado de veces y registra los resultados obtenidos para estimar la probabilidad desde el enfoque frecuentista
7. Compara las probabilidades obtenidas por los enfoques clásico y frecuentista, identificando coincidencias o discrepancias
8. Plantea un escenario hipotético en el que intervenga la probabilidad subjetiva y argumenta el juicio personal o experto sobre la ocurrencia del evento.
9. Organiza los resultados en una tabla comparativa que incluya los enfoques clásico, frecuentista y subjetivo.
10. Interpreta las diferencias entre los enfoques de probabilidad y reflexiona sobre su aplicabilidad en distintos contextos científicos o cotidianos
11. Envía los ejercicios resueltos y la evidencia del desarrollo de la práctica
12. Recibe retroalimentación docente sobre los resultados y su interpretación
13. Integra los resultados en el reporte de talleres de la unidad II

#### ***Recursos de apoyo***

- Computadora con hoja de cálculo
- Calculadora
- Monedas, dados y cartas
- Pizarrón

### **Taller 5: Reglas del conteo y teoría de conjuntos**

#### ***Duración***

05 horas



### **Procedimiento**

1. Recibe instrucciones guiadas sobre el propósito de la práctica, los principios básicos del conteo y su relación con el cálculo de probabilidades
2. Adquiere o gestiona el material necesario para el desarrollo de la práctica
3. Identifica una situación cotidiana o profesional que pueda ser modelada mediante reglas del conteo y teoría de conjuntos
4. Describe brevemente la situación de estudio y define los elementos involucrados
5. Selecciona el método de conteo apropiado entre multiplicativo, aditivo, complemento, permutaciones o combinaciones y calcula el total de resultados posibles
6. Representa los conjuntos mediante un diagrama de Venn y de árbol, e identifica las operaciones entre ellos: unión, intersección y complemento
7. Calcula la probabilidad de ocurrencia de eventos definidos por conjuntos, aplicando las reglas y fórmulas correspondientes
8. Realiza un experimento o simulación observando la frecuencia de ocurrencia de los eventos definidos y registra los resultados
9. Interpreta las diferencias entre los resultados teóricos y experimentales, y reflexiona sobre la utilidad de las reglas del conteo y la teoría de conjuntos en distintos contextos científicos o sociales.
10. Envía los ejercicios resueltos y la evidencia del desarrollo de la práctica.
11. Recibe retroalimentación docente sobre los resultados obtenidos.
12. Integra los resultados en el reporte de talleres de la unidad II

### **Recursos de apoyo**

- Computadora con hoja de cálculo
- Calculadora
- Tarjetas, objetos de colores
- Simuladores digitales
- Hojas de registro y pizarrón.

### **Taller 6: Probabilidad condicionada y teorema de Bayes**

#### **Duración**

05 horas

#### **Procedimiento**

1. Recibe instrucciones guiadas sobre el propósito, los conceptos fundamentales y el procedimiento del taller.
2. Adquiere o gestiona el material necesario para el desarrollo de la práctica.
3. Identifica un evento del entorno cotidiano o profesional para analizarse mediante el cálculo de probabilidades, distinguiendo entre eventos deterministas, aleatorios y procesos estocásticos.
4. Describe brevemente la situación de estudio e interpreta los eventos involucrados.

5. Establece los espacios muestrales y las particiones necesarias para calcular la probabilidad de un evento general, utilizando el teorema de la probabilidad total.
6. Calcula la probabilidad condicionada de los eventos relevantes a partir de los datos o la información proporcionada.
7. Aplica el teorema de Bayes para calcular la probabilidad de un evento condicionado, utilizando la información previa y la probabilidad total.
8. Realiza un experimento o simulación que permite observar la ocurrencia de eventos condicionados. Registra los resultados y calcula las frecuencias relativas.
9. Compara los resultados teóricos obtenidos con los resultados experimentales, identificando coincidencias, discrepancias y posibles causas.
10. Plantea un escenario hipotético en el que se utiliza el teorema de Bayes para tomar una decisión informada.
11. Interpreta las diferencias entre los resultados teóricos y experimentales, y reflexiona sobre la utilidad de la probabilidad condicionada en contextos científicos, médicos, tecnológicos o sociales.
12. Envía los ejercicios resueltos y recibe retroalimentación docente sobre los resultados obtenidos, los procedimientos aplicados y la interpretación realizada.
13. Integra los resultados en el reporte de talleres de la unidad II

### **Recursos de apoyo**

- Computadora con hoja de cálculo y acceso a internet
- Calculadora
- Pizarrón
- Artículo científico

### **Taller 7: Cadenas de Markov**

#### **Duración**

05 horas

#### **Procedimiento**

- Recibe instrucciones guiadas sobre el propósito, los conceptos fundamentales y el procedimiento del taller.
- Observa el material audiovisual relacionado con **Cadenas de Markov 01**; que explica cómo se representa y cómo se construye una matriz de transición.
- Identifica una situación del entorno cotidiano o profesional que pueda modelarse como un proceso estocástico de tipo Markoviano; por ejemplo, cambio de clima, sobrevivencia en un estanque, presencia de FAN's, etc.
- Describe brevemente la situación de estudio y define los estados posibles del sistema, asegurando que el paso al siguiente estado, dependa únicamente del estado actual.
- Construye con el material audiovisual **Cadenas de Markov 02** y las instrucciones guiadas, una matriz de transición, representando las probabilidades de pasar de un estado a otro.

- Realiza una simulación del proceso durante al menos 30 pasos, registra los estados recorridos y calcula la frecuencia relativa de cada estado.
- Compara los resultados de la simulación con las probabilidades teóricas de la matriz de transición; e identifica patrones, estados recurrentes o absorbentes.
- Plantea un escenario hipotético en el que se utiliza una cadena de Markov para la toma de decisiones informadas.
- Identifica si el evento incluye probabilidad condicionada y aplica el teorema de Bayes para actualizar probabilidades.
- Interpreta los resultados obtenidos y reflexiona sobre la utilidad de las cadenas de Markov en contextos científicos, tecnológicos o sociales.
- Recibe retroalimentación docente sobre los resultados obtenidos, los procedimientos aplicados y la interpretación realizada.
- Integra los resultados en el reporte de talleres de la unidad II

### ***Recursos de apoyo***

- Computadora con hoja de cálculo con acceso a internet
- Calculadora
- Pizarrón
- Guía de apoyo
- Simulador interactivo (en línea)

## **Unidad III: Distribución de probabilidad de variables aleatorias.**

### **Taller 8: Definición de variable aleatoria y distribuciones de probabilidad**

#### ***Duración***

05 horas

#### ***Procedimiento***

1. Recibe instrucciones guiadas sobre el propósito, los conceptos fundamentales y el procedimiento del taller.
2. Revisa el concepto de variable aleatoria, distingue entre los tipos discreto y continuo, y reconoce su función en el análisis de fenómenos probabilísticos y estocásticos.
3. Identifica una situación del entorno ambiental, marino o acuícola, que pueda ser modelada mediante una variable aleatoria y reflexiona sobre su posible distribución teórica.
4. Describe brevemente la situación de estudio y define la variable aleatoria correspondiente, especificando si es discreta o continua.
5. Establece el conjunto de valores posibles que puede tomar la variable aleatoria y la forma de representarlos.
6. Recoge o simula un conjunto de datos relacionados con la variable definida, accediendo a observaciones reales, simuladores digitales o bases de datos disponibles.

7. Organiza los datos en una tabla de frecuencias y calcula la frecuencia relativa para cada valor o intervalo.
8. Representa gráficamente la distribución de probabilidad mediante un histograma o una curva suavizada según corresponda.
9. Interpreta el comportamiento de la variable aleatoria en función del fenómeno o caso de estudio, analizando forma y distribución.
10. Comparte las evidencias reflexionando sobre la utilidad de definir variables aleatorias y distribuciones de probabilidad en el análisis de fenómenos ambientales, marinos o acuícolas.
11. Recibe retroalimentación docente sobre la organización de los datos, las representaciones gráficas y la interpretación realizada.
12. Integra los resultados en el reporte de talleres de la unidad III

### **Recursos de apoyo**

- Computadora con hoja de cálculo e internet
- Simulador en línea (Seeing Theory – Brown University)
- Calculadora
- Pizarrón

### **Taller 9: Proceso de Bernoulli y Distribución Binomial**

#### **Duración**

05 horas

#### **Procedimiento**

1. Recibe instrucciones guiadas sobre el propósito, los conceptos fundamentales y el procedimiento del taller.
2. Revisa los conceptos de experimento de Bernoulli, ensayos independientes, éxito y fracaso, y la distribución binomial como modelo de múltiples ensayos Bernoulli.
3. Identifica una situación del entorno ambiental, marino o acuícola que pueda representarse como una secuencia de ensayos Bernoulli.
4. Describe brevemente la situación de estudio y define claramente el evento de éxito y el evento de fracaso.
5. Establece el número de ensayos  $n$  y la probabilidad de éxito  $p$  en cada ensayo, ya sea por estimación, datos históricos o simulación.
6. Calcula la probabilidad de obtener exactamente  $k$  éxitos en  $n$  ensayos utilizando la fórmula de la distribución binomial.
7. Realiza una simulación del experimento binomial y registra los resultados obtenidos para estimar la frecuencia de cada número de éxitos.
8. Representa gráficamente la distribución binomial teórica y la distribución observada en la simulación y compara la forma y analiza la dispersión.
9. Interpreta los resultados obtenidos y reflexiona sobre la utilidad del modelo binomial para representar procesos dicotómicos en contextos científicos y/o productivos.

10. Recibe retroalimentación docente sobre la formulación del problema, los cálculos realizados y la interpretación de los resultados.

11. Integra los resultados en el reporte de talleres de la unidad III

### ***Recursos de apoyo***

- Computadora con hoja de cálculo
- Simulador en línea (Seeing Theory – Brown University)
- Calculadora
- Pizarrón

## **Taller 10: Distribución Poisson**

### ***Duración***

05 horas

### ***Procedimiento***

1. Recibe instrucciones guiadas sobre el propósito, los conceptos fundamentales y el procedimiento del taller.
2. Revisa el concepto de Distribución de Poisson como modelo para contar la ocurrencia de eventos aleatorios discretos en un intervalo de tiempo, espacio o volumen.
3. Identifica una situación del entorno ambiental, marino o acuícola que pueda modelarse mediante una distribución de Poisson.
4. Describe brevemente la situación de estudio y define la variable aleatoria.
5. Estima la tasa promedio de ocurrencia por unidad de tiempo o espacio, ya sea por observación directa, datos históricos o simulación.
6. Calcula la probabilidad de que ocurran exactamente  $k$  eventos en el intervalo, utilizando la fórmula de la distribución de Poisson.
7. Realiza una simulación del fenómeno durante al menos 30 intervalos y registra el número de eventos observados en cada uno.
8. Organiza los resultados en una tabla y representa gráficamente la distribución de Poisson teórica y la distribución observada en la simulación comparando su forma y dispersión.
9. Interpreta los resultados obtenidos y reflexiona sobre la utilidad del modelo de Poisson para representar eventos raros o discretos en contextos científicos y/o productivos.
10. Recibe retroalimentación docente sobre la formulación del problema, los cálculos realizados y la interpretación de los resultados.
11. Integra los resultados en el reporte de talleres de la unidad III

### ***Recursos de apoyo***

- Computadora con hoja de cálculo
- Simulador en línea (Seeing Theory – Brown University)
- Calculadora

- Pizarrón

## **Taller 11: Distribución normal**

### ***Duración***

05 horas

### ***Procedimiento***

1. Recibe instrucciones guiadas sobre el propósito, los conceptos fundamentales y el procedimiento del taller
2. Reconoce el concepto de distribución normal como modelo de comportamiento de variables continuas en fenómenos naturales, y comprende la forma simétrica de su curva
3. Identifica una situación del entorno ambiental, marino o acuícola que pueda modelarse mediante una distribución normal
4. Describe brevemente la situación de estudio y define la variable aleatoria continua que se analiza.
5. Recoge o simula un conjunto de datos relacionados con la variable definida, con un mínimo de 30 observaciones; utilizando registros reales, simuladores digitales o bases de datos disponibles.
6. Estima la media y la desviación estándar de los datos obtenidos, reconociendo que en la mayoría de las veces resulta difícil conocer los parámetros de las poblaciones.
7. Estandariza los valores de la variable utilizando la fórmula del puntaje  $Z$ .
8. Organiza los resultados en una tabla que incluye el valor original, su puntaje  $Z$  y una interpretación que incorpora la desviación estándar como forma de expresar la posición del dato respecto a la distribución.
9. Representa gráficamente la distribución normal estandarizada mediante una curva de densidad, señalando los valores de  $Z$  más frecuentes y extremos.
10. Interpreta los resultados obtenidos y reflexiona sobre la utilidad de la estandarización para comparar variables, identificar valores atípicos y tomar decisiones en contextos científicos y/o productivos.
11. Recibe retroalimentación docente sobre la formulación del problema, los cálculos realizados y la interpretación de los resultados.
12. Integra los resultados en el reporte de talleres de la unidad III.

### ***Recursos de apoyo***

- Computadora con hoja de cálculo
- Simulador en línea (Seeing Theory – Brown University)
- Datos y/o bitácora con registros de casos
- Calculadora
- Pizarrón

## Unidad IV: Estimación y contraste de hipótesis para una muestra.

### Taller 12: Fundamentos de inferencia estadística

#### **Duración**

5 horas

#### **Procedimiento**

1. Recibe instrucciones guiadas sobre el propósito del taller, los conceptos fundamentales y la secuencia de trabajo.
2. Reconoce el concepto de inferencia estadística como un proceso para obtener conclusiones sobre una población a partir de datos muestrales representativos.
3. Identifica una situación contextual del entorno ambiental, marino o acuícola en la que se requiera tomar decisiones o emitir afirmaciones basadas en datos muestrales.
4. Incorpora la pregunta de investigación que motiva el análisis, reconociendo que toda inferencia estadística parte del interés del investigador por comprender, estimar o contrastar aspectos de una población.
5. Describe brevemente la situación seleccionada o asignada, definiendo la población, la variable de interés y el tipo de muestra utilizada.
6. Revisa el teorema del límite central y demuestra que, bajo ciertas condiciones, la distribución de la media muestral tiende a ser normal, incluso si la variable original no lo es.
7. Analiza la diferencia entre parámetro y estadístico, comprendiendo que los estimadores muestrales son aproximaciones sujetas a la variabilidad del muestreo.
8. Analiza el concepto de intervalo de confianza para expresar la incertidumbre de una estimación y comunicar rangos probables para la toma de decisiones con distintos niveles de confianza.
9. Analiza la importancia de las pruebas de hipótesis como método para contrastar afirmaciones sobre parámetros poblacionales y reconoce el papel del valor  $p$ , el nivel de significancia y los errores tipo *I* y tipo *II* en la toma de decisiones científicas y productivas.
10. Resume los resultados en una tabla que incluye el parámetro estimado, su valor puntual, el nivel de confianza seleccionado y una breve nota sobre los posibles errores de decisión asociados.
11. Recibe retroalimentación docente sobre la formulación del ejercicio, la interpretación conceptual y la claridad del análisis realizado.
12. Integra los resultados en el reporte de talleres de la unidad IV.

#### **Recursos de apoyo**

- Computadora con hoja de cálculo
- Simulador en línea (Seeing Theory – Brown University)
- Datos y/o bitácora con registros de casos
- Calculadora
- Pizarrón

## Taller 13: Inferencia para la media

### ***Duración***

05 horas

### ***Procedimiento***

1. Recibe instrucciones guiadas sobre el propósito, los conceptos fundamentales y el procedimiento del taller.
2. Analiza la distribución muestral de la media y reconoce su tendencia a aproximarse a una distribución normal bajo condiciones adecuadas.
3. Identifica y documenta situaciones del entorno ambiental, marino o acuícola donde se requiera estimar o comparar medias poblacionales, apoyándose en referencias bibliográficas.
4. Gestiona un conjunto de datos muestrales (mínimo 30 observaciones) de una variable cuantitativa continua, que permite aplicar el concepto de inferencia estadística para la media.
5. Procesa el conjunto de datos muestrales para estimar la media poblacional mediante un intervalo de confianza.
6. Aplica una prueba de hipótesis para contrastar la estimación, seleccionando la distribución adecuada según el tamaño de muestra y la información disponible.
7. Interpreta los resultados de ambos procedimientos y valora su significado en la toma de decisiones dentro de un contexto ambiental, marino o acuícola.
8. Recibe retroalimentación docente sobre la formulación del problema, los cálculos realizados y la interpretación de los resultados.
9. Integra los resultados en el reporte de talleres de la unidad IV.

### ***Recursos de apoyo***

- Computadora con hoja de cálculo
- Paquete especializado para estadística
- Calculadora
- Pizarrón

## Taller 14: Inferencia para la proporción

### ***Duración***

05 horas

### ***Procedimiento***

1. Recibe instrucciones guiadas sobre el propósito, los conceptos fundamentales y el procedimiento del taller.
2. Analiza la distribución muestral de la proporción y reconoce su tendencia a aproximarse a una distribución normal bajo condiciones adecuadas.



3. Identifica y documenta situaciones del entorno ambiental, marino o acuícola donde se requiera estimar o comparar proporciones poblacionales, apoyándose en referencias bibliográficas.
4. Gestiona un conjunto de datos muestrales (mínimo 30 observaciones) de una variable cualitativa, que permita aplicar el concepto de inferencia estadística para la proporción.
5. Procesa el conjunto de datos muestrales para estimar la proporción poblacional mediante un intervalo de confianza.
6. Aplica una prueba de hipótesis para contrastar la estimación, seleccionando la distribución adecuada según el tamaño de muestra y la información disponible.
7. Interpreta los resultados de ambos procedimientos y valora su significado en la toma de decisiones dentro de un contexto ambiental, marino o acuícola.
8. Recibe retroalimentación docente sobre la formulación del problema, los cálculos realizados y la interpretación de los resultados.
9. Integra los resultados en el reporte de talleres de la unidad IV.

### ***Recursos de apoyo***

- Computadora con hoja de cálculo
- Paquete especializado para estadística
- Calculadora
- Pizarrón

### **Taller 15: Inferencia para la varianza**

#### ***Duración***

05 horas

#### ***Procedimiento***

1. Recibe instrucciones guiadas sobre el propósito, los conceptos fundamentales y el procedimiento del taller.
2. Analiza la distribución muestral de la varianza en contextos ambientales y experimentales, y reconoce su aproximación a una distribución Chi-cuadrado, siempre que se cumplan los supuestos estadísticos requeridos.
3. Identifica y documenta situaciones del entorno ambiental, marino o acuícola donde se requiera estimar o comparar varianzas poblacionales, apoyándose en referencias bibliográficas.
4. Gestiona un conjunto de datos muestrales (mínimo 30 observaciones) de una variable cuantitativa continua, que permita aplicar el concepto de inferencia estadística para la varianza.
5. Procesa el conjunto de datos muestrales para estimar la varianza poblacional mediante un intervalo de confianza.
6. Aplica una prueba de hipótesis para contrastar una afirmación sobre la varianza poblacional, seleccionando la distribución adecuada según el tamaño de muestra y la información disponible.

7. Interpreta los resultados de ambos procedimientos y valora su significado en la toma de decisiones dentro de un contexto ambiental, marino o acuícola.
8. Recibe retroalimentación docente sobre la formulación del problema, los cálculos realizados y la interpretación de los resultados.
9. Integra los resultados en el reporte de talleres de la unidad IV

### **Recursos de apoyo**

- Computadora con hoja de cálculo
- Paquete especializado para estadística
- Calculadora

## **IX. MÉTODO DE TRABAJO**

### **Encuadre**

El primer día de clase, cada docente debe establecer de forma clara y formal:

- La metodología de trabajo.
- Criterios de evaluación y rúbricas.
- Reglas sobre la calidad y entrega de trabajos académicos.
- Derechos y obligaciones del o la docente y del estudiantado

Esto debe quedar registrado y comunicado por medios institucionales (como Blackboard o correo institucional).

### **Estrategia de enseñanza**

- Estudio de caso
- Aprendizaje basado en problemas
- Debates
- Discusión guiada
- Instrucción guiada
- Simulación computacional
- Trabajo colaborativo

### **Estrategia de aprendizaje**

- Investigación documental
- Investigación empírica

- Trabajo colaborativo

## X. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

### Criterios de acreditación

Para tener derecho a examen ordinario y extraordinario cada estudiante debe cumplir con los porcentajes de asistencia que establece el Estatuto Escolar vigente. La calificación es en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 60.

### Criterios de evaluación

Los siguientes valores representan una sugerencia, que se puede ajustar (de forma razonable) según lo acordado durante el encuadre del curso.

|                                             |      |
|---------------------------------------------|------|
| Evaluaciones parciales                      | 40 % |
| Prácticas taller/laboratorio/clínicas/campo | 10 % |
| Tareas                                      | 30 % |
| Reporte técnico de investigación            | 20 % |
| Total                                       | 100% |

## XI. REFERENCIAS

### Recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

- Escandón, J. S. (2023). El uso de la calculadora en la probabilidad y estadística con el propósito de reducir la ansiedad. *Revista Ingeniería, Matemáticas y Ciencias de la Información*, 10(19), 33–44. <https://doi.org/10.21017/rimci.2023.v10.n19.a127>
- Obando, J., & Arango, N. (2019). *Probabilidad y estadística*. Fondo Editorial EIA. <https://libcon.rec.uabc.mx:2321/es/ereader/uabc/125705>
- Quinn, G. P., & Keough, M. J. (2023). *Experimental design and data analysis for biologists*. Cambridge University Press.
- Walpole, R. E., Myers, R. H., Myers, S. L., & Ye, K. (2022). *Probabilidad y estadística para ingeniería y ciencias*. Pearson Hispanoamérica. <https://uabc.vitalsource.com/books/9786073256681>
- Stephens, L. J., & Spiegel, M. R. (2020). *Estadística*. McGraw-Hill Interamericana.
- Triola, M. F. (2004). *Estadística*. Pearson Educación. [clásica]

### Recursos de acceso libre o complementarios externos

- Crash Course. (2020). *Crash course in statistics* [Video de YouTube]. YouTube. [https://www.youtube.com/watch?v=zouPoc49xbk&list=PL8dPuuaLjXtNM\\_Y-bUAhbISAdWRnmBUcr](https://www.youtube.com/watch?v=zouPoc49xbk&list=PL8dPuuaLjXtNM_Y-bUAhbISAdWRnmBUcr)
- Khan Academy. (s. f.). *Khan Academy en español*. <https://es.khanacademy.org>

Seeing Theory. (s. f.). *Seeing Theory*. Brown University. <https://seeing-theory.brown.edu/>

Statology. (s. f.). *Statology*. <https://www.statology.org>

Udacity. (s. f.). *Udacity*. <https://www.udacity.com>

Veritasium en español. (2025). *La extraña matemática que predice (casi) todo* [Video de YouTube]. YouTube. <https://youtu.be/6pO6Mm2qJaE>

## **XII. PERFIL DOCENTE**

Contar con formación profesional en Matemáticas, Estadística, Ciencias del Mar, Biotecnología, Ingeniería o áreas afines, con grado mínimo de Maestría. Con experiencia en el uso aplicado de la estadística en biología, ciencias del mar, ingeniería o área afín, preferentemente con experiencia docente mínima de dos años, así como el manejo de herramientas ofimáticas (como Excel o LibreOffice Calc) y software estadístico (como R o SPSS). Es indispensable contar con la capacidad para vincular los contenidos teóricos con ejemplos prácticos del ámbito de las ciencias del mar. Se valoran cualidades como su actitud colaborativa y compromiso con la formación integral del estudiantado.



PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

|                                                       |                                                                                                                                                                                             |               |                 |                  |
|-------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|-----------------|------------------|
| <b>Unidad académica:</b>                              | Facultad de Ciencias Marinas, Ensenada                                                                                                                                                      |               |                 |                  |
| <b>Programa educativo:</b>                            | Oceanología<br>Licenciatura en Biotecnología en Acuicultura                                                                                                                                 |               |                 |                  |
| <b>Plan de Estudios:</b>                              |                                                                                                                                                                                             |               |                 |                  |
| <b>Nombre de la unidad de aprendizaje:</b>            | Zoología de Cordados                                                                                                                                                                        |               |                 |                  |
| <b>Clave:</b>                                         |                                                                                                                                                                                             |               |                 |                  |
| <b>Distribución horaria:</b>                          | Horas Clase: 02<br>Horas Taller: 01<br>Horas Laboratorio: 02<br>Horas Práctica de Campo: 01<br>Horas Clínicas: 00<br>Horas Extra-clase: 02<br><br>Créditos:08                               |               |                 |                  |
| <b>Características del PUA por programa educativo</b> | <b>Programa educativo</b>                                                                                                                                                                   | <b>Etapas</b> | <b>Carácter</b> | <b>Requisito</b> |
|                                                       | Oceanología                                                                                                                                                                                 | Básica        | Obligatorio     | Ninguno          |
|                                                       | Licenciatura en Biotecnología en Acuicultura                                                                                                                                                | Básica        | Obligatorio     | Ninguno          |
| <b>Modalidad de impartición:</b>                      | Presencial                                                                                                                                                                                  |               |                 |                  |
| <b>Equipo de diseño:</b>                              | Yolanda Schramm Urrutia<br>Guadalupe Gómez Hernández<br>Denise Lubinsky Jinich<br>Víctor Antonio Zavala Hamz<br>Luis Manuel Enríquez Paredes<br>Conal David True<br>Fernando Barreto Curiel |               |                 |                  |
| <b>Subdirección que aprueba el PUA:</b>               | Patricia Alvarado Graef                                                                                                                                                                     |               |                 |                  |
| <b>Fecha:</b>                                         | 25 de febrero de 2026                                                                                                                                                                       |               |                 |                  |
| <b>Aprobación y registro:</b>                         |                                                                                                                                                                                             |               |                 |                  |

## II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

La unidad de aprendizaje Zoología de Cordados es fundamental en la formación de estudiantes del área de las ciencias del mar, ya que proporciona información sobre la diversidad de los animales que pertenecen al Phylum Chordata, donde se encuentran muchas de las especies de importancia comercial, además de su importancia ecológica. Esta unidad de aprendizaje integra la aproximación del vínculo forma-función-adaptación, para entender cómo y por qué las características de los diferentes grupos animales dependen de su hábitat. Esta unidad ofrece al alumnado herramientas esenciales, como la capacidad de observación, análisis de información especializada y pensamiento crítico.

## III. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Analizar las características anatómicas de los cordados, sus funciones y evolución de las mismas, mediante la revisión y comprensión de los fundamentos actualizados de los cordados, con el propósito de comprender sus adaptaciones, sus relaciones evolutivas y sus necesidades de vida, con pensamiento crítico y actitud proactiva en el aprendizaje.

## IV. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE

**Portafolio integrador que contenga:**

- Cuadros comparativos entre los diferentes grupos de cordados con base en revisión bibliográfica en inglés y material de la unidad de aprendizaje, que contengan información sobre su forma, función y en los que se reflexione sobre la adaptación de sus características externas, órganos y sistemas.
- Reportes de prácticas de laboratorio y de salidas de campo considerando la siguiente estructura: introducción, objetivo, materiales y método, resultados, discusión, y referencias, en los que se explique la anatomía interna y externa de los cordados revisados en la unidad de aprendizaje y se reflexione sobre las adaptaciones evolutivas de cada grupo.

## V. COMPETENCIA PROFESIONAL DEL PERFIL DE EGRESO A LA QUE CONTRIBUYE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

### **Oceanología**

Generar e integrar información pertinente del medio marino, costero y terrestre, a partir de la aplicación del método científico, técnicas y tecnologías de vanguardia en las áreas de la química, física, matemáticas, biología y geología, para coadyuvar en la explicación de fenómenos naturales e impactos generados por las actividades humanas, con honestidad, ética, pensamiento sistemático y trabajo colaborativo

### **Licenciatura de Biotecnología en Acuicultura**

Implementar y adaptar tecnologías de cultivo y manejo acuícola, mediante el análisis técnico de sistemas existentes y la aplicación de soluciones innovadoras acordes a distintas especies y entornos, para mejorar la producción de especies de importancia comercial de forma eficiente y sostenible, respondiendo a las condiciones socioambientales y económicas del país, con ética profesional y responsabilidad.

## **VI. EJE TRANSVERSAL AL QUE CONTRIBUYE**

Excelencia, Compromiso con la Responsabilidad Social.

## **VII. DESARROLLO POR UNIDADES**

### **Unidad I. Introducción (cordados, protocordados y vertebrados)**

#### **Competencia**

Distinguir las características diagnósticas de los cordados mediante la exploración de sus orígenes y antecedentes evolutivos, para comprender su importancia ecológica, económica y toma de decisiones responsables, desde una perspectiva bioética, con una actitud analítica y crítica.

#### **Contenido**

- 1.1. Introducción general al Phylum Chordata
- 1.2. Clasificación del Phylum Chordata
  - 1.2.1. Subphylum Hemichordata
  - 1.2.2. Subphylum Tunicata
  - 1.2.3. Subphylum Cephalochordata
  - 1.2.4. Subphylum Vertebrata
- 1.3. Características diagnósticas del Phylum Chordata
- 1.4. Origen y evolución del Phylum Chordata
  - 1.4.1. Adaptaciones que han marcado la evolución de los vertebrados

#### **Duración**

5 horas

### **Unidad II. Agnathos (lampreas y mixinos)**

#### **Competencia**

Examinar las características generales de los ciclostomados, mediante el estudio de la forma, función y evolución de los agnatos, para comprender su papel en la evolución del resto de los vertebrados, con una actitud reflexiva, analítica y consciente de la relevancia del origen de los vertebrados.

#### **Contenido**

- 2.1. Clasificación de la superclase Agnatha
- 2.2. Origen y evolución de la superclase Agnatha

- 2.3. Características del orden Cyclostomata
  - 2.3.1. Suborden Petromyzontidae (lampreas)
  - 2.3.2. Suborden Myxinoidea (mixinos)
- 2.4. Comparación de forma-función entre los ciclostomados y el resto de los vertebrados
- 2.5. Importancia ecológica y socioeconómica

### **Duración**

3 horas

## **Unidad III. Peces óseos y cartilagosos**

### **Competencia**

Examinar las adaptaciones de los diferentes grupos de peces, mediante el análisis estructura-función y ubicación trófica, para comprender y desarrollar su destreza en la deducción de su hábitat, con disposición al aprendizaje, rigurosidad académica y respeto al conocimiento científico.

### **Contenido**

- 3.1. Generalidades de los peces
  - 3.1.1. Clasificación
  - 3.1.2. Origen y evolución
  - 3.1.3. Desarrollo de la mandíbula
  - 3.1.4. Desarrollo de las aletas medias
  - 3.1.5. Origen de las aletas pares
  - 3.1.6. Forma del cuerpo
  - 3.1.7. Desplazamiento de los peces óseos y cartilagosos
  - 3.1.8. Tipos de escamas
  - 3.1.9. Línea lateral
  - 3.1.10. Respiración
  - 3.1.11. Mecanismo de contracorriente
  - 3.1.12. Coloración
  - 3.1.13. Bioluminiscencia
  - 3.1.14. Producción de electricidad
  - 3.1.15. Regulación osmótica
  - 3.1.16. Migraciones
- 3.2. Clasificación de los peces cartilagosos
  - 3.2.1. Características generales
    - 3.2.1.1. Tiburones
    - 3.2.1.2. Mantas y rayas
    - 3.2.1.3. Quimeras
  - 3.2.2. Comparación entre los peces cartilagosos y el resto de los vertebrados
- 3.3. Clasificación de los peces óseos
  - 3.3.1. Características generales
    - 3.3.1.1. Suborden Coelacanthini
    - 3.3.1.2. Orden Dipnoi



- 3.3.1.3. Infraclasse Chondrostei
- 3.3.1.4. Infraclasse Holostei
- 3.3.1.5. Infraclasse Teleostei
- 3.3.2. La vejiga natatoria
- 3.3.3. Órganos de audición y equilibrio
- 3.4. Comparación entre los peces óseos y cartilagosos
- 3.5. Importancia ecológica y socioeconómica

### ***Duración***

10 horas

## **Unidad IV. Anfibios y reptiles**

### ***Competencia***

Analizar las características distintivas de los anfibios y reptiles, mediante el estudio de la forma, función y evolución, para comprender su papel en la evolución del resto de los vertebrados, con curiosidad científica, razonamiento lógico y compromiso con el conocimiento biológico.

### ***Contenido***

- 4.1. Clasificación de los anfibios
- 4.2. Origen y evolución de los anfibios
  - 4.2.1. Transición del agua a la tierra
  - 4.2.2. Origen de las extremidades pentadáctilas
- 4.3. Características generales de los anfibios
  - 4.3.1. Rasgos externos
  - 4.3.2. Cubierta del cuerpo
  - 4.3.3. Esqueleto y músculos
  - 4.3.4. Sistema respiratorio y doble flujo sanguíneo
  - 4.3.5. Reproducción
- 4.4. Clasificación de los reptiles
  - 4.4.1. Origen y evolución de los reptiles
- 4.5. Características generales de los reptiles
  - 4.5.1. Escamas
  - 4.5.2. Membranas embrionarias
  - 4.5.3. Termorregulación
  - 4.5.4. Glándulas de la sal
  - 4.5.5. Veneno
- 4.6. Reptiles marinos
  - 4.6.1. Tortugas marinas
  - 4.6.2. Serpientes marinas
  - 4.6.3. Iguanas marinas
  - 4.6.4. Cocodrilos marinos
- 4.7. Comparación entre peces, anfibios y reptiles

#### 4.8. Importancia ecológica y socioeconómica

##### **Duración**

5 horas

#### **Unidad V. Aves**

##### **Competencia**

Examinar las características particulares del grupo de las aves, mediante la comprensión de su forma y función, con el fin de desarrollar destreza en la deducción de su hábitat y las diferencias con respecto a los reptiles, con actitud deductiva y crítica.

##### **Contenido**

- 5.1. Clasificación de las aves
- 5.2. Origen y evolución de las aves
  - 5.2.1. Adaptaciones de las aves
- 5.3. Características generales de las aves
  - 5.3.1. Cubierta del cuerpo
    - 5.3.1.1. Plumas
      - 5.3.2.1.1. Crecimiento de las plumas
    - 5.3.1.2. Escamas
    - 5.3.1.3. Picos
    - 5.3.1.4. Patas
  - 5.3.2. Esqueleto
  - 5.3.3. Respiración
  - 5.3.4. Homeotermia
- 5.4. Comparación entre reptiles y aves
- 5.5. Importancia ecológica y socioeconómica

##### **Duración**

4 horas

#### **Unidad VI. Mamíferos**

##### **Competencia**

Distinguir la anatomía y fisiología de los mamíferos, mediante el análisis de sus características, y adaptaciones, para contrastar su ubicación en el ecosistema con el resto de los vertebrados, con actitud deductiva, pensamiento crítico y respeto por la diversidad animal.

##### **Contenido**

- 6.1. Clasificación de los mamíferos
- 6.2. Origen y evolución de los mamíferos
- 6.3. Características generales de los mamíferos
  - 6.3.1. Características diagnósticas de los mamíferos
- 6.4. Clasificación de los mamíferos marinos
- 6.5. Morfología externa de los mamíferos marinos
  - 6.5.1. Cetáceos

- 6.5.2. Sirenios
- 6.5.3. Pinnípedos
- 6.5.4. Nutria marina
- 6.5.5. Oso polar
- 6.6. Adaptaciones de los mamíferos marinos
  - 6.6.1. Termorregulación
  - 6.6.2. Osmorregulación
  - 6.6.3. Fisiología del buceo
  - 6.6.4. Ecolocalización
- 6.7. Importancia ecológica y socioeconómica

***Duración***

5 horas

## **VIII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER**

### **Unidad I: Introducción (cordados, protocordados y vertebrados)**

#### **Práctica 1: Cordados**

***Duración***

1 hora

***Procedimiento***

1. Recibe y atiende instrucciones guiadas por parte del docente.
2. Discute sobre las adaptaciones que han marcado la evolución de los vertebrados.
3. Elabora un cuadro comparativo.
4. Recibe retroalimentación docente.
5. Entrega de informe a través de plataformas institucionales.

***Recursos de apoyo***

- Presentaciones Power Point
- Lecturas adicionales

### **Unidad II: Lampreas y mixinos**

#### **Práctica 2: Lampreas y mixinos**

***Duración***

1 hora

***Procedimiento***

1. Recibe y atiende instrucciones guiadas por parte del docente.
2. Compara a los ciclostomados con el resto de los vertebrados
3. Elabora un cuadro comparativo entre lampreas y mixinos.
4. Discute sobre la importancia ecológica y socioeconómica

5. Recibe retroalimentación docente.
6. Prepara un informe digital.
7. Entrega el informe a través de plataformas institucionales.

### **Recursos de apoyo**

- Presentaciones Power Point
- Lecturas adicionales

## **Unidad III: Peces óseos y cartilagosos**

### **Práctica 3. Peces cartilagosos**

#### **Duración**

1 hora

#### **Procedimiento**

1. Recibe instrucciones guiadas por parte del docente.
2. Atiende las instrucciones del docente.
3. Discute sobre las diferencias entre los peces cartilagosos.
4. Elabora un cuadro comparativo entre los peces cartilagosos.
5. Discute sobre la importancia ecológica y socioeconómica.
6. Prepara un informe digital.
7. Entrega el informe a través de plataformas institucionales.

### **Recursos de apoyo**

- Presentaciones Power Point
- Lecturas adicionales

### **Práctica 4. Peces óseos**

#### **Duración**

1 hora

#### **Procedimiento**

1. Recibe instrucciones guiadas por parte del docente.
2. Atiende las instrucciones del docente.
3. Discute sobre las diferencias entre los peces óseos.
4. Elabora un cuadro comparativo entre los peces óseos.
5. Discute sobre la importancia ecológica y socioeconómica
6. Entrega de informe a través de plataformas institucionales.

### **Recursos de apoyo**

- Presentaciones Power Point
- Lecturas adicionales

## **Práctica 5. Peces cartilaginosos y óseos**

### ***Duración***

2 horas

### ***Procedimiento***

1. Recibe instrucciones guiadas por parte del docente.
2. Atiende las instrucciones del docente.
3. Revisa una guía de identificación de peces óseos y cartilaginosos en español e inglés.
4. Discute sobre las diferencias entre peces óseos y cartilaginosos.
5. Elabora un cuadro comparativo entre peces óseos y cartilaginosos indicando la morfología principal en español e inglés.
6. Discute sobre la importancia ecológica y socioeconómica.
7. Prepara un informe digital.
8. Entrega el informe a través de plataformas institucionales.

### ***Recursos de apoyo***

- Presentaciones Power Point
- Lecturas adicionales
- Guías en español e inglés

## **Unidad IV: Anfibios y reptiles**

### **Práctica 6: Anfibios**

### ***Duración***

2 horas

### ***Procedimiento***

1. Recibe y atiende instrucciones guiadas por parte del docente.
2. Discute las diferencias entre peces y anfibios.
3. Elabora un cuadro comparativo con las diferencias entre peces y anfibios.
4. Discute sobre la importancia ecológica y socioeconómica
5. Recibe retroalimentación docente.
6. Prepara un informe digital.
7. Entrega el informe a través de plataformas institucionales.

### ***Recursos de apoyo***

- Presentaciones Power Point
- Lecturas adicionales

## Práctica 7. Reptiles

### ***Duración***

2 horas

### ***Procedimiento***

1. Recibe instrucciones guiadas por parte del docente.
2. Atiende las instrucciones del docente.
3. Discute las diferencias entre anfibios y reptiles.
4. Elabora un cuadro comparativo entre anfibios y reptiles.
5. Discute sobre la importancia ecológica y socioeconómica.
6. Prepara un informe digital.
7. Entrega el informe a través de plataformas institucionales.

### ***Recursos de apoyo***

- Presentaciones Power Point
- Lecturas adicionales

## Unidad V: Aves

## Práctica 8: Aves

### ***Duración***

2 horas

### ***Procedimiento***

1. Recibe y atiende instrucciones guiadas por parte del docente.
2. Discute las diferencias entre reptiles y aves.
3. Elabora un cuadro comparativo entre reptiles y aves indicando la morfología principal en español e inglés.
4. Discute sobre la importancia ecológica y socioeconómica
5. Recibe retroalimentación docente.
6. Prepara un informe digital.
7. Entrega el informe a través de plataformas institucionales.

### ***Recursos de apoyo***

- Presentaciones Power Point
- Lecturas adicionales
- Guías en español e inglés

## **Unidad VI: Mamíferos**

### **Práctica 9: Mamíferos**

#### ***Duración***

2 horas

#### ***Procedimiento***

1. Recibe y atiende instrucciones guiadas por parte del docente.
2. Discute sobre las diferencias entre reptiles y mamíferos.
3. Elabora un cuadro comparativo entre reptiles y mamíferos.
4. Recibe retroalimentación docente.
- 5- Prepara un informe digital.
6. Entrega el informe a través de plataformas institucionales.

#### ***Recursos de apoyo***

- Presentaciones Power Point
- Lecturas adicionales

### **Práctica 10: Mamíferos marinos**

#### ***Duración***

1 hora

#### ***Procedimiento***

1. Recibe y atiende instrucciones guiadas por parte del docente.
2. Discute sobre las diferencias entre mamíferos terrestres y marinos.
3. Elabora un cuadro comparativo entre mamíferos terrestres y marinos.
4. Discute sobre la importancia ecológica y socioeconómica
5. Recibe retroalimentación docente.
6. Prepara un informe digital.
6. Entrega el informe a través de plataformas institucionales.

#### ***Recursos de apoyo***

- Presentaciones Power Point
- Lecturas adicionales

## Práctica 11: Cetáceos y pinnípedos

### **Duración**

1 hora

### **Procedimiento**

1. Recibe y atiende instrucciones guiadas por parte del docente.
2. Discute sobre las diferencias entre cetáceos y pinnípedos.
3. Elabora un cuadro comparativo entre cetáceos y pinnípedos indicando la morfología principal en español e inglés.
4. Recibe retroalimentación docente.
5. Prepara un informe digital.
6. Entrega el informe a través de plataformas institucionales.

### **Recursos de apoyo**

- Presentaciones Power Point
- Lecturas adicionales
- Guías en español e inglés

## IX. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO

### Unidad I: Introducción (cordados, protocordados y vertebrados)

#### Práctica 1: Tunicados y Anfioxos

### **Duración**

2 horas

### **Procedimiento**

1. Recibe y atiende instrucciones guiadas por parte del docente.
2. Observa bajo el microscopio compuesto o estereoscópico las preparaciones fijas.
3. Observa bajo el microscopio estereoscópico los organismos frescos y secos.
4. Analiza la anatomía interna y externa de tunicados y anfioxos.
5. Analiza la larva de las ascidias como un tipo de cordado ancestral.
6. Recibe retroalimentación docente
7. Elabora reporte de laboratorio.
8. Entrega el reporte a través de plataformas institucionales.

### **Recursos de apoyo**

- Videos
- Microscopio compuesto
- Microscopio estereoscópico
- Preparaciones fijas de tunicados y anfioxos
- Tunicados y anfioxos frescos y secos



- Portaobjetos
- Cubreobjetos
- Gotero
- Cajas Petri
- Aguja de disección
- Esquemas de tunicados y anfioxos
- Libros de Zoología
- Computadora
- Internet

## **Unidad II: Agnathos (lampreas y mixinos)**

### **Práctica 2: Lampreas y mixinos**

#### ***Duración***

3 horas

#### ***Procedimiento***

1. Recibe y atiende instrucciones guiadas por parte del docente.
2. Observa bajo el microscopio compuesto o estereoscópico las preparaciones fijas.
3. Observa bajo el microscopio estereoscópico los organismos frescos y secos.
4. Analiza la anatomía interna y externa de lampreas y mixinos.
5. Analiza su ciclo de vida con énfasis en la larva ammocoete.
6. Recibe retroalimentación docente.
7. Elabora reporte de laboratorio.
8. Entrega el reporte a través de plataformas institucionales.

#### ***Recursos de apoyo***

- Videos
- Microscopio compuesto
- Microscopio estereoscópico
- Preparaciones fijas de lampreas y mixinos
- Lampreas y mixinos frescos y secos
- Portaobjetos
- Cubreobjetos
- Gotero
- Cajas Petri
- Aguja de disección
- Esquemas de lampreas y mixinos
- Libros de Zoología
- Computadora
- Internet

### **Unidad III: Peces óseos y cartilagosos**

#### **Práctica 3: Anatomía externa de peces óseos y cartilagosos**

##### ***Duración***

3 horas

##### ***Procedimiento***

1. Recibe y atiende instrucciones guiadas por parte del docente.
2. Observa bajo el microscopio compuesto o estereoscópico las preparaciones fijas.
3. Observa bajo el microscopio estereoscópico los organismos frescos y secos.
4. Analiza la anatomía interna y externa de peces óseos y cartilagosos.
5. Analiza las diferencias entre diferentes tipos de escamas.
6. Analiza la forma y función de las diferentes aletas.
7. Recibe retroalimentación docente.
8. Elabora reporte de laboratorio.
9. Entrega el reporte a través de plataformas institucionales.

##### ***Recursos de apoyo***

- Videos
- Microscopio compuesto
- Microscopio estereoscópico
- Preparaciones fijas de escamas
- Peces óseos y cartilagosos frescos y secos
- Portaobjetos
- Cubreobjetos
- Gotero
- Cajas Petri
- Agujas de disección
- Esquemas de peces óseos y cartilagosos
- Libros de Zoología
- Computadora
- Internet

### **Unidad III: Peces óseos y cartilagosos**

#### **Práctica 4: Identificación de peces cartilagosos y anatomía de tiburones**

##### ***Duración***

3 horas

##### ***Procedimiento***

1. Recibe y atiende instrucciones guiadas por parte del docente.
2. Identifica peces cartilagosos por medio de guías de identificación.
3. Analiza la anatomía interna de un pez cartilaginoso

4. Recibe retroalimentación docente.
5. Prepara un reporte de laboratorio.
6. Entrega el reporte a través de plataformas institucionales.

#### ***Recursos de apoyo***

- Video
- Guías de identificación
- Escamas placoideas
- Peces cartilaginosos preservados en formol
- Tiburón fresco
- Charolas
- Estuche de disección
- Esquemas de tiburón
- Libros de Zoología
- Computadora
- Internet

### **Unidad III: Peces óseos y cartilaginosos**

#### **Práctica 5: Identificación y anatomía de peces óseos**

##### ***Duración***

3 horas

##### ***Procedimiento***

1. Recibe y atiende instrucciones guiadas por parte del docente.
2. Identifica peces óseos por medio de guías de identificación.
3. Analiza la anatomía interna de un pez cartilaginoso
4. Recibe retroalimentación docente.
5. Prepara un reporte de laboratorio.
6. Entrega el reporte a través de plataformas institucionales.

#### ***Recursos de apoyo***

- Video
- Microscopio estereoscópico
- Guías de identificación
- Escamas ctenoideas, cicloideas y ganoideas
- Peces óseos preservados en formol
- Peces frescos
- Charolas
- Estuche de disección
- Esquemas de peces
- Libros de Zoología
- Computadora
- Internet

## Unidad IV: Anfibios y reptiles

### Práctica 6: Anfibios

#### ***Duración***

3 horas

#### ***Procedimiento***

1. Recibe y atiende instrucciones guiadas por parte del docente.
2. Observa bajo el microscopio estereoscópico los diferentes tipos de anfibios.
3. Analiza la anatomía interna y externa de una rana.
4. Recibe retroalimentación docente.
5. Elabora reporte de laboratorio.
6. Entrega el reporte a través de plataformas institucionales.

#### ***Recursos de apoyo***

- Videos
- Microscopio estereoscópico
- Anfibios frescos y secos
- Esquemas de anfibios
- Libros de Zoología
- Computadora
- Internet

### Práctica 7: Reptiles

#### ***Duración***

3 horas

#### ***Procedimiento***

1. Recibe y atiende instrucciones guiadas por parte del docente.
2. Observa bajo el microscopio estereoscópico los diferentes tipos de reptiles.
3. Analiza la anatomía interna y externa de una tortuga.
4. Recibe retroalimentación docente.
5. Elabora reporte de laboratorio.
6. Entrega el reporte a través de plataformas institucionales.

#### ***Recursos de apoyo***

- Videos
- Microscopio estereoscópico
- Reptiles frescos y secos
- Esquemas de reptiles
- Libros de Zoología
- Computadora e internet

## **Unidad V: Aves**

### **Práctica 8: Aves**

#### ***Duración***

3 horas

#### ***Procedimiento***

1. Recibe y atiende instrucciones guiadas por parte del docente.
2. Analiza la anatomía interna y externa de un ave.
3. Recibe retroalimentación docente.
4. Elabora reporte de laboratorio.
5. Entrega el reporte a través de plataformas institucionales.

#### ***Recursos de apoyo***

- Microscopio estereoscópico
- Videos
- Plumas de ave
- Picos de ave
- Esqueleto de un ave
- Huevo de avestruz
- Esquemas de aves
- Libros de Zoología
- Computadora
- Internet

## **Unidad VI: Mamíferos**

### **Práctica 9: Características generales de mamíferos**

#### ***Duración***

3 horas

#### ***Procedimiento***

1. Recibe y atiende instrucciones guiadas por parte del docente.
2. Analiza la anatomía interna y externa de un mamífero.
3. Analiza los diferentes tipos de dentadura y función de los dientes.
4. Recibe retroalimentación docente.
5. Elabora reporte de laboratorio.
6. Entrega el reporte a través de plataformas institucionales.

#### ***Recursos de apoyo***

- Videos
- Preparaciones fijas de cortes de piel de mamíferos
- Microscopio estereoscópico

- Cráneos
- Pelos
- Esquemas de mamíferos
- Libros de Zoología
- Computadora
- Internet

## **Práctica 10: Morfología externa de mamíferos marinos**

### ***Duración***

3 horas

### ***Procedimiento***

1. Recibe atiende instrucciones guiadas por parte del docente.
2. Analiza la morfología externa de un mamífero marino.
3. Analiza las diferencias entre los representantes de los diferentes grupos.
4. Recibe retroalimentación docente.
5. Elabora reporte de laboratorio.
6. Entrega el reporte a través de plataformas institucionales.

### ***Recursos de apoyo***

- Videos
- Esquemas de mamíferos
- Libros de Zoología
- Computadora
- Internet

## **Práctica 11: Identificación de mamíferos marinos**

### ***Duración***

3 horas

### ***Procedimiento***

1. Recibe y atiende instrucciones guiadas por parte del docente.
2. Identifica especies de mamíferos marinos con guías de identificación.
3. Recibe retroalimentación docente.
4. Elabora reporte de laboratorio.
5. Entrega el reporte a través de plataformas institucionales.

### ***Recursos de apoyo***

- Modelos plásticos de mamíferos marinos
- Guías de identificación
- Computadora
- Internet

## **X. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE CAMPO**

### **Unidad III: Peces óseos y cartilagosos**

#### **Práctica 1: Visita al mercado de pescados y mariscos de Ensenada**

##### ***Duración***

10 horas

##### ***Procedimiento***

1. Recibe y atiende instrucciones guiadas por parte del docente.
2. Forma equipo de trabajo con sus compañeros.
3. Observa y toma fotografías de los peces óseos y cartilagosos.
4. Identifica los peces óseos y cartilagosos con ayuda de una guía de identificación
5. Recibe retroalimentación docente.
6. Prepara un reporte de la salida de campo.
7. Entrega el reporte a través de plataformas institucionales.

##### ***Recursos de apoyo***

- Libreta para tomar notas
- Guía de identificación
- Cámara fotográfica

### **Unidad IV: Aves**

#### **Práctica 2: Identificación de aves Estero de Punta Banda**

##### ***Duración***

6 horas

##### ***Procedimiento***

1. Recibe y atiende instrucciones guiadas por parte del docente.
2. Forma equipo de trabajo con sus compañeros.
3. Observa y toma fotografías de las aves acuáticas y marinas.
4. Identifica especies de aves acuáticas y marinas a partir de características específicas, con ayuda de guías de identificación.
5. Entiende la importancia del ambiente del Estero de Punta Banda
6. Recibe retroalimentación docente.
7. Prepara un reporte de la salida de campo.
8. Entrega el reporte a través de plataformas institucionales.

##### ***Recursos de apoyo***

- Libreta para tomar notas
- Guía de identificación y cámara fotográfica

## **XI. MÉTODO DE TRABAJO**

### **Encuadre**

El primer día de clase, cada docente debe establecer de forma clara y formal:

- La metodología de trabajo.
- Criterios de evaluación y rúbricas.
- Reglas sobre la calidad y entrega de trabajos académicos.
- Derechos y obligaciones del o la docente y del estudiantado

Esto debe quedar registrado y comunicado por medios institucionales (como Blackboard o correo institucional).

### **Estrategia de enseñanza**

- Aprendizaje basado en problemas
- Aprendizaje basado en casos
- Aprendizaje basado en preguntas
- Técnica expositiva
- Discusión guiada
- Instrucción guiada

### **Estrategia de aprendizaje**

- Investigación documental
- Investigación empírica
- Trabajo colaborativo
- Técnica expositiva
- Visitas a campo
- Cuadros comparativos

## **XII. CRITERIOS DE EVALUACIÓN**

### **Criterios de acreditación**

Para tener derecho a examen ordinario y extraordinario cada estudiante debe cumplir con los porcentajes de asistencia que establece el Estatuto Escolar vigente. La calificación es en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 60.



### Criterios de evaluación

|                                             |             |
|---------------------------------------------|-------------|
| - Evaluaciones parciales.....               | 50%         |
| - Portafolio integrador:                    |             |
| - Reportes de prácticas de laboratorio..... | 30%         |
| - Cuadros comparativos.....                 | 10%         |
| - Reportes de prácticas de campo.....       | 10%         |
| <b>Total.....</b>                           | <b>100%</b> |

### XIII. REFERENCIAS

#### Recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

- Hickman, C. P., Jr., Keen, S., Eisenhour, D. J., Larson, A., & l'Anson, H. (2024). Laboratory studies in integrated principles of zoology (19th ed.). McGraw-Hill Higher Education.
- Kardong, K. V. (2015). Vertebrates: Comparative anatomy, function, evolution (7th ed.). McGraw Hill Education. [clásica]
- Liem, K. F., Bemis, W. E., Walker, W. F., Jr., & Grande, L. (2001). Functional anatomy of the vertebrates: An evolutionary perspective (3rd ed.). Thomson Brooks/Cole. [clásica]
- Storer, T. I., Usinger, R. L., Stebbins, R. C., & Nybakken, J. W. (2010). Zoología general (6.<sup>a</sup> ed.). Ediciones Omega. [clásica]
- Wessells, N. K. (1979). Vertebrados: Estructura y función. Selecciones de Scientific American, Editorial H. Blume. [clásica]

#### Recursos de acceso libre o complementarios externos

- Berta, A., Sumich, J. L., & Kovacs, K. M. (2015). *Marine mammals: Evolutionary biology* (3rd ed.). Academic Press. [clásica]
- Gunther, A. C. (2025). *An introduction to the study of fishes*. Good Press.
- Hillman, S. S. (2009). *Ecological and environmental physiology of amphibians*. Oxford University Press. [clásica]
- Moyle, P. B., & Cech, J. J. (2000). *Fishes: An introduction to ichthyology* (4th ed.). Prentice Hall. [clásica]
- Powell, R. (2022). Turtles and tortoises. *Salem Press Encyclopedia of Science*.

#### **XIV. PERFIL DOCENTE**

Licenciatura en Biología, Oceanología, Biotecnología en Acuicultura, Ciencias Ambientales, área afín o posgrado de ciencias naturales, con experiencia probada en el área y en docencia de al menos dos años. Ser una persona proactiva, analítica y que fomente el trabajo colaborativo. Recomendable contar con certificación del idioma inglés B1 o equivalente.



**PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE**

**I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN**

|                                            |                                                                                                                                                           |
|--------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Unidad académica:</b>                   | Facultad de Ciencias Marinas, Ensenada.                                                                                                                   |
| <b>Programa educativo:</b>                 | Biotecnología en Acuicultura                                                                                                                              |
| <b>Plan de Estudios:</b>                   | 2026-2                                                                                                                                                    |
| <b>Nombre de la unidad de aprendizaje:</b> | Química del Agua en Acuicultura                                                                                                                           |
| <b>Clave:</b>                              |                                                                                                                                                           |
| <b>Distribución horaria:</b>               | Horas Clase: 02<br>Horas Taller: 01<br>Horas Laboratorio: 02<br>Horas Práctica de Campo: 01<br>Horas Clínicas: 00<br>Horas Extra-clase: 02<br>Créditos:08 |
| <b>Etapas de formación:</b>                | Básica                                                                                                                                                    |
| <b>Carácter:</b>                           | Obligatoria                                                                                                                                               |
| <b>Requisito:</b>                          | Ninguno.                                                                                                                                                  |
| <b>Modalidad de impartición:</b>           | Presencial                                                                                                                                                |
| <b>Equipo de diseño:</b>                   | Fernando Barreto Curiel<br>Rosario Jara Montañez<br>Salvador Villasuso Palomares<br>Amara Thayde Sánchez Nava<br>Mario Alberto Galaviz Espinoza           |
| <b>Subdirección que aprueba el PUA:</b>    | Patricia Alvarado Graef                                                                                                                                   |
| <b>Fecha:</b>                              | 25 de febrero de 2026                                                                                                                                     |
| <b>Aprobación y registro:</b>              |                                                                                                                                                           |

## **II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE**

El propósito de esta unidad de aprendizaje es dar a conocer la relevancia del agua como recurso principal y esencial para la productividad, salud y sostenibilidad en sistemas acuícolas, así como proporcionar al estudiantado habilidades técnicas, herramientas prácticas, conocimientos aplicados en química, manejo tecnológico específico y dominio de normativas ambientales vigentes. Además, fomenta actitudes y valores como responsabilidad ambiental, pensamiento crítico, ética profesional, trabajo colaborativo, habilidades organizativas, comunicativas y resolutivas, fortaleciendo así su formación profesional integral.

Esta unidad de aprendizaje es de carácter obligatorio, se ubica en la etapa básica del plan de estudios de Biotecnología en Acuicultura y perteneciente al área de conocimiento de Biotecnología.

## **III. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE**

Analizar las características fisicoquímicas y biológicas del agua en sistemas acuícolas y su entorno, mediante la aplicación de técnicas analíticas, fundamentos químicos y normativas ambientales, para diseñar estrategias sostenibles de manejo de calidad del agua y sus impactos ecológicos en sistemas acuícolas, con pensamiento crítico y responsabilidad ambiental.

### **II. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE**

Portafolio de evidencias de las prácticas de taller.

Reportes y bitácora de laboratorio utilizando el desarrollo del método científico, donde se demuestra la importancia de los temas revisados.

### **III. COMPETENCIA PROFESIONAL DEL PERFIL DE EGRESO A LA QUE CONTRIBUYE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE**

Desarrollar procesos biotecnológicos y técnicas de cultivo optimizadas, a través del uso de herramientas bioquímicas, microbiológicas y biotecnológicas, para mejorar la calidad, inocuidad y valor nutricional de los productos acuícolas, con responsabilidad, ética profesional y respeto por el ambiente.

## **IV. EJE TRANSVERSAL AL QUE CONTRIBUYE**

Compromiso con la Responsabilidad Social, Excelencia e Innovación social.

## **V. DESARROLLO POR UNIDADES**

### **Unidad I. Fundamentos de la química del agua**

#### **Competencia**

Analizar la composición molecular y propiedades fisicoquímicas del agua por medio de técnicas analíticas para comprender su papel en los sistemas acuícolas con pensamiento crítico y responsabilidad.

#### **Contenido**

- 1.1. Composición molecular del agua y propiedades fisicoquímicas básicas
- 1.2. Estados del agua y sus transiciones
- 1.3. Solubilidad de gases y sales en el agua marina y dulce
- 1.4. Fuentes de suministro de agua para la producción acuícola
  - 1.4.1. Agua dulce
  - 1.4.2. Agua marina
  - 1.4.3. Agua salobre

#### **Duración**

04 horas

### **Unidad II. Balance iónico**

#### **Competencia**

Aplicar los principios del equilibrio iónico y la composición salina del agua por medio de técnicas analíticas y herramientas de cálculo químico, con el propósito de evaluar y corregir desbalances que afectan la homeostasis y fisiología de los organismos acuáticos, con trabajo colaborativo, precisión y responsabilidad ambiental.

#### **Contenido**

- 2.1. Fundamentos del balance iónico en sistemas acuícolas
  - 2.1.1. Definición y principios fisicoquímicos del equilibrio iónico
  - 2.1.2. Iones críticos en la acuicultura
  - 2.1.3. Impacto el desbalance iónico en la fisiología de organismos acuáticos
- crecimiento y supervivencia
- 2.2. Biotecnología aplicada a la corrección iónica
  - 2.2.1. Estrés iónico en organismos acuáticos

#### **Duración**

06 horas

## Unidad III. Interacción de parámetros fisicoquímicos y biológicos en sistemas acuícolas

### **Competencia**

Interpretar la interacción de los parámetros físicos, químicos y biológicos del agua mediante la medición instrumental y la interpretación de resultados experimentales, con el propósito de determinar su influencia en la calidad del agua y el bienestar de los organismos cultivados, con objetividad, disciplina y pensamiento crítico.

### **Contenido**

- 3.1. Parámetros físicos del agua
  - 3.1.1. Temperatura
  - 3.1.2. Oxígeno disuelto
  - 3.1.3. Dureza
  - 3.1.4. Salinidad
  - 3.1.5. Sólidos
  - 3.1.6. Técnicas y equipos de medición
- 3.2. Parámetros químicos del agua
  - 3.2.1. pH
  - 3.2.2. Alcalinidad
  - 3.2.3. Nitrógeno amoniacal total
  - 3.2.4. Nitritos
  - 3.2.5. Nitratos
  - 3.2.6. Técnicas y equipos de medición
- 3.3. Parámetros biológicos del agua
  - 3.3.1. Microalgas
  - 3.3.2. Macroalgas
  - 3.3.3. Microorganismos
- 3.4. Sistema CO<sub>2</sub>-carbonatos
  - 3.4.1. pCO<sub>2</sub>
  - 3.4.2. Ácido carbónico
  - 3.3.3. Bicarbonato
  - 3.3.4. Carbonato
  - 3.3.5. Saturación de calcita y aragonita
  - 3.3.6. Efecto del sistema CO<sub>2</sub>-carbonatos en organismos acuícolas

### **Duración**

10 horas

## **Unidad IV. Interacciones agua-sedimento**

### **Competencia**

Interpretar la dinámica de los nutrientes en la interfase agua-sedimento mediante el uso de métodos experimentales y revisión bibliográfica, con el propósito de identificar su impacto en la calidad del medio bentónico y en los ciclos biogeoquímicos, con responsabilidad profesional, respeto y compromiso.

### **Contenido**

- 4.1. Fundamentos fisicoquímicos de la interfase agua-sedimento
  - 4.1.2. Procesos de intercambio iónico: difusión molecular y turbulencia
  - 4.1.3. Dinámica de nutrientes: ciclos de carbono, nitrógeno y fósforo en sedimentos
  - 4.1.4. Impacto de la materia orgánica en la estructura sedimentaria
    - 4.1.4.1. Alteración de la relación C:N:P
- 4.2. Impactos de la acuicultura en sistemas bentónicos
  - 4.2.2. Alteración de comunidades macrobentónicas
    - 4.2.2.1. Reducción de biodiversidad
    - 4.2.2.2. Dominancia de especies tolerante
  - 4.2.3. Desbalance N:P:Si y limitación de nutrientes

### **Duración**

08 horas

## **Unidad V. Impacto en la calidad de agua y sedimentos en ecosistemas acuáticos**

### **Competencia**

Diferenciar los principales contaminantes y efectos de la acuicultura sobre la calidad del agua, suelos y biodiversidad mediante el uso de indicadores fisicoquímicos y biológicos, con el propósito de evaluar la capacidad de carga y proponer medidas de mitigación, con compromiso ambiental, pensamiento analítico.

### **Contenido**

- 5.1. Impactos Ambientales de la Acuicultura
  - 5.1.1. Tipos de contaminantes: biológicos, químicos y físicos
  - 5.1.2. Efectos sobre la calidad del agua, suelos y biodiversidad
  - 5.1.3. Evaluación de impactos ambientales y capacidad de carga
  - 5.1.4. Ley General de Pesca y Acuicultura Sustentables
  - 5.1.5. Carta Nacional Acuícola

### **Duración**

04 horas

## VI. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER

### Unidad III. Interacción de parámetros fisicoquímicos y biológicos en sistemas acuícolas

#### Práctica 1: Determinación de parámetros físicos, químicos y biológicos

##### **Duración**

05 horas

##### **Procedimiento**

1. Atiende indicaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Forma grupos de trabajo.
3. Analiza el caso de estudio proporcionado por el docente.
4. Determina el efecto de la temperatura en la concentración de oxígeno disuelto en el agua.
5. Determina la toxicidad del nitrógeno amoniacal total.
6. Establece un rango de concentraciones de la alcalinidad.
7. Determina si los sólidos tuvieron algún efecto en el caso de estudio.
8. Determina si los factores, físicos, químicos y biológicos tuvieron un efecto significativo en los organismos del caso de estudio.
9. Recibe retroalimentación del docente.
10. Elabora un reporte para su portafolio de evidencias.

##### **Recursos de apoyo**

- Internet.
- Dispositivo electrónico.
- Caso de estudio.

#### Práctica 2: Factores de la calidad del agua en un cultivo acuícola

##### **Duración**

04 horas

##### **Procedimiento**

1. Atiende indicaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Forma grupos de trabajo.
3. Selecciona un pez de importancia acuícola cultivado en agua dulce.
4. Selecciona un molusco bivalvo de importancia acuícola de agua marina.
5. Selecciona un crustáceo de importancia acuícola.
6. Selecciona un alga de importancia acuícola.
7. Determina los factores de la calidad del agua que puedan tener un efecto significativo en el cultivo de los organismos seleccionados.
8. Establece un rango de concentración de cada uno de los factores de la calidad para las especies seleccionadas.
9. Recibe retroalimentación del docente.
10. Elabora una evidencia electrónica para su portafolio.



### **Recursos de apoyo**

- Internet.
- Dispositivo electrónico.

### **Práctica 3: Efecto fisiológico del CO<sub>2</sub> en organismos de interés acuícola**

#### **Duración**

04 horas

#### **Procedimiento**

1. Atiende indicaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Forma grupos de trabajo.
3. Selecciona un pez de importancia acuícola.
4. Selecciona un molusco bivalvo de importancia acuícola.
5. Selecciona un crustáceo de importancia acuícola.
6. Selecciona un alga de importancia acuícola.
7. Realiza una investigación bibliográfica sobre el efecto Root y el efecto Bohr.
8. Realiza una investigación bibliográfica sobre el efecto del CO<sub>2</sub> en la concha y a nivel fisiológico en los moluscos bivalvos.
9. Realiza una investigación bibliográfica sobre el efecto del CO<sub>2</sub> en la muda en los crustáceos.
10. Realiza una investigación bibliográfica sobre el efecto del CO<sub>2</sub> en el metabolismo de las algas.
11. Recibe retroalimentación del docente.
12. Elabora un reporte para su portafolio de evidencias.

### **Recursos de apoyo**

- Internet.
- Dispositivo electrónico.

### **Práctica 4: Diseño infográfico de las principales normas aplicadas a la acuicultura**

#### **Duración**

03 horas

#### **Procedimiento**

1. Atiende indicaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Forma grupos de trabajo.
3. Analiza las normas que rigen a la acuicultura proporcionadas por el docente.
4. Resume las principales características y realiza una tabla comparativa entre los lineamientos específicos que se requieren cumplir.
5. Recibe retroalimentación del docente.
6. Elabora un reporte para su portafolio de evidencias.

### **Recursos de apoyo**

- Internet.
- Dispositivo electrónico.
- Caso de estudio.

## **IX. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO**

### **Unidad I: Fundamentos de la química del agua**

#### **Práctica 1: Composición molecular del agua y sus propiedades fisicoquímicas.**

##### **Duración**

02 horas

##### **Procedimiento**

1. Recibe y atiende las indicaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Recibe instrucciones acerca de las reglas de seguridad del laboratorio.
3. Recibe instrucciones acerca de las reglas del uso del espacio y equipo de laboratorio.
4. Recibe los criterios de evaluación.
5. Forma grupos de trabajo.
6. Colecta una muestra de 50 mL de agua dulce, salobre y marina.
7. Determina la salinidad de cada una de las muestras con un refractómetro.
8. Mide el pH de cada una de las muestras con un potenciómetro o tiras reactivas.
9. Recibe retroalimentación docente.
10. Lava y ordena el material, así como el lugar de trabajo.
11. Elabora un reporte.

##### **Recursos de apoyo**

- Reglamento de laboratorio.
- Bitácoras de uso del espacio.
- Bitácoras del uso de equipo.
- Bitácoras de residuos.
- Equipo de protección personal.
- Potenciómetro/ tiras reactivas.
- Contenedores plásticos con tapa.

## Práctica 2: Relación salinidad-temperatura

### Duración.

02 horas

### Procedimiento:

1. Recibe y atiende las indicaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Colecta una muestra de 50 ml de agua dulce, salobre y marina.
3. Determina la salinidad de cada una de las muestras con un refractómetro.
4. Pesa un vaso de precipitados limpio y vacío.
5. Vierte la muestra al vaso de precipitados.
6. Calienta de forma independiente cada una de las muestras colectadas hasta su ebullición.
7. Registra la temperatura de ebullición de cada muestra de agua.
8. Registra el tiempo en el que se evapora el 100% del agua de cada una de las muestras pesa la cantidad de sales obtenidas en cada muestra.
9. Espera a que se enfríe el vaso de precipitados y pésalo.
10. Establece la relación entre la salinidad y el punto de ebullición de cada una de las muestras de agua.
11. Recibe retroalimentación docente.
12. Lava y ordena tu material, así como tu lugar de trabajo.
13. Elabora un reporte.

### Recursos de apoyo

- Manual de laboratorio.
- Bitácora de laboratorio.
- Equipo de protección personal.
- Vasos de precipitados.
- Termómetro.
- Cronómetro.
- Plancha de calentamiento.
- Agitador de vidrio.
- Balanza.
- Refractómetro
- Contenedores plásticos con tapa

## Práctica 3: Solubilidad de los gases

### Duración.

04 horas

**Procedimiento:**

1. Recibe y atiende las indicaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Colecta una muestra de 750 mL de agua dulce, salobre y marina.
3. Determina la salinidad de cada una de las muestras con un refractómetro.
4. Separa cada una de las muestras en alícuotas de 250 mL.
5. Enfría la primera alícuota de 250 mL entre los 8 y los 10°C
6. Introduce una piedra de aireación a la alícuota durante 5 minutos
7. Retira la piedra de aireación y con un multiparámetro mide la concentración de oxígeno disuelto en el agua.
8. Registra los resultados obtenidos.
9. Introduce la piedra de aireación durante 5 minutos a la segunda alícuota a temperatura ambiente.
10. Retira la piedra de aireación y con un multiparámetro mide la concentración de oxígeno disuelto en el agua.
11. Registra los resultados obtenidos.
12. Calienta la tercera alícuota a 45°C.
13. Introduce una piedra de aireación a la alícuota durante 5 minutos
14. Retira la piedra de aireación y con un multiparámetro mide la concentración de oxígeno disuelto en el agua.
15. Registra los resultados obtenidos.
16. Realiza el mismo procedimiento para el resto de las muestras.
17. Establece la relación entre la salinidad, la temperatura y la concentración de oxígeno con los resultados obtenidos de las 3 muestras de agua.
18. Recibe retroalimentación docente.
19. Lava y ordena tu material, así como tu lugar de trabajo.
20. Elabora un reporte.

**Recursos de apoyo**

- Manual de laboratorio
- Bitácora de laboratorio
- Equipo de protección personal
- Vasos de precipitados
- Termómetro
- Aireador
- Manguera
- Piedra de aireación
- Plancha de calentamiento
- Enfriador de agua
- Agitador de vidrio
- Refractómetro
- Multiparámetro
- Contenedores plásticos con tapa

## Unidad II: Balance iónico

### Práctica 4: Curva de calibración N-NO<sub>3</sub>

#### **Duración**

08 horas

#### **Procedimiento**

1. Atiende indicaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Forma grupos de trabajo.
3. Lava y seca todo el material a utilizar, con cuidado especial en no dejar trazas de sales en la cristalería y en las celdas de cuarzo.
4. Prepara una solución madre de nitrato de potasio con agua desionizada a una concentración 1000 mg/L.
5. Prepara una solución de ácido clorhídrico 1M.
6. Prepara un gradiente de concentración: 0, 0.5, 1, 1.5, 2, 3, 4, 6, 8 y 10 mg/L.
7. Adiciona 1 mL de ácido clorhídrico 1N a cada una de las concentraciones del gradiente previamente preparado.
8. Toma una alícuota de entre 1-10 mL del primer gradiente de concentración y deposítalo en la celda de cuarzo.
9. Realiza la medición de la absorbancia con el espectrofotómetro a una longitud de onda de 220 nm.
10. Registra la absorbancia obtenida.
11. Realiza una segunda medición de la misma muestra a una longitud de onda de 275 nm.
12. Registra la absorbancia obtenida.
13. Repite los pasos del 8 al 12 para cada uno de los gradientes de concentración restantes.
14. Realiza una regresión lineal tomando como base la absorbancia y la concentración.
15. Toma una muestra de agua de 100mL de un cultivo acuícola disponible en la Facultad.
16. Determina la concentración de los nitratos.
17. Lava y ordena tu material, así como tu lugar de trabajo.
18. Elabora un reporte.

#### **Recursos de apoyo**

- Manual de laboratorio
- Equipo de protección personal
- Cristalería
- Balanza analítica
- Nitrato de potasio
- Ácido clorhídrico 1M
- Espectrofotómetro
- Pipetas graduadas
- Celda de cuarzo
- Contenedores plásticos con tapa
- Frascos color ámbar

### Unidad III: Interacción de parámetros fisicoquímicos y biológicos en sistemas acuícolas

#### Práctica 5: Medición de la calidad del agua en un cultivo acuícola.

##### **Duración**

08 horas

##### **Procedimiento**

1. Atiende indicaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Forma grupos de trabajo.
3. Selecciona un cultivo acuícola que esté disponible en la Facultad.
4. Realiza una investigación bibliográfica sobre los requerimientos fisicoquímicos de la calidad del agua.
5. Realiza una investigación bibliográfica sobre las características del sistema de cultivo.
6. Determina los parámetros que integrarán la calidad del agua de acuerdo con los resultados de la investigación bibliográfica.
7. Ubica posibles zonas de muestreo en el sistema de cultivo.
8. Determina las zonas de muestreo en el sistema de cultivo.
9. Identifica el material y equipo necesario para medir los parámetros seleccionados de la calidad del agua.
10. Toma una muestra de agua de las distintas zonas seleccionadas en el sistema de cultivo.
11. Realiza las mediciones correspondientes.
12. Registra los resultados obtenidos.
13. Realiza mediciones diarias de los parámetros de la calidad del agua seleccionados durante 4 semanas y registra los resultados obtenidos.
14. Gráfica los resultados obtenidos para identificar la dinámica de cada parámetro y en cada zona de muestreo
15. Determina si cada parámetro de calidad del agua medido se encuentra dentro de los rangos reportados como óptimos o adecuados para la especie y el tipo de sistema de cultivo seleccionado.
16. Determina si el parámetro medido tuvo un posible efecto negativo en los organismos.
17. Recibe retroalimentación docente.
18. Lava y ordena tu material, así como tu lugar de trabajo.
19. Elabora un reporte.

##### **Recursos de apoyo**

- Manual de laboratorio
- Equipo de protección personal
- Potenciómetro
- Multiparámetro
- Kits colorimétricos de medición
- Refractómetro
- Contenedores plásticos con tapa

## Unidad IV. Interacciones agua-sedimento

### Práctica 6: Dinámica agua-sedimento

#### **Duración**

08 horas

#### **Procedimiento**

1. Atiende las indicaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Forma grupos de trabajo.
3. Selecciona un cultivo acuícola que esté disponible en la Facultad.
4. Toma una muestra de 2 L de sedimentos, puede ser del retro lavado de un biofiltro, de sólidos acumulados en un tanque de cultivo o de biofloc.
5. Toma una alícuota de 100 mL y filtra para remover el exceso de sólidos.
6. Mide el pH, la temperatura y la salinidad.
7. Mide el oxígeno disuelto.
8. Mide la concentración de los compuestos nitrogenados: NAT, N-NO<sub>2</sub> y N-NO<sub>3</sub>.
9. Divide el resto de la muestra en 2 porciones iguales e identifícalas como A y B.
10. Introduce las muestras a una incubadora a 28°C durante 24 horas.
11. Saca las muestras de la incubadora y de cada una toma una alícuota de 100 mL.
12. Filtra las alícuotas para remover el exceso de sólidos.
13. Repite los pasos del 6 al 8.
14. Mezcla la muestra A vigorosamente hasta volver a suspender todos los sólidos en la columna del agua, asegúrate de romper la tensión superficial. La muestra B déjala reposar.
15. Introduce nuevamente las muestras A y B a la incubadora a 28°C por 24 horas.
16. Repite los pasos del 11 al 15 durante 4 días más
17. Grafica la dinámica de los parámetros medidos.
18. Compara las dinámicas de los parámetros medidos entre la muestra A y la muestra B
19. Recibe retroalimentación docente.
20. Lava y ordena tu material, así como tu lugar de trabajo.
21. Elabora un reporte.

#### **Recursos de apoyo**

- Manual de laboratorio
- Equipo de protección personal
- Termómetro
- Multiparámetro
- Potenciómetro
- Refractómetro
- Kits colorimétricos de medición
- Material de cristalería
- Papel filtro
- Incubadora
- Cristalería

## **X. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE CAMPO**

### **Unidad III: Interacción de parámetros fisicoquímicos y biológicos en sistemas acuícolas**

#### **Práctica 1: Visita de empresas de producción acuícola de la región.**

##### ***Duración***

16 horas

##### ***Procedimiento***

1. Atiende las indicaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Forma grupos de trabajo.
3. Visita a una empresa de producción acuícola de la región.
4. Atiende las indicaciones del personal de la empresa.
5. Ubica las posibles zonas de muestreo en los diversos sistemas de cultivo.
6. Determina las zonas de muestreo.
7. Toma una muestra de agua de 100 mL.
8. Mide los compuestos nitrogenados, pH, temperatura y salinidad de las muestras.
9. Registra la información obtenida.
10. Toma fotos de las zonas muestreadas y de las características de los sistemas.
11. Realiza un análisis de la calidad del agua.
12. Determina si los rangos de cada parámetro medido se encuentran dentro de lo reportado como óptimo-adecuado para la especie.
13. Determina si los parámetros medidos pueden representar un riesgo al cultivo de los organismos.
14. Recibe retroalimentación docente.
15. Entrega reporte de salida de campo.

##### ***Recursos de apoyo***

- Transporte escolar
- Cuaderno de notas
- Contenedores plásticos con tapa
- Cámara fotográfica
- Botas de trabajo
- Bata de laboratorio
- Impermeable
- Refractómetro
- Potenciómetro
- Termómetro
- Kits colorimétricos de medición



## **XI. MÉTODO DE TRABAJO**

### **Encuadre**

El primer día de clase cada docente debe establecer la forma de trabajo, criterios de evaluación, calidad de los trabajos académicos, derechos y obligaciones docente-estudiante.

### **Estrategia de enseñanza**

- Aprendizaje basado en problemas
- Aprendizaje basado en preguntas
- Técnica expositiva
- Discusión guiada
- Instrucción guiada

### **Estrategia de aprendizaje**

- Investigación documental
- Exposición de resoluciones de casos prácticos
- Trabajo colaborativo
- Técnica expositiva
- Visitas a campo
- Mapas conceptuales
- Cuadros comparativos
- Infografías

## **XII. CRITERIOS DE EVALUACIÓN**

### **Criterios de acreditación**

Para tener derecho a examen ordinario y extraordinario cada estudiante debe cumplir con los porcentajes de asistencia que establece el Estatuto Escolar vigente. La calificación es en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 60.

### **Criterios de evaluación**

- |                                      |     |
|--------------------------------------|-----|
| - Evaluaciones parciales (3)         | 30% |
| - Reportes y bitácora de laboratorio | 40% |

|                                                       |      |
|-------------------------------------------------------|------|
| - Portafolio de evidencias de las prácticas de taller | 20%  |
| - Tareas                                              | 10%  |
| Total                                                 | 100% |

### XIII. REFERENCIAS

#### Recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

FAO. (2024). The State of World Fisheries and Aquaculture 2024 – Blue Transformation in action. Rome. <https://doi.org/10.4060/cd0683en>

Lekang, O. (2020b). *Aquaculture Engineering*. John Wiley & Sons. [Clásica]

Ley General de Pesca y Acuicultura Sustentables. DOF, 2407-2007.

Takeuchi, T. (2018b). *Application of recirculating aquaculture systems in Japan*. Springer. [Clásica]

Timmons, M.B., Guerdat, T. y Vinci, B.J. (2018). *Recirculating Aquaculture* (84 th ed.). Ithaca Publishing Company LLC. [Clásica]

#### Recursos de acceso libre o complementarios externos

Liu, X., Wang, Y., Liu, H., Zhang, Y., Zhou, Q., Wen, X., Guo, W., Zhang, Z. 2024. A systematic review on aquaculture wastewater: Pollutants, impacts, and treatment technology, *Environmental Research*, Vol. 262 (1), 119793. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2024.119793>

Mramba, R. P., & Kahindi, E. J. (2023). *Pond water quality and its relation to fish yield and disease occurrence in small-scale aquaculture in arid areas*. *Heliyon*, 9(6), e16753. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e16753>

Zhang, K., Ye, Z., Qi, M., Chen, L., & Liu, X. (2025). *Water quality impact on fish behavior: A review from an aquaculture perspective*. *Aquaculture Reports*, 36, 101947. <https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2025.10194>

### XIV. PERFIL DOCENTE

La persona docente deberá poseer título de Licenciatura de Oceanólogo, Ciencias Ambientales, Ingeniero ambiental, Biotecnólogo en Acuicultura, o área afín y preferentemente con posgrado de ciencias naturales, o experiencia probada en los temas de Química del agua enfocada a la producción acuícola. Deseable con experiencia docente mínima de dos años. Debe ser una persona puntual, honesta y responsable, con facilidad de expresión, motivador en la participación de los estudiantes, tolerante y respetuoso de las opiniones.





### DATOS DE IDENTIFICACIÓN

|                                                       |                                                                                                                                                                                  |               |                 |                  |
|-------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|-----------------|------------------|
| <b>Unidad académica:</b>                              | Facultad de Ciencias Marinas, Ensenada                                                                                                                                           |               |                 |                  |
| <b>Programa educativo:</b>                            | Oceanología<br>Licenciatura en Biotecnología en Acuicultura<br>Licenciatura en Ciencias Ambientales                                                                              |               |                 |                  |
| <b>Plan de Estudios:</b>                              | 2026-2                                                                                                                                                                           |               |                 |                  |
| <b>Nombre de la unidad de aprendizaje:</b>            | Física                                                                                                                                                                           |               |                 |                  |
| <b>Clave:</b>                                         |                                                                                                                                                                                  |               |                 |                  |
| <b>Distribución horaria:</b>                          | Horas Clase: 02<br>Horas Taller: 01<br>Horas Laboratorio: 02<br>Horas Práctica de Campo: 00<br>Horas Clínicas: 00<br>Horas Extra-clase: 02<br><br>Créditos:07                    |               |                 |                  |
| <b>Características del PUA por programa educativo</b> | <b>Programa educativo</b>                                                                                                                                                        | <b>Etapas</b> | <b>Carácter</b> | <b>Requisito</b> |
|                                                       | Oceanología                                                                                                                                                                      | Básica        | Obligatorio     | Ninguno          |
|                                                       | Licenciatura en Biotecnología en Acuicultura                                                                                                                                     | Básica        | Obligatorio     | Ninguno          |
|                                                       | Licenciatura en Ciencias Ambientales                                                                                                                                             | Básica        | Obligatorio     | Ninguno          |
| <b>Modalidad de impartición:</b>                      | Presencial                                                                                                                                                                       |               |                 |                  |
| <b>Equipo de diseño:</b>                              | Angélica María Romero Arteaga<br>Juan Gabriel Correa Pérez<br>Juan Guillermo Vaca Rodríguez<br>Luis Javier Villegas Vicencio<br>Georges Seingier<br>Salvador Villasuso Palomares |               |                 |                  |
| <b>Subdirección que aprueba el PUA:</b>               | Patricia Alvarado Graef                                                                                                                                                          |               |                 |                  |
| <b>Fecha:</b>                                         | 21 de mayo de 2026                                                                                                                                                               |               |                 |                  |
| <b>Aprobación y registro:</b>                         |                                                                                                                                                                                  |               |                 |                  |

## **I. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE**

Fomentar en el estudiantado el dominio de las herramientas y conceptos fundamentales de la mecánica clásica para comprender los fenómenos físicos presentes en la naturaleza. La unidad de aprendizaje destaca la aplicación de las leyes físicas a los procesos naturales, con el propósito de analizarlos, predecir su comportamiento y modelarlos numéricamente. Los conocimientos y habilidades desarrollados permiten identificar problemas, formular soluciones y aplicar la metodología científica con responsabilidad, honestidad y actitud propositiva. Para un mejor aprovechamiento de esta unidad, se recomienda contar con bases en matemáticas, geometría, cálculo diferencial e integral.

## **II. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE**

Aplicar los fundamentos teóricos de la mecánica clásica que describen los movimientos observables en la naturaleza, mediante la resolución de problemas y el uso de herramientas algebraicas y geométricas asociadas a procesos y fenómenos físicos, para relacionar los conceptos de espacio, tiempo y energía, y comprender la generación del movimiento con actitud analítica, autónoma y responsable.

## **III. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE**

Recurso gráfico y/o audiovisual (video, infografías, entre otras), que demuestre las relaciones de espacio-tiempo, energía y movimiento.

## **IV. COMPETENCIA PROFESIONAL DEL PERFIL DE EGRESO A LA QUE CONTRIBUYE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE**

### **Oceanología**

Identificar procesos y fenómenos del medio marino y costero mediante la observación sistemática, uso de tecnologías emergentes y análisis de casos para definir las variables indispensables, pertinentes y mensurables considerando el conocimiento local y la participación comunitaria, con una actitud crítica, inclusiva y responsable.

### **Licenciatura en Biotecnología en Acuicultura**

Diseñar y gestionar proyectos acuícolas integrales, utilizando metodologías participativas, modelos de negocio sustentables y herramientas tecnológicas de acuicultura, para atender problemáticas productivas, sociales y ambientales en contextos locales y regionales, con actitud emprendedora, ética profesional, compromiso y responsabilidad social.

### **Licenciatura en Ciencias Ambientales**

Diagnosticar problemáticas socioecosistémicas mediante el análisis multidisciplinario para visibilizar las causas y consecuencias que los originan así como esquematizar estrategias de solución, con un enfoque integral y un firme compromiso social.

## **V. EJE TRANSVERSAL AL QUE CONTRIBUYE**

Vanguardia

## **VI. DESARROLLO POR UNIDADES**

### **Unidad I. Fundamentos de Física**

#### **Competencia**

Hacer uso de los fundamentos teóricos y las habilidades matemáticas mediante la experimentación y su resolución matemática, para comprender los fenómenos físicos en ambientes reales con actitud analítica, pensamiento crítico, orden y trabajo colaborativo.

#### **Contenido**

- 1.1. Fundamentos de la física
  - 1.1.1. El método científico y experimental
  - 1.1.2. Cantidades físicas fundamentales y derivadas
  - 1.1.3. Sistemas de unidades y conversiones de unidades
  - 1.1.4. Análisis dimensional
- 1.2. Álgebra vectorial
  - 1.2.1. Cantidades escalares y vectoriales
  - 1.2.2. Componentes de un vector
  - 1.2.3. Trigonometría
  - 1.2.4. Sistema de coordenadas
  - 1.2.5. Operaciones de vectores (suma, resta y producto)
  - 1.2.6. Método geométrico
  - 1.2.7. Método analítico
  - 1.2.8. Producto de un escalar por un vector
  - 1.2.9. Producto escalar entre dos vectores
  - 1.2.10. Producto vectorial entre dos vectores
- 1.3. Aplicaciones de la física a sistemas naturales
  - 1.3.1. Combinación de campos vectoriales (viento + corriente) en escenarios reales
  - 1.3.2. Interpretación de información de campos escalares y vectoriales con imágenes satelitales.
  - 1.3.3. Efectos en fenómenos naturales

#### **Duración**

08 horas

## Unidad II. Mecánica de una partícula

### Competencia

Calcular la trayectoria, velocidad y aceleración de una partícula para interpretar el movimiento de los fenómenos naturales mediante la traducción de un lenguaje común a un modelo físico aplicado con persistencia, tolerancia y pensamiento flexible.

### Contenido

- 2.1. Cinemática de una partícula
  - 2.1.1. Concepto de partícula
  - 2.1.2. Distancia y desplazamiento
  - 2.1.3. Rapidez y velocidad
  - 2.1.4. Aceleración
- 2.2. Tipos de movimiento
  - 2.2.1. Movimiento en 1 dimensión
    - 2.2.1.1. Movimiento rectilíneo horizontal
    - 2.2.1.2. Movimiento de caída libre
  - 2.2.2. Movimiento en 2 dimensiones
    - 2.2.2.1. Movimiento parabólico
    - 2.2.2.2. Movimiento circular
- 2.3. Aplicaciones de la cinemática en sistemas naturales
  - 2.3.1. Movimiento de contaminantes por viento y corrientes
  - 2.3.2. Movimiento parabólico: proyección de rocas en erupciones volcánicas
  - 2.3.3. Movimiento circular en remolinos oceánicos y atmosféricos
  - 2.3.4. Análisis con datos observacionales: trayectorias con imágenes satelitales y radares HF
- 2.4. Dinámica de una partícula
  - 2.4.1. Tipos de fuerzas en la naturaleza
  - 2.4.2. Momento lineal, impulso y fuerza
  - 2.4.3. Leyes de Newton
    - 2.4.3.1. Primera Ley de Newton y sus aplicaciones
    - 2.4.3.2. Segunda Ley de Newton y sus aplicaciones
    - 2.4.3.3. Tercera Ley de Newton y sus aplicaciones
  - 2.4.4. Fuerzas de rozamiento
  - 2.4.5. Fuerzas conservativas y no conservativas

### Duración

08 horas

## Unidad III. Mecánica de un sólido rígido

### Competencia

Aplicar los conceptos de energía mediante el uso de modelos de trayectorias de sistema de partículas para sintetizar el movimiento de sistemas naturales con actitud analítica, crítica y pensamiento flexible.

## **Contenido**

- 3.1. Análisis energético
  - 3.1.1. Trabajo, potencia y energía
  - 3.1.2. Energía cinética
  - 3.1.3. Energía mecánica
    - 3.1.3.1. Ley de conservación de la energía mecánica
  - 3.1.4. Energía potencial
- 3.2. Sistemas de partículas
  - 3.2.1. Centro de masas y centro de gravedad
  - 3.2.2. Cinemática del centro de masas
  - 3.2.3. Dinámica del centro de masas
  - 3.2.4. Ley de conservación del momento lineal
  - 3.2.5. Colisiones
- 3.3. Rotación I: Cinemática y dinámica
  - 3.3.1. Desplazamiento, velocidad y aceleración angulares
  - 3.3.2. Fuerza centrífuga y fuerza centrípeta
  - 3.3.3. Segunda Ley de Newton para la rotación
  - 3.3.4. Momento de inercia
  - 3.3.5. Momento de una fuerza
- 3.4. Rotación II: Conservación del momento angular
  - 3.4.1. Carácter vectorial de la rotación
  - 3.4.2. Momento angular
  - 3.4.3. Ley de conservación del momento angular
- 3.5. Aplicaciones de sistemas de partículas y rotación en fenómenos geofísicos
  - 3.5.1. Centro de masas: trayectorias de cardúmenes o migración de aves como sistemas de partículas
  - 3.5.2. Rotación: formación de ciclones y anticiclones como sistemas con momento angular

## **Duración**

08 horas

## **Unidad IV. Principios de termodinámica**

### **Competencia**

Aplicar los principios de la termodinámica para interpretar procesos naturales y ambientales como el ciclo del agua, el transporte de contaminantes o la dinámica atmosférica, emisiones, descargas, consumo y transferencia de materia mediante observaciones y mediciones de los cambios de las propiedades de la materia con pensamiento crítico, el rigor científico y el compromiso con la sustentabilidad.

### **Contenido**

- 4.1. Estados de la materia



- 4.1.1. Sólido
- 4.1.2. Líquido
- 4.1.3. Gaseoso
- 4.1.4. Plasma
- 4.2. Cambios de estado y energía
  - 4.2.1. Cambios de estado y energía
  - 4.2.2. Calor sensible y calor latente
  - 4.2.3. Transiciones de fase (evaporación, condensación, congelación)
  - 4.2.4. Diagramas de fase y equilibrio de fases
- 4.3. Leyes Termodinámicas
  - 4.3.1 Primer y segundo principio de la termodinámica
  - 4.3.2 Conservación y degradación de la energía en sistemas ambientales
- 4. 4. Transferencia de calor por conducción, convección y radiación: ejemplos en océanos, suelos y atmósfera
- 4.5. Radiación solar como fuente primaria de energía para los ecosistemas

### ***Duración***

08 horas

## **VII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER**

### **Unidad I. Fundamentos de Física**

#### **Práctica 1: Fundamentos del análisis físico y medición científica**

### ***Duración***

02 horas

### ***Procedimiento***

1. Atiende las instrucciones por parte del docente.
2. Reconoce el Sistema Internacional de Unidades (SI) como base de la medición científica.
3. Compara el SI con otros sistemas de unidades y analiza casos reales e históricos de errores o inconsistencias causados por conversiones incorrectas.
4. Identifica y clasifica las magnitudes físicas en fundamentales y derivadas.
5. Interpreta el significado físico de las magnitudes físicas y su relación con el tipo de fenómeno que describen.
6. Expresa correctamente las unidades y dimensiones de diferentes cantidades físicas.
7. Verifica ecuaciones físicas simples mediante análisis dimensional, comprobando su validez o detectando inconsistencias.
8. Realiza ejercicios de conversiones de unidades entre el SI y otros sistemas.
9. Entrega los ejercicios para su revisión
10. Recibe retroalimentación docente.
11. Recopila las actividades del taller para documentar el portafolio de evidencias.

### **Recursos de apoyo**

- Pizarrón.
- Plumones.
- Papel.
- Lápiz y/o pluma.
- Calculadora.
- Tabla de conversiones (masa, tiempo, longitud).
- Manual de prácticas.

### **Práctica 2: Álgebra vectorial**

#### **Duración**

3 horas

#### **Procedimiento**

1. Atiende las instrucciones por parte del docente.
2. Distingue las diferencias entre magnitudes escalares y vectoriales en situaciones reales.
3. Representa vectores (módulo, dirección y sentido) en un plano cartesiano.
4. Expresa un vector en términos de sus componentes  $x$ ,  $y$ .
5. Convierte coordenadas cartesianas  $(x,y)$  a polares  $(r,\theta)$  en 2D.
6. Suma y resta de vectores por método geométrico y analítico .
7. Calcula e interpreta el producto escalar y producto vectorial en problemas físicos.
8. Resuelve ejercicios aplicados que describen interacciones de variables físicas (p. ej., viento–corriente).
9. Entrega los ejercicios para su revisión
10. Recibe retroalimentación docente.
11. Recopila las actividades del taller para documentar el portafolio de evidencias.

### **Recursos de apoyo**

- Pizarrón
- Plumones
- Papel
- Lápiz y/o pluma
- Calculadora
- Papel cuadriculado
- Regla
- Transportador
- Escuadra
- Manual de prácticas

## Unidad II. Mecánica de una partícula

### Práctica 3: Tipos de movimiento

#### **Duración**

3 horas

#### **Procedimiento**

1. Atiende las instrucciones por parte del docente.
2. Identifica el movimiento de una partícula en los casos unidimensional (1D), bidimensional (2D) y tridimensional (3D).
3. Define variables y unidades de posición, velocidad y aceleración.
4. Interpreta como evolucionan en el tiempo la posición, velocidad y aceleración ( $x(t)$ ,  $v(t)$  y  $a(t)$ ).
5. Resuelve un ejercicio-modelo de cada tipo de movimiento (MRU, MRUA/caída libre y tiro parabólico) guiado por el docente.
6. Grafica  $x(t)$ ,  $y(t)$ ,  $v(t)$  y  $a(t)$  para cada tipo de movimiento, según corresponda, .
7. Profundiza el tema resolviendo ejercicios similares de forma individual o en equipo, con guía docente.
8. Formula tus dudas a partir de los ejercicios resueltos.
9. Compara los resultados obtenidos para su discusión.
10. Recibe retroalimentación docente.
11. Recopila todas las actividades para el portafolio de evidencias.

#### **Recursos de apoyo**

- Pizarrón.
- Plumones.
- Papel.
- Lápiz y/o pluma.
- Calculadora.
- Proyector.
- Manual de prácticas.

### Práctica 4: Dinámica de una partícula

#### **Duración**

3 horas

#### **Procedimiento**

1. Atiende las instrucciones del docente.
2. Distingue los principios fundamentales de la dinámica:
  - a) Primera Ley de Newton: condición de equilibrio o movimiento rectilíneo uniforme.
  - b) Segunda Ley de Newton: relación entre fuerza y aceleración.
  - c) Tercera Ley de Newton: acción y reacción entre cuerpos.

3. Identifica los tipos de fuerzas que actúan sobre una partícula: peso, normal, tensión, elástica, de rozamiento y de contacto.
4. Clasifica las fuerzas en conservativas (gravitacional, elástica) y no conservativas (rozamiento, resistencia).
5. Representa todas las fuerzas con su dirección y sentido en un Diagrama de Cuerpo Libre (DCL).
6. Resuelve ejercicios aplicando las Leyes de Newton en problemas de una sola masa.
7. Determina la aceleración común y la tensión de la cuerda en el caso de dos masas conectadas (sistema masa-polea).
8. Comprueba el cumplimiento de la Tercera Ley entre las tensiones.
9. Profundiza resolviendo ejercicios similares de forma individual o en equipo, con guía docente.
10. Formula dudas a partir de los ejercicios resueltos y las comparte para discusión grupal.
11. Recibe retroalimentación y ajusta el DCL, ecuaciones y unidades.
12. Recopila enunciados, DCL, desarrollo, resultados y conclusiones para el portafolio de evidencias.

### **Recursos de apoyo**

- Pizarrón.
- Plumones.
- Papel.
- Lápiz y/o pluma.
- Calculadora.
- Manual de prácticas.

## **Práctica 5: Análisis energético**

### **Duración**

3 horas

### **Procedimiento**

1. Atiende las instrucciones del docente
2. Aplica los conceptos fundamentales de energía: trabajo, energía cinética, energía potencial, energía mecánica total, potencia y ley de conservación de la energía mecánica.
3. Identifica las fuerzas conservativas y no conservativas presentes en cada situación:
4. Resuelve un ejercicio-modelo guiado por el docente (paso a paso):
  - a) Caída libre o péndulo (verificación de la conservación de la energía)
  - b) Resorte comprimido (conversión de energía potencial en energía cinética).
  - c) Plano inclinado con rozamiento (pérdida de energía mecánica y trabajo del rozamiento).
5. Aplica la relación trabajo–energía.
6. Comprueba que el trabajo total se corresponde con el cambio en la energía cinética.

7. Calcula el trabajo y la potencia en situaciones prácticas.
8. Profundiza el tema resolviendo ejercicios similares de forma individual o en equipo, con guía docente.
9. Formula dudas a partir de los ejercicios resueltos y las comparte para su discusión grupal.
10. Recibe retroalimentación docente.
11. Recopila todas las actividades para el portafolio de evidencias.

### **Recursos de apoyo**

- Pizarrón.
- Plumones.
- Papel Lápiz y/o pluma.
- Calculadora.
- Manual de prácticas

## **Unidad III. Mecánica de un sólido rígido**

### **Práctica 6: Análisis del movimiento rotacional: centro de masas y colisiones**

#### **Duración**

2 horas

#### **Procedimiento**

1. Atiende las instrucciones del docente.
2. Aplica los fundamentos:
  - a) Centro de masas (CM)
  - b) Centro de gravedad (CG)
  - c) Momento lineal
  - d) Conservación del momento lineal
3. Distingue entre la descripción del movimiento de una partícula individual y la del centro de masas de un sistema.
4. Dibuja un esquema representando el sistema de partículas o cuerpos y localiza el centro de masas según la distribución de masas.
5. Aplica la cinemática del centro de masas:
6. Determina la posición, velocidad y aceleración del CM a partir de la posición, velocidad y aceleración de cada partícula.
7. Compara el movimiento del CM con el de las partículas individuales.
8. Desarrolla un ejercicio-modelo guiado por el docente.
9. Calcula el centro de masas, la velocidad del CM, y verifica la conservación del momento lineal si no hay fuerzas externas.
10. Determina las velocidades finales en una colisión elástica e inelástica.
11. Discute las diferencias entre colisión elástica e inelástica, y su interpretación energética.
12. Profundiza el tema resolviendo ejercicios adicionales, de manera individual o en equipo, con guía docente.
13. Formula dudas a partir de los ejercicios resueltos y las comparte para su discusión grupal.

14. Recibe retroalimentación docente y corrige los procedimientos o resultados.
15. Recopila las actividades (enunciados, cálculos, diagramas, tablas y conclusiones) para el portafolio de evidencias.

### **Recursos de apoyo**

- Pizarrón.
- Plumones.
- Papel.
- Lápiz y/o pluma.
- Calculadora.
- Papel cuadriculado.
- Manual de prácticas

## **VIII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO**

### **Unidad I: Conceptos básicos de Física**

#### **Práctica 1: Análisis y redacción científica experimental**

##### ***Duración***

2 horas

##### ***Procedimiento***

1. Atiende las instrucciones del docente.
2. Forma equipos de 2–3 personas.
3. Selecciona el artículo científico asignado por la docente.
4. Lee críticamente el texto de principio a fin.
5. Identifica la estructura y los detalles principales de un artículo científico.
6. Reconoce la pregunta de investigación, la hipótesis, los métodos, los datos, los resultados y las conclusiones.
7. Desglosa la estructura (título, resumen, introducción, métodos, resultados, discusión, conclusiones, referencias) y anota el propósito de cada sección.
8. Identifica y evalúa el contenido de figuras y tablas, la corrección de la citación y la claridad en la redacción de resultados.
9. Elabora una guía breve con lo que debe incluir cada sección en tus reportes de laboratorio.
10. Recibe retroalimentación docente.

### **Recursos de apoyo**

- Artículos científicos
- Cuaderno de laboratorio
- Pizarrón
- Plumones
- Lápiz y/o pluma
- Internet

- Manual de prácticas

## **Práctica 2: Medición e incertidumbres**

### ***Duración***

2 horas

### ***Procedimiento***

1. Sigue las indicaciones del docente.
2. Reconoce los instrumentos de medición disponibles.
3. Identifica su escala mínima.
4. Mide el diámetro y altura de diversos objetos con diferentes instrumentos distintos.
5. Registra los valores obtenidos con sus unidades y cifras significativas en una bitácora de datos (lecturas crudas).
6. Compara las mediciones obtenidas con instrumentos distintos para un mismo objeto.
7. Describe las diferencias asociadas a la resolución del instrumento y técnica de medición.
8. Determina el error absoluto, relativo y porcentual de cada medición.
9. Calcula magnitudes derivadas (p. ej., área y volumen)
10. Propaga las incertidumbres a los resultados.
11. Compara las precisiones de los instrumentos y analiza las posibles fuentes de error.
12. Contrasta los resultados y conclusiones con sus compañeros.
13. Redacta el reporte en el formato solicitado.
14. Entrega el reporte.
15. Recibe retroalimentación docente.

### ***Recursos de apoyo***

- Cilindros de metal
- Vernier, micrómetro y regla
- Pizarrón
- Plumones
- Papel
- Lápiz y/o pluma
- Calculadora
- Bitácora
- Manual de prácticas

## **Práctica 3. Curva de calentamiento y cambios de estado del agua**

### ***Duración***

2 horas

### ***Procedimiento***

1. Sigue las indicaciones del docente.
2. Reconoce los instrumentos de medición disponibles.
3. Coloca hielo triturado en el vaso de precipitados.
4. Registra la temperatura inicial.
5. Calienta lentamente,
6. Registra temperatura cada 30 segundos hasta la ebullición.
7. Grafica temperatura vs. tiempo: diagrama de fase.
8. Identifica zonas de cambio de estado, tramos de calentamiento, fusión y ebullición, en el diagrama de fase obtenido.
9. Calcula el calor absorbido en cada fase (calor latente de fusión y vaporización).
10. Discute resultados y las implicaciones energéticas en el ciclo hidrológico y el
11. cambio climático (por ejemplo, cómo la energía involucrada en los cambios de
12. fase del agua influye en procesos climáticos (evaporación, formación de nubes,
13. derretimiento de glaciares)).

#### Recursos de apoyo

- Termómetro digital o sensor de temperatura.
- Cronómetro.
- Vaso de precipitados (500 mL).
- Placa calefactora o mechero.
- Hielo triturado.
- Agua destilada.
- Trípode y rejilla.
- Hoja de registro de datos o computadora para graficar.

### Práctica 4: Vectores : herramientas trigonométricas y sistemas de coordenadas

#### **Duración**

4 horas

#### **Procedimiento**

1. Sigue las indicaciones del docente.
2. Mide el diámetro y el radio de diferentes circunferencias
3. Mide la longitud de arco de las mismas circunferencias.
4. Registra los valores obtenidos con sus unidades y cifras significativas en una bitácora de datos (lecturas crudas).
5. Encuentra la relación entre el radio y la longitud de arco de las circunferencias.
6. Determina las relaciones trigonométricas entre los triángulos que se forman entre el centro, la periferia y el eje horizontal de un círculo.
7. Compara los resultados y conclusiones con sus compañeros.
8. Redacta el reporte en el formato solicitado.
9. Entrega el reporte.
10. Recibe retroalimentación docente.

#### **Recursos de apoyo**

- Cilindros de metal.



- Vernier, micrómetro y regla.
- Cartón reciclado.
- Pizarrón.
- Plumones.
- Papel.
- Lápiz y/o pluma.
- Calculadora.
- Bitácora.
- Manual de prácticas.

## **Práctica 5: Determinación de la gravedad de la Tierra**

### ***Duración***

4 horas

### ***Procedimiento***

1. Identifica los instrumentos necesario para llevar a cabo la práctica
2. Mide la longitud del péndulo y el tiempo que tardan cinco oscilaciones y determina un promedio para una sola oscilación.
3. Repite el paso anterior para varias longitudes del péndulo.
4. Gráfica la longitud del péndulo contra el periodo de oscilación del mismo.
5. Ajusta el modelo lineal  $x(t)=vt+b$  y reporta la pendiente de la recta, el valor de la intersección  $b$  con el eje y el coeficiente de correlación  $R^2$ .
6. Anota posibles fuentes de error.
7. Compara los resultados y conclusiones con sus compañeros.
8. Discute sobre cómo se podría determinar la aceleración de la gravedad con la ayuda de los péndulos.
9. Determina la aceleración de la gravedad.
10. Elabora el reporte.
11. Incluye figuras/tablas claras rotuladas, citación correcta.
12. Recibe retroalimentación docente.

### ***Recursos de apoyo***

- Riel sin fricción.
- Carrito para el riel.
- Cronómetro.
- Celular con cámara.
- Tripie para celular.
- Bitácora.
- Manual de prácticas.

## **Unidad II. Mecánica de una partícula**

### **Práctica 6: Cinemática de una partícula: caída libre y el movimiento parabólico**

**Duración**

4 horas

**Procedimiento**

1. Selecciona los instrumentos necesarios para llevar a cabo la práctica.
2. Registra en un video diferentes experimentos de caída libre, lanzamiento vertical y parabólico de una partícula.
3. Procesa el video en un software especializado (tracker) y rastrea la posición de la partícula en los diferentes instantes de tiempo que dura el experimento.
4. Determina los parámetros físicos más relevantes del experimento: velocidad de caída, altura máxima y/o distancia recorrida por la partícula.
5. Utiliza diferentes ajustes estadísticos para encontrar una ecuación que replique el movimiento de la partícula.
6. Reporta la ecuación y el coeficiente de correlación  $R^2$ .
7. Compara los resultados y conclusiones con sus compañeros.
8. Elabora un reporte.
9. Incluye figuras claras rotuladas, citación correcta.
10. Recibe retroalimentación docente.

**Recursos de apoyo**

- Pelotas de béisbol, tenis o golf.
- Cronómetro
- Celular con cámara
- Carrito para el riel
- Cronómetro
- Celular con cámara
- Tripie para celular
- Bitácora
- Manual de prácticas.

**Práctica 7: Fuerzas en equilibrio****Duración**

2 horas

**Procedimiento**

1. Atiende las indicaciones iniciales de su docente.
2. Identifica los instrumentos necesario para llevar a cabo la práctica
3. Coloca el transportador sobre una superficie plana
4. Ubica el aro de plástico en el centro del transportador.
5. Sujeta dos dinamómetros al aro.
6. Ajusta sus posiciones hasta que el aro permanezca inmóvil (equilibrio).
7. Registra las fuerzas y ángulos (respecto a la horizontal).

8. Dibuja lo observado.
9. Añade un tercer dinamómetro.
10. Compensa posición y fuerza para mantener el equilibrio.
11. Ajusta hasta que los tres marquen magnitudes similares.
12. Registra fuerzas y ángulos
13. Dibuja el sistema.
14. Añade un cuarto dinamómetro.
15. Coloca los cuatro dinamómetros perpendiculares entre sí ( $\approx 90^\circ$ ).
16. Verifica qué cambios de fuerza permiten mantener el equilibrio.
17. Registra fuerzas y ángulos; dibuje la disposición.
18. Retira uno y deja tres dinamómetros con ángulos  $150^\circ-60^\circ-150^\circ$ .
19. Ajusta tensiones hasta lograr equilibrio.
20. Dibuja el diagrama con valores de fuerza y posiciones angulares.
21. Analiza la relación entre las fuerzas.
22. Compara los resultados experimentales con la condición de equilibrio en el plano.
23. Comenta coincidencias y discrepancias.
24. Discute los resultados y conclusiones con sus compañeros.
25. Elabora un reporte escrito o material audiovisual.
26. Recibe retroalimentación docente.

### **Recursos de apoyo**

- Cuerda de nylon o hilo resistente.
- Aro de plástico.
- 3 a 4 dinamómetros.
- Transportador.
- Bitácora de laboratorio.
- Pluma o lápiz.
- Celular o cámara.
- Manual de prácticas.

## **Práctica 8: Movimiento en un plano inclinado y fricción**

### **Duración**

4 horas

### **Procedimiento**

1. Selecciona los instrumentos necesario para llevar a cabo la práctica
2. Mide el ángulo de un plano inclinado.
3. Determina el balance de fuerzas en las direcciones rotadas y reconoce cómo van cambiando estas componentes a medida que se rotan los ejes.
4. Determina la fuerza de fricción que se opone al movimiento en el plano inclinado.
5. Determina los ángulos críticos entre los coeficientes de fricción estática y cinemática.
6. Calcula promedios y estimaciones de incertidumbre (instrumental y repetibilidad).

7. Gráfica la fuerza generadora del movimiento contra la fricción.
8. Reproduce el experimento con diferentes materiales e inclinaciones.
9. Discute los resultados y conclusiones con tus compañeros.
10. Elabora un reporte escrito o material audiovisual.
11. Recibe retroalimentación docente.

### **Recursos de apoyo**

- Plano inclinado
- Riel aire y carritos
- Transportador o compás de celular
- Cinta métrica
- Cuaderno de notas y calculadora
- Computadora y software de rastreo (tracker)
- Manual de prácticas

## **Práctica 9: Momento y conservación de energía**

### **Duración**

4 horas

### **Procedimiento**

1. Atiende las indicaciones iniciales de su docente.
2. Desarrolla el experimento y video para analizar la colisión de dos o más partículas
3. Une verticalmente dos pelotas, una de baloncesto y otra de tenis, y las deja caer simultáneamente.
4. Analiza el movimiento de ambas partículas individualmente y en conjunto.
5. Rastrea las partículas con un software especializado (tracker) y procesa los datos.
6. Determina la altura máxima a la que suben las dos pelotas y determina si hay conservación de momento y energía en el sistema de partículas.
7. Discuta el experimento con sus compañeros de grupo.
8. Elabora un reporte o material audiovisual del experimento.
9. Recibe retroalimentación de su docente.

### **Recursos de apoyo**

- Pelotas de baloncesto y tenis.
- Cinta métrica.
- Cuaderno de notas y calculadora.
- Computadora y software de rastreo (tracker).

## **Práctica 10: Momento angular y rotación de cuerpo rígido**

### **Duración**

2 horas

### **Procedimiento**

1. Atiende las indicaciones iniciales de su docente.
2. Desarrolla el experimento y video para analizar la rotación de un cuerpo.
3. Gira en una silla giratoria con los brazos extendidos y con precaución lleva los brazos a su pecho.
4. Examina qué ocurre con el movimiento de rotación.
5. Determina las velocidades angulares antes y después de cerrar los brazos.
6. Discuta el experimento con sus compañeros de grupo.
7. Elabora un reporte o material audiovisual del experimento.
8. Recibe retroalimentación de su docente.

### **Recursos de apoyo**

- Silla giratoria.
- Mesa giratoria.
- Celular con cámara.
- Cuaderno de notas y lápiz.
- Calculadora.
- Manual de prácticas.

## **Práctica 11: Equilibrio y centro de masa**

### **Duración**

2 horas

### **Procedimiento**

1. Atiende las instrucciones del docente sobre seguridad y montaje.
2. Observa cómo se prepara la mesa rotatoria para el inicio del experimento.
3. Coloca una cámara (celular o tableta) en una posición elevada, enfocando la mesa de perfil (vista de canto).
4. Graba un video del movimiento de la mesa rotatoria, asegurando buena iluminación y un fondo uniforme.
5. Determina la velocidad angular ( $\omega = \Delta t / \Delta \theta$ ) con la que gira la mesa.
6. Coloca dos o más partículas sobre la superficie del agua, distribuidas simétricamente respecto al eje de rotación de la mesa.
7. Modifica la distribución de masa (acerca o aleja las partículas del eje) y repite la grabación.
8. Analiza los videos en *Tracker* (u otro software equivalente):
9. Grafica la trayectoria de cada partícula y las posiciones angulares  $\theta(t)$ .
10. Determina la velocidad angular de cada partícula.
11. Discute con su grupo si el sistema rota como un cuerpo rígido (misma  $\omega$  para todas las partículas) o si se observa desplazamiento o deformación en la rotación.
12. Elabora un reporte o material audiovisual del experimento.
13. Recibe retroalimentación de su docente

### **Recursos de apoyo**

- Mesa rotatoria
- Agua
- Celular con cámara
- Cronómetro
- Computadora y software de rastreo (tracker)
- Trocitos de papel encerado o semillas (para seguir trayectorias)
- Pizarrón
- Plumones
- Bitácora
- Manual de prácticas

## **XI. MÉTODO DE TRABAJO**

### **Encuadre**

El primer día de clase, cada docente debe establecer de forma clara y formal:

- La metodología de trabajo.
- Criterios de evaluación y rúbricas.
- Reglas sobre la calidad y entrega de trabajos académicos.
- Derechos y obligaciones del docente y los estudiantes.

Esto debe quedar registrado y comunicado por medios institucionales (como Blackboard o correo institucional).

### **Estrategia de enseñanza**

- Estudio de caso
- Aprendizaje basado en problemas
- Aprendizaje basado en casos
- Aprendizaje basado en preguntas
- Técnica expositiva
- Discusión guiada
- Instrucción guiada

### **Estrategia de aprendizaje**

- Investigación documental
- Investigación empírica
- Exposición de resoluciones de casos prácticos
- Trabajo colaborativo
- Técnica expositiva
- Mapas mentales

## X. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

### Criterios de acreditación

Para tener derecho a examen ordinario y extraordinario cada estudiante debe cumplir con los porcentajes de asistencia que establece el Estatuto Escolar vigente. La calificación es en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 60.

### Criterios de evaluación

|                                   |             |
|-----------------------------------|-------------|
| – Evaluaciones parciales          | 50%         |
| – Recurso gráfico y/o audiovisual | 10%         |
| – Tareas de taller                | 10%         |
| – Prácticas de laboratorio        | 30%         |
| <b>Total</b>                      | <b>100%</b> |

## XI. REFERENCIAS

### Recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

Apel, J. R. (1987). *Principles of ocean physics*. Academic Press. [clásica]

Ciencias Marinas. (2009). *Ciencias Marinas*, 35 (2)  
<http://www.cienciasmarinas.com.mx/index.php/cmarinas/issue/view/154/showToco>

DeGunther, R. (2009). *Alternative energy for dummies*. Wiley. [clásica]

Georgia State University. (s.f.). *HyperPhysics*. <http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/hframe.html>

Joyce, D. (s.f.). *Plane trigonometry*. Clark University. <http://www.clarku.edu/~djoyce/trig/>

Resnick, R., Halliday, D., & Krane, K. S. (2002). *Física. I*, (4ª ed.). Compañía Editorial Continental (CECSA). [clásica]

Serway, R., & Vuille, C. (2012). *Fundamentos de física I*, (9ª ed.). Cengage Learning.  
<https://isbnsearch.org/isbn/9786074818772>

Tipler, P. A. (2010). *Física para la ciencia y la tecnología I*, (6ª ed.). Editorial Reverté. [clásica]

Tippens, P. E. (2001). *Física: Conceptos y aplicaciones* (6ª ed.). McGraw-Hill. [clásica]

### Recursos de acceso libre o complementarios externos

Erick Neumann (2023). *Physics Simulations*. <https://www.myphysicslab.com>

Khan Academy (2025). *Lecciones de física*. <https://es.khanacademy.org/science/physics>

University of Colorado Boulder (2025). *PhET Interactive Simulations*.

<https://phet.colorado.edu/es>

## XII. PERFIL DOCENTE

Licenciatura en Física, Ingeniería, Oceanología, Ciencias Ambientales o área afín; con experiencia en docencia en nivel superior en asignaturas de mecánica clásica o física general. Deseable contar con estudios de posgrado y experiencia en laboratorio. Capacidad para fomentar el pensamiento crítico, la participación activa del estudiantado y el trabajo colaborativo.





**PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE**

**I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN**

|                                            |                                                                                                                                                               |
|--------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Unidad académica:</b>                   | Facultad de Ciencias Marinas, Ensenada.                                                                                                                       |
| <b>Programa educativo:</b>                 | Licenciatura en Biotecnología en Acuicultura                                                                                                                  |
| <b>Plan de Estudios:</b>                   | 2026-2                                                                                                                                                        |
| <b>Nombre de la unidad de aprendizaje:</b> | Marco Legal para la Acuicultura                                                                                                                               |
| <b>Clave:</b>                              |                                                                                                                                                               |
| <b>Distribución horaria:</b>               | Horas Clase: 01<br>Horas Taller: 02<br>Horas Laboratorio: 00<br>Horas Práctica de Campo: 00<br>Horas Clínicas: 00<br>Horas Extra-clase: 01<br><br>Créditos:04 |
| <b>Etapas de formación:</b>                | Básica                                                                                                                                                        |
| <b>Carácter:</b>                           | Obligatoria                                                                                                                                                   |
| <b>Requisito:</b>                          | Ninguna.                                                                                                                                                      |
| <b>Modalidad de impartición:</b>           | Presencial                                                                                                                                                    |
| <b>Equipo de diseño:</b>                   | Miroslava Vivanco Aranda<br>Ángel Raúl Herrera Gutiérrez<br>José Alberto Zepeda Domínguez                                                                     |
| <b>Subdirección que aprueba el PUA:</b>    | Patricia Alvarado Graef                                                                                                                                       |
| <b>Fecha:</b>                              | 25 de febrero de 2026                                                                                                                                         |
| <b>Aprobación y registro:</b>              |                                                                                                                                                               |

## II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

La unidad de aprendizaje de Marco Legal para la Acuicultura es una asignatura de etapa básica, de carácter obligatorio que forma parte del área de conocimiento de Gestión estratégica para la acuicultura sostenible de la Licenciatura de Biotecnología en Acuicultura. Esta brinda los fundamentos de los instrumentos normativos, administrativos y de gestión que inciden en la planeación, diseño y operación de proyectos acuícolas. El estudiantado comprenderá el marco jurídico que regula las actividades acuícolas en México en sus ámbitos federal, estatal y municipal. Tiene como requisito haber aprobado la asignatura de introducción a la acuicultura.

## III. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Distinguir los fundamentos del marco jurídico vigente que regula las actividades acuícolas en México, en sus niveles federal, estatal y municipal, mediante la revisión, análisis y aplicación de este, para reconocer los instrumentos normativos, administrativos y de gestión que inciden en la planeación, diseño y operación de proyectos acuícolas, de manera responsable, ética y conforme a los principios de sostenibilidad y bienestar animal.

## IV. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE

### Portafolio Integrador

El portafolio debe contener las siguientes evidencias:

#### 1. Proyecto Integrador

- Cuadro y mapa conceptual donde identifique las principales leyes, reglamentos y normas oficiales mexicanas que regulan la acuicultura, clasificadas por nivel de gobierno (federal, estatal y municipal).
- Expediente de la simulación de gestión de permisos o concesiones para la instalación u operación de una unidad de producción acuícola, respetando la normatividad vigente.

2. **Portafolio de Evidencias:** Debe incluir actividades que reflejen el desarrollo progresivo de las prácticas del taller, reportes de cada taller en el formato establecido y una reflexión crítica sobre la importancia del cumplimiento normativo en la gestión acuícola.

## V. COMPETENCIA PROFESIONAL DEL PERFIL DE EGRESO A LA QUE CONTRIBUYE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Diseñar y gestionar proyectos acuícolas integrales, utilizando metodologías participativas, modelos de negocio sustentables y herramientas tecnológicas de acuicultura, para atender problemáticas productivas, sociales y ambientales en contextos locales y regionales, con actitud emprendedora, ética profesional, compromiso y responsabilidad social.

## VI. EJE TRANSVERSAL AL QUE CONTRIBUYE

Excelencia y Compromiso con la Responsabilidad Social

## **VII. DESARROLLO POR UNIDADES**

### **Unidad I. Introducción al marco jurídico de la acuacultura en México.**

#### **Competencia**

Diferenciar la importancia del marco jurídico en el desarrollo sostenible de la acuacultura, a través de la revisión de conceptos básicos de la normatividad, la jerarquía de las leyes y la función de las instituciones reguladoras del sector, para comprender la relación entre la regulación legal, la trazabilidad y la certificación técnica en la producción acuícola, con responsabilidad y ética profesional.

#### **Contenido**

- 1.1 Importancia de la legislación en el desarrollo sostenible de la acuacultura.
- 1.2 Conceptos básicos: ley, reglamento, norma (NOM, NMX) acuerdo.
- 1.3 Estructura del marco jurídico mexicano y jerarquía normativa.
- 1.4 Principales instituciones reguladoras y su ámbito de competencia: CONAPESCA, SENASICA, SEMARNAT, SADER, SEMAR, PROFEPA, COFEPRIS, CONAGUA, y gobiernos estatales (Ej; SEPESCA, CESAIBC) y municipales.
- 1.5 Relación entre legislación, normatividad, trazabilidad y certificación técnica.

#### **Duración**

03 horas

### **Unidad II. Normativa internacional y tratados ambientales aplicables a la acuacultura.**

#### **Competencia**

Analizar los principales marcos normativos y acuerdos internacionales relacionados con la acuacultura, como el Código de Conducta para la Pesca Responsable de la FAO, los acuerdos multilaterales CITES, OMC, CDB; y los estándares voluntarios: BAP, ASC, Global G.A.P., mediante la revisión, comparación y análisis de documentos técnicos, para comprender su influencia en las prácticas sostenibles y la competitividad de la producción acuícola en México con ética profesional, responsabilidad y actitud crítica.

#### **Contenido**

- 2.1 Principios del Código de Conducta para la Pesca Responsable de la FAO.
- 2.2 Acuerdos multilaterales: OMC (medidas SPS y OTC), CITES, Convenio sobre Diversidad Biológica (CDB).
- 2.3 Estándares voluntarios con base legal (OIE-WOAH, BAP, ASC, Global G.A.P.).
- 2.4 Tratados y convenios ambientales ratificados por México y su vinculación con la producción acuícola sostenible.

#### **Duración**

02 horas

### **Unidad III. Marco jurídico nacional para la acuacultura en México.**

#### **Competencia**

Investigar las leyes, reglamentos y normas que regulan la acuacultura en México, como la Constitución Política, la Ley General de Pesca y Acuacultura Sustentables, la Ley de Aguas Nacionales, la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, Ley de Vertimientos en Zonas Marinas Mexicanas y las principales NOMs, mediante la revisión, consulta de fuentes normativas, el análisis de artículos legales y la elaboración de una matriz comparativa de competencias institucionales, para reconocer los derechos, obligaciones y competencias de los distintos niveles de gobierno con ética profesional, responsabilidad y actitud crítica.

#### **Contenido**

- 3.1 Artículo 4° y 27° Constitucional y la propiedad de las aguas nacionales.
- 3.2 Ley General de Pesca y Acuacultura Sustentables (LGPA): estructura, objetivos y competencias.
- 3.3 Ley de Aguas Nacionales (LAN) y concesiones de uso de cuerpos de agua.
- 3.4 Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA) y su reglamento en materia de impacto ambiental.
- 3.5 Ley de Vertimientos en Zonas Marinas Mexicanas, conceptualización y requerimientos para el vertimiento de artefactos en aguas nacionales
- 3.6 Revisión de Normas Oficiales Mexicanas (NOM) relevantes para la producción, inocuidad y manejo ambiental (NOM-242-SSA1, NOM-059-SEMARNAT, NOM-003-SAG/PESC, entre otras).

#### **Duración**

03 horas

### **Unidad IV. Bioseguridad, bienestar animal y protección ambiental en la acuacultura.**

#### **Competencia**

Comparar las disposiciones jurídicas que regulan la bioseguridad, la sanidad, el bienestar animal y la protección ambiental en los sistemas acuícolas, mediante el análisis de lineamientos, normas oficiales mexicanas y criterios técnicos establecidos por SENASICA, COFEPRIS, SS, y SEMARNAT, para aplicar medidas preventivas y de cumplimiento que promuevan la sostenibilidad productiva y el respeto al ambiente, en concordancia con los lineamientos de SENASICA, COFEPRIS, SS y SEMARNAT, con ética profesional, responsabilidad y compromiso socioambiental.

#### **Contenido**

- 4.1 Principios de bioseguridad y sanidad acuícola: funciones de SENASICA y COFEPRIS.
- 4.2 Normas y lineamientos de sanidad, inocuidad y trazabilidad de productos acuícolas.
- 4.3 Criterios de bienestar animal en especies acuáticas: estándares nacionales e internacionales y criterios emergentes.

4.4 Evaluación y manifestación de impacto ambiental (Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) y Manifestación de Impacto Ambiental (MIA)).

4.5 Regulaciones sobre especies introducidas, exóticas e invasoras.

### ***Duración***

03 horas

## **Unidad V. Procedimientos administrativos y permisos para proyectos acuícolas.**

### ***Competencia***

Analizar los procedimientos administrativos necesarios para la obtención de permisos y concesiones en materia acuícola, mediante la revisión documental y análisis de los requisitos de las dependencias involucradas, para aplicar correctamente los pasos del proceso legal que permite la instalación y operación de unidades de producción acuícolas, con una actitud crítica, honestidad, organización, responsabilidad y apego a la normatividad vigente.

### ***Contenido***

5.1 Tipología de permisos y concesiones en materia acuícola.

5.2 Flujograma de gestión legal desde la formulación del proyecto hasta la operación.

5.3 Tramitación ante instancias competentes: SEMARNAT, SADER, SEMAR, SSA, CONAGUA, CONAPESCA, COFEPRIS.

5.4 Requisitos para permisos de cultivo, transporte, sanidad e inocuidad.

5.5 Obligaciones de reporte (avisos de siembra y cosecha) y cumplimiento normativo.

### ***Duración***

03 horas

## **Unidad VI. Consultoría técnica en normatividad acuícola.**

### ***Competencia***

Analizar el papel del profesionista en Biotecnología en Acuicultura como consultor técnico en materia normativa, mediante la distinción de las funciones, responsabilidades y principios éticos asociados a la asesoría y gestión del cumplimiento regulatorio, para elaborar informes o dictámenes técnicos básicos conforme a la legislación vigente, con honestidad, ética profesional y compromiso social.

### ***Contenido***

6.1 Rol del biotecnólogo acuícola en la gestión y asesoría normativa.

6.2 Estrategias de cumplimiento regulatorio y manejo documental.

6.3 Análisis de casos reales: auditorías regulatorias, inspecciones y defensa técnica.

6.4 Elaboración de informes y dictámenes técnicos conforme a la normativa vigente.

### ***Duración***

02 horas

## **VIII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER**

### **Unidad I. Introducción al marco jurídico de la acuacultura en México.**

#### **Práctica 1: Reconocimiento del marco institucional y normativo del sector acuícola en México.**

##### ***Duración***

05 horas

##### ***Procedimiento***

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Integra equipos.
3. Elabora un mapa conceptual o esquema jerárquico que relacione las funciones y atribuciones de cada dependencia en el contexto acuícola.
4. Compara competencias de los tres niveles de gobierno.
5. Analiza casos donde interactúan distintas instituciones.
6. Presenta oralmente el mapa conceptual y esquema desarrollado y explica la relación entre regulación, trazabilidad y sostenibilidad.
7. Entrega y recibe retroalimentación del mapa conceptual y el esquema desarrollado.

##### ***Recursos de apoyo:***

- Plataforma CONAPESCA y SEMARNAT (portales oficiales).
- Ley General de Pesca y Acuacultura Sustentables.
- Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente
- Ley de Vertimiento en Zonas Marinas Mexicanas
- Presentación docente con organigrama institucional.
- Pizarrón o pizarra digital.

### **Unidad II. Normativa internacional y tratados ambientales aplicables a la acuacultura.**

#### **Práctica 2: Análisis de la normativa internacional y su vinculación con la producción acuícola mexicana.**

##### ***Duración***

04 horas

### **Procedimiento**

1. Atiende las orientaciones docentes
2. Integra equipos.
3. Revisa acuerdos internacionales clave (FAO, CITES, OMC, CBD, OIE/WOAH).
4. Analiza un tratado o estándar internacional, identificando su propósito, obligaciones y ejemplos de aplicación en México.
5. Elabora una tabla comparativa entre normativa internacional y nacional.
6. Entrega la tabla comparativa.
7. Comparte conclusiones en plenaria sobre su importancia en la sostenibilidad y el comercio exterior y recibe retroalimentación.

### **Recursos de apoyo:**

- Código de Conducta para la Pesca Responsable (FAO).
- Acuerdos multilaterales (CITES, OMC, CBD).
- Sitios web de FAO, GlobalG.A.P., ASC, BAP.
- Proyector o infografías digitales.

## **Unidad III. Marco jurídico nacional para la acuacultura en México.**

### **Práctica 3: Identificación de la legislación nacional aplicable a la acuacultura.**

#### **Duración**

06 horas

#### **Procedimiento**

1. Atiende las orientaciones docentes
2. Integra equipos y selecciona un tipo de sistema de producción (extensivo, intensivo, maricultura o laboratorio).
3. Busca y registra las leyes, reglamentos y NOM que aplican a su sistema elegido.
4. Elabora una matriz normativa que indique: nombre del instrumento, nivel de gobierno, objetivo y aspectos que regula.
5. Analiza cómo interactúan las leyes (LGPAS, LAN, LGEEPA, LVZMM, NOM-242, NOM-059, etc.).
6. Entrega síntesis escrita y recibe retroalimentación docente
7. Expone brevemente las conclusiones en plenaria.

### **Recursos de apoyo:**

- Compilación de leyes (DOF, SEMARNAT, CONAPESCA).
- Normas Oficiales Mexicanas en formato digital.
- Material bibliográfico del aula y repositorio UABC.
- Plantilla digital de matriz normativa (formato Word o Excel).

## **Unidad IV. Bioseguridad, bienestar animal y protección ambiental en la acuacultura.**

### **Práctica 4: Aplicación de criterios de bioseguridad, bienestar animal y protección ambiental.**

#### **Duración**

05 horas

#### **Procedimiento**

1. Atiende las orientaciones docentes
2. Integra equipos
3. Explica los principios básicos de bioseguridad y bienestar animal.
4. Recibe por equipo un caso práctico (p. ej. proyecto de cultivo de camarón o tilapia).
5. Analiza los posibles riesgos ambientales y de salud animal.
6. Identifica las normas y dependencias competentes para su regulación.
7. Elabora una propuesta de medidas preventivas de acuerdo con los criterios de SENASICA, COFEPRIS y SEMARNAT
8. Entrega propuesta y recibe retroalimentación docente.

### **Recursos de apoyo:**

- Manuales de bioseguridad y guías de buenas prácticas (FAO, SENASICA).
- Ejemplos de MIA (Manifestaciones de Impacto Ambiental).
- Computadora y acceso a normatividad digital.
- Hojas de trabajo para diagnóstico ambiental.

## **Unidad V. Procedimientos administrativos y permisos para proyectos acuícolas.**

### **Práctica 5: Elaboración de flujogramas de trámites y gestión administrativa en acuacultura.**

#### **Duración**

06 horas



### **Procedimiento**

1. Atiende las orientaciones docentes.
2. Forma equipos de trabajo.
3. Explica el proceso de tramitación de permisos y concesiones ante las autoridades (CONAGUA, SEMARNAT, SEMAR, CONAPESCA, COFEPRIS).
4. Diseña un flujograma de gestión legal para un proyecto acuícola (de inicio a operación).
5. Identifica documentos requeridos, plazos, dependencias y normativa aplicable.
6. Realiza una simulación de trámite con roles (solicitante, autoridad, consultor).
7. Entrega del expediente (documentación pertinente).
8. Recibe retroalimentación docente.

### **Recursos de apoyo:**

- Formatos oficiales de CONAGUA, CONAPESCA, SEMAR y SEMARNAT.
- Portal Trámites.gob.mx.
- Software de diagramación (Lucidchart o Canva).
- Guía del docente y ejemplos de expedientes.
- Computadora con acceso a internet.

## **Unidad VI. Consultoría técnica en normatividad acuícola.**

### **Práctica 6: Consultoría técnica y diagnóstico normativo aplicado.**

#### **Duración**

06 horas

#### **Procedimiento**

1. Atiende las orientaciones docentes.
2. Forma equipos de trabajo.
3. Plantea un caso integrador (ej. diseño de una granja acuícola).
4. Elabora un diagnóstico normativo que incluya: Identificación de leyes y NOM aplicables, dependencias involucradas, principales permisos requeridos y las medidas de bioseguridad y ambientales.
5. Presenta un informe técnico breve y expone los resultados simulando una asesoría ante un comité técnico.
6. Realiza una coevaluación y recibe retroalimentación grupal.

#### **Recursos de apoyo:**

- Compilación de normatividad actualizada (DOF, SEMARNAT).
- Casos reales o simulados de la región (Baja California, Sonora, Sinaloa).
- Plantilla institucional para informes técnicos.

- Rúbrica de presentación y coevaluación.
- Computadora con acceso a internet.
- Proyector.
- Software de presentación.

## IX. MÉTODO DE TRABAJO

### Encuadre

El primer día de clase, cada docente debe establecer de forma clara y formal:

- La metodología de trabajo.
- Criterios de evaluación y rúbricas.
- Reglas sobre la calidad y entrega de trabajos académicos.
- Derechos y obligaciones del docente y los estudiantes.

Esto debe quedar registrado y comunicado por medios institucionales (como Blackboard o correo institucional).

### Estrategia de enseñanza

Son acciones didácticas planificadas por el docente para facilitar el logro de los aprendizajes esperados. Estas estrategias deben seleccionarse en función del tipo de competencia, el nivel cognitivo y la naturaleza del contenido.

Estos son ejemplos de estrategias, puede usar algunas de esta lista u otras que se consideren pertinentes:

- Aprendizaje basado en preguntas
- Aprendizaje basado en problemas
- Aprendizaje basado en proyectos
- Aprendizaje colaborativo
- Aprendizaje servicio
- Aprendizaje situado
- Discusión guiada
- Estudio de caso
- Instrucción directa o guiada

- Proyectos integradores o interdisciplinarios
- Resolución de problemas reales con actores sociales
- Simulación de casos reales

### **Estrategia de aprendizaje**

Son enfoques que el estudiante emplea para organizar, adquirir, comprender y aplicar el conocimiento. Estas estrategias deben promover el desarrollo de competencias, el pensamiento crítico y el aprendizaje significativo.

Estos son ejemplos de estrategias, puede usar algunas de esta lista u otras que se consideren pertinentes:

- Desarrollo de proyectos sociales o productivos
- Investigación acción participativa
- Investigación documental
- Investigación empírica
- Práctica reflexiva / Práctica reflexiva en campo
- Resolución de problemas
- Toma de apuntes estratégicos
- Trabajo colaborativo

## **X. CRITERIOS DE EVALUACIÓN**

### **Criterios de acreditación**

Para tener derecho a examen ordinario y extraordinario, el estudiantado debe cumplir con los porcentajes de asistencia que establece el Estatuto Escolar vigente. La calificación es en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 60.

### **Criterios de evaluación**

|                          |      |
|--------------------------|------|
| Evaluaciones parciales   | 30%  |
| Proyecto integrador      | 30%  |
| Portafolio de evidencias | 40 % |
| Total                    | 100% |

## XI. REFERENCIAS

### Recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

- Baticados, M. C. (2019). Legal frameworks for sustainable aquaculture governance. *Aquaculture Law and Policy*, 2(1), 23–42.
- Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca. (2007). *Ley General de Pesca y Acuacultura Sustentables*. Diario Oficial de la Federación. <https://www.dof.gob.mx>
- Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca. (2024). *Informe técnico de normatividad y gestión para la acuacultura sostenible en México*. CONAPESCA–Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations, & Comisión de Pesca para América Latina y el Caribe. (2018). *Marco legal y normativo de la acuacultura en América Latina y el Caribe: Análisis comparado*. FAO.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (1995). *Código de conducta para la pesca responsable*. FAO.
- García, J. R. (2004). *Derecho ambiental mexicano*. Porrúa.
- GlobalG.A.P. (2022). *Aquaculture certification system: Legal and environmental requirements*. FoodPLUS GmbH.
- González Laxe, F. (2011). *Política pesquera y acuícola: Desarrollo sostenible y gobernanza*. Editorial Síntesis.
- Organización Mundial del Comercio. (2020). *Medidas sanitarias y fitosanitarias (SPS) y obstáculos técnicos al comercio (OTC) en el sector acuícola*. OMC.
- Organización Mundial de Sanidad Animal. (2010). *Código sanitario para los animales acuáticos*. OIE.
- Pérez Rojas, L. A., & Martínez Espinosa, M. (2014). *Derecho pesquero y acuícola en México: Régimen jurídico de los recursos vivos en aguas nacionales*. UNAM, Instituto de Investigaciones Jurídicas.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. (2017). *Manual de buenas prácticas de producción acuícola*. SENASICA–CONAPESCA.
- Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. (2021). *Normas oficiales mexicanas aplicables a la acuacultura y la inocuidad de productos pesqueros y acuícolas*. SENASICA–CONAPESCA.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2015). *Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y su Reglamento*. Diario Oficial de la Federación.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2022). *Guía para la elaboración de manifestaciones de impacto ambiental en proyectos acuícolas*. SEMARNAT.

## Recursos de acceso libre o complementarios externos

- Centro de Estudios para el Desarrollo Rural Sustentable y la Soberanía Alimentaria. (2022). *Panorama de la acuacultura y su regulación en México*. Cámara de Diputados, LXV Legislatura. <https://www.cedrssa.gob.mx>
- Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca. (2023). *Portal de normatividad y trámites para el sector pesquero y acuícola*. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. <https://www.gob.mx/conapesca>
- Comisión Nacional del Agua. (2022). *Guía para la solicitud de concesiones y permisos de uso de aguas nacionales*. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. <https://www.gob.mx/conagua>
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. (2020). *Sistema de información sobre especies exóticas e invasoras en México*. <https://www.biodiversidad.gob.mx/especies/Invasoras>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2021). *Aquaculture legislation overview: Latin America and the Caribbean*. FAO Legal Office. <https://www.fao.org/legal>
- Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático. (2021). *Lineamientos para la evaluación del impacto ambiental en sistemas acuícolas*. SEMARNAT. <https://www.gob.mx/inecc>
- Organización Mundial del Comercio. (2022). *Portal de medidas sanitarias y fitosanitarias (SPS) y obstáculos técnicos al comercio (OTC)*. <https://www.wto.org>
- Organización Mundial de Sanidad Animal. (2023). *Aquatic animal health code* (edición en línea). WOAH. <https://www.woah.org/en/what-we-do/standards/codes-and-manuals/aquatic-code-online-access>
- Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. (2020). *Guía de buenas prácticas ambientales para la acuacultura sostenible*. <https://www.unep.org>
- Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. (2024). *Normatividad pesquera y acuícola vigente*. Dirección General de Ordenamiento Pesquero y Acuícola. <https://www.gob.mx/sader>
- Secretaría de Marina. (2020). *Ley de vertimiento en zonas marinas mexicanas*. [https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LVZMM\\_130420.pdf](https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LVZMM_130420.pdf)
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2023). *Trámites y procedimientos ambientales aplicables a proyectos acuícolas*. <https://www.gob.mx/semarnat>
- Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria. (2024). *Manual de bioseguridad para unidades de producción acuícola*. <https://www.gob.mx/senasica>

## XII. PERFIL DOCENTE

La persona docente deberá poseer licenciatura en Biología, Oceanología, Biotecnología en Acuicultura o áreas afines, preferentemente con posgrado en Administración, Gestión o Manejo de Recursos Marinos, Derecho Ambiental o disciplinas relacionadas, y mínimo dos años de experiencia comprobable en el área. Se valorará especialmente la experiencia profesional en el sector acuícola, en ámbitos como la gestión de proyectos productivos, consultoría técnica o cumplimiento regulatorio (permisos, licencias, concesiones, impacto ambiental o sanidad acuícola). Asimismo, deberá acreditar experiencia docente especializada en el diseño de estrategias de formación activa centradas en el estudiante. Además, se espera demuestre proactividad, pensamiento analítico, ética profesional, inclusión, objetividad, respeto y responsabilidad, así como habilidades para fomentar la creatividad y promover el aprendizaje autónomo y colaborativo.



**PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE**

**I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN**

|                                            |                                                                                                                                                               |
|--------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Unidad académica:</b>                   | Facultad de Ciencias Marinas, Ensenada.                                                                                                                       |
| <b>Programa educativo:</b>                 | Licenciatura en Biotecnología en Acuicultura                                                                                                                  |
| <b>Plan de Estudios:</b>                   |                                                                                                                                                               |
| <b>Nombre de la unidad de aprendizaje:</b> | Cultivos de Apoyo                                                                                                                                             |
| <b>Clave:</b>                              |                                                                                                                                                               |
| <b>Distribución horaria:</b>               | Horas Clase: 02<br>Horas Taller: 01<br>Horas Laboratorio: 03<br>Horas Práctica de Campo: 00<br>Horas Clínicas: 00<br>Horas Extra-clase: 02<br><br>Créditos:08 |
| <b>Eta de formación:</b>                   | Disciplinaria                                                                                                                                                 |
| <b>Carácter:</b>                           | Obligatoria                                                                                                                                                   |
| <b>Requisito:</b>                          | Ninguno.                                                                                                                                                      |
| <b>Modalidad de impartición:</b>           | Presencial                                                                                                                                                    |
| <b>Equipo de diseño<sup>1</sup>:</b>       | Rosario Jara Montañez<br>Jorge Manuel López Calderón<br>Brenda Guadalupe Bonett Calzada<br>Enrique Valenzuela Wood                                            |
| <b>Subdirección que aprueba el PUA:</b>    | Patricia Alvarado Graef                                                                                                                                       |
| <b>Fecha:</b>                              | 25 de febrero de 2026                                                                                                                                         |
| <b>Aprobación y registro:</b>              |                                                                                                                                                               |

1



## **II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE**

La unidad de aprendizaje Cultivos de Apoyo, ubicada en la etapa disciplinaria obligatoria del programa educativo de Biotecnología en Acuicultura y adscrita al área de Producción Acuícola, integra conocimientos sobre diversas biotecnias y procedimientos aplicados al cultivo de microalgas, rotíferos marinos y artemia. Su propósito es que el estudiantado desarrolle la capacidad de diseñar e innovar técnicas y procesos que incrementen la productividad de los cultivos, ya sea para obtener metabolitos de interés comercial a partir de microalgas o para optimizar la producción de alimento vivo destinado a los diferentes estadios larvarios de moluscos, peces y crustáceos en la acuicultura.

## **III. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE**

Implementar tecnologías para los cultivos de apoyo de microalgas, rotíferos marinos y artemia, mediante el análisis técnico de sistemas existentes y la aplicación de soluciones innovadoras acordes a distintas especies de moluscos, crustáceos y peces, para proporcionarles la nutrición adecuada de alimento vivo, con actitud crítica, responsable y con respeto al ambiente.

## **IV. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE**

Entrega de reportes, bitácora y diagramas de flujo de prácticas de laboratorio que incluyan resumen y abstract, introducción, objetivos, materiales, métodos, resultados, discusión, conclusión y referencias.

Portafolio de evidencias de talleres que incluya: redacción de resúmenes en inglés basados en videos en el mismo idioma que abordan la importancia de microalgas, la resolución y presentación de talleres con cálculos específicos para determinar costos y nutrientes requeridos de acuerdo a las condiciones y nivel de cultivo microalgal a trabajar, tiempo sugerido para cosechar cultivos de microalgas y rotíferos, densidad celular de microalgas para alimentar rotíferos, número de rotíferos para alimentar larvas de peces, número de nauplios como alimento para diferentes estadios de larvas de camarón, presentación oral de un seminario de investigación sobre un tema relacionado con la biotecnología microalgal del mismo taller, lo cual permitirá demostrar el dominio de conocimientos y habilidades propias del quehacer profesional en esta área.

## **V. COMPETENCIA PROFESIONAL DEL PERFIL DE EGRESO A LA QUE CONTRIBUYE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE**

Implementar y adaptar tecnologías de cultivo y manejo acuícola, mediante el análisis técnico de sistemas existentes y la aplicación de soluciones innovadoras acordes a distintas especies y entornos, para mejorar la producción de especies de importancia comercial de forma eficiente y sostenible, respondiendo a las condiciones socioambientales y económicas del país, con ética profesional y responsabilidad.

## **VI. EJE TRANSVERSAL AL QUE CONTRIBUYE**

Compromiso con la Responsabilidad Social.

## **VII. DESARROLLO POR UNIDADES**

### **Unidad I. Introducción a los cultivos de apoyo**

#### **Competencia**

Emplear conocimientos sobre cultivos de apoyo, mediante el estudio de los principales grupos de organismos, para mejorar la producción de alimento vivo en distintos estadios larvarios de moluscos, peces y crustáceos en la acuicultura, con actitud crítica, responsable y con respeto al ambiente.

#### **Contenido**

- 1.1. Definición e importancia en la acuicultura
- 1.2. Principales grupos de organismos utilizados como alimento vivo
- 1.3. Rol en la nutrición y desarrollo larvario

#### **Duración**

02 horas

### **Unidad II. La célula microalgal**

#### **Competencia**

Seleccionar el tamaño y organización interna de células procariotas y eucariotas, mediante la identificación de las características morfológicas y estructurales de las microalgas, para determinar sus principales diferencias, así como las condiciones ambientales para su cultivo, con responsabilidad, actitud crítica y constructiva.

#### **Contenido**

- 2.1. Definición y clasificación
- 2.2. Características morfológicas y estructurales
- 2.3. Tipos de organización celular
- 2.4. Diferencias entre procariotas y eucariotas

#### **Duración**

02 horas

### **Unidad III. Fotosíntesis en microalgas**

#### **Competencia**

Comparar los procesos fundamentales de la fotosíntesis en células eucariotas, mediante el análisis de modelos, para identificar las variables ambientales que modifican su composición celular y la producción de metabolitos de interés biotecnológico con actitud crítica, propositiva y responsable.

### **Contenido**

- 3.1. La naturaleza de la luz
- 3.2. Pigmentos fotosintéticos
- 3.3. Reacciones clara y oscura de la fotosíntesis

### **Duración**

03 horas

## **Unidad IV. Modos de nutrición microalgal**

### **Competencia**

Agrupar los mecanismos de nutrición de distintas especies de fitoplancton, mediante procedimientos de medios de cultivo e implicaciones biotecnológicas, para aumentar la productividad microalgal y ser utilizada como alimento para especies acuícolas, con una actitud crítica, propositiva y responsable.

### **Contenido**

- 4.1. Modos de nutrición
  - 4.1.1. Organismos autotróficos
  - 4.1.2. Organismos fotoautotróficos
  - 4.1.3. Organismos heterótrofos
  - 4.1.4. Organismos foto heterotróficos
  - 4.1.5. Organismos mixotróficos
- 4.2. Nutrientes
  - 4.2.1. Macronutrientes ( $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ ,  $\text{Si(OH)}_4$ )
  - 4.2.2. Micronutrientes (Fe, Co, Zn, Mn, Mg)
  - 4.2.3. Vitaminas (cianocobalamina, tiamina, biotina)
- 4.3. Dióxido de carbono

### **Duración**

03 horas

## **Unidad V. Condiciones de cultivo microalgal**

### **Competencia**

Determinar los requerimientos básicos para el crecimiento microalgal, mediante la realización de experimentos con variaciones graduales de parámetros físico-químicos, para establecer la

importancia de estas variables en la biotecnología microalgal, con actitud crítica, propositiva y con respeto al ambiente.

### **Contenido**

#### 5.1. Luz

##### 5.1.1. Calidad-intensidad

##### 5.1.2. Fotoperiodo

#### 5.2. Temperatura

#### 5.3. Salinidad

#### 5.4. pH

### **Duración**

04 horas

## **Unidad VI. Técnicas básicas de cultivo**

### **Competencia**

Desarrollar un cultivo masivo de alimento vivo para organismos de importancia en acuacultura, mediante el aislamiento de diferentes especies de fitoplancton (microalgas), considerando los procedimientos de laboratorio y las condiciones de cultivo para su mantenimiento y preservación, con una actitud proactiva, propositiva y responsable.

### **Contenido**

#### 6.1. Técnicas de aislamiento de microalgas

#### 6.2. Mantenimiento y preservación de especies de microalgas

#### 6.3. Recuento celular

#### 6.4. Densidad óptica

#### 6.5. Fases de crecimiento

#### 6.6. Parámetros poblacionales

### **Duración**

04 horas

## **Unidad VII. Sistemas de producción de microalgas**

### **Competencia**

Evaluar los diferentes sistemas de producción de fitoplancton usados en la acuacultura, mediante el desarrollo de cultivos de microalgas que consideren sus características y requerimientos, para la producción de alimento vivo para especies de importancia en la acuacultura, con una actitud crítica, propositiva y responsable.

### **Contenido**

- 7.1. Sistema extensivo
- 7.2. Sistema semi-intensivo
- 7.3. Sistema intensivo
  - 7.1.1. Cultivos estáticos
  - 7.1.2. Cultivos semi-continuos
  - 7.1.3. Cultivos continuos

### **Duración**

03 horas

## **Unidad VIII. Importancia de las microalgas**

### **Competencia**

Verificar la importancia de las microalgas en la nutrición de organismos acuáticos y en la biotecnología, considerando modelos como primer nivel trófico y su uso en diferentes industrias, para establecer los requerimientos de las sustancias químicas y bioquímicas que poseen las microalgas y que son escasas en otros microorganismos, con una actitud crítica, propositiva y con responsabilidad.

### **Contenido**

- 8.1. Microalgas de importancia económica
- 8.2. Aspectos biotecnológicos de producción de microalgas en acuacultura
- 8.3. Microalgas en el tratamiento de aguas residuales
- 8.4. Microalgas en la agricultura
- 8.5. Ingeniería genética aplicada a microalgas
- 8.6. Sustancias bioactivas en microalgas

### **Duración**

03 horas

## **Unidad IX. Técnicas para el cultivo de rotíferos marinos**

### **Competencia**

Evaluar las condiciones físico-químicas óptimas de cultivo y mantenimiento del rotífero marino *Brachionus plicatilis*, mediante la aplicación de técnicas para el cultivo de rotíferos marinos, para lograr la producción intensiva de estos organismos que serán consumidos por especies de interés en piscicultura, con una actitud crítica, propositiva y responsable.

### **Contenido**

- 9.1. Clasificación sistemática de rotíferos

- 9.2. Ciclo de vida de rotíferos
  - 9.1.1. Ciclo sexual
  - 9.1.2. Ciclo asexual
- 9.3. Efecto de condiciones ambientales en la producción de huevos
  - 9.3.1. Temperatura
  - 9.3.2. Salinidad
  - 9.3.3. pH
- 9.4. Sistemas de cultivo estático
- 9.5. Sistema de cultivo semicontinuo
- 9.6. Métodos de cuantificación de rotíferos
- 9.7. Cálculos de densidad celular de microalgas para alimentar rotíferos
- 9.8. Cálculos de número de rotíferos para alimentar larvas de peces

### **Duración**

04 horas

## **Unidad X. Técnica de decapsulación y cultivo de *Artemia* sp**

### **Competencia**

Elegir las condiciones de cultivo de *Artemia*, mediante los procedimientos de hidratación, decapsulación de quistes y obtención de nauplios, para asegurar la producción de esta especie empleada como alimento en acuacultura, con una actitud propositiva y responsable.

### **Contenido**

- 10.1. Clasificación-sistemática de *Artemia* sp
- 10.2. Historia de vida y desarrollo de *Artemia* sp: Oviparidad y Ovoviviparidad
- 10.3. Decapsulación, separación y cuantificación de *Artemia* sp decapsulada
- 10.4. Cálculos de número de nauplios como alimento para diferentes estadios de larvas de camarones peneidos
- 10.5. Cultivo y mantenimiento de *Artemia* sp como alimento para organismos acuáticos.

### **Duración**

04 horas

## VIII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER

### Unidad I. Introducción a los cultivos de apoyo

#### Práctica 1: Alimento vivo de importancia en el desarrollo larvario de peces, moluscos y crustáceos.

##### ***Duración***

01 hora

##### ***Procedimiento***

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica
2. Elabora el diseño metodológico de la investigación
3. Determina los principales grupos de organismos utilizados como alimento vivo con base en bibliografía confiable en inglés
4. Analiza el rol en la nutrición y desarrollo larvario
5. Elabora un esquema de alimentación para peces, moluscos y crustáceos en distintos estadios de desarrollo, incluye referencias en formato APA
6. Entrega esquema a su docente para recibir retroalimentación

##### ***Recursos de apoyo***

- Computadora y/o celular
- Internet
- Software de citación y editor de texto

### Unidad II. La célula microalgal

#### Práctica 2: Relación superficie área volumen

##### ***Duración***

1 hora

##### ***Procedimiento***

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica
2. Elabora el diseño metodológico de la investigación
3. Determina la relación superficie área volumen de distintas especies de microalgas asignadas por el docente
4. Discute la importancia y aplicación de esta relación en la acuicultura
5. Elabora un reporte escrito debidamente referenciado en formato APA

6. Entrega el reporte a su docente para recibir retroalimentación

### **Recursos de apoyo**

- Computadora y/o celular
- Internet
- Software de citación y editor de texto

## **Unidad III. Fotosíntesis en microalgas**

### **Práctica 3: Análisis de pigmentos en microalgas marinas**

#### **Duración**

01 hora

#### **Procedimiento**

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica
2. Elabora el diseño metodológico de la investigación
3. Operacionaliza hipótesis y variables
4. Analiza la población y determina la muestra
5. Elige las técnicas e instrumentos para la recolección de datos, apoyándose con el trabajo de laboratorio
6. Diseña o adapta instrumentos de recolección de datos
7. Establece el procedimiento de recolección y análisis de datos
8. Escribe el diseño metodológico en un documento de texto
9. Elabora un reporte escrito que incluya los datos de pigmentos analizados
10. Entrega el reporte a su docente para recibir retroalimentación

### **Recursos de apoyo**

- Computadora y/o celular
- Internet
- Software de citación y editor de texto
- Excel o software para el análisis de datos
- Datos de la práctica de laboratorio de análisis de pigmentos
- Pintarrón
- Plumones

## **Unidad IV. Modos de nutrición microalgal**

### **Práctica 4: Modos de nutrición microalgal**

#### **Duración**

02 horas



### **Procedimiento**

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica
2. Elabora el diseño metodológico de la investigación sobre tres métodos de nutrición microalgal (microalgas verdes, diatomeas y para varias especies) en los cuales indica el nombre del método y nutrientes a utilizar, para diferenciar entre los métodos la constitución de nutrientes
3. Realiza una tabla con descripciones de una especie microalgal asignada por el docente y su forma de obtener nutrientes
4. Clasifica según sea su caso, el modo de nutrición empleado (autótrofo, heterótrofo o mixótrofo) y justifica su elección
5. Realiza una infografía con los resultados de la actividad y la expone al grupo
6. Recibe retroalimentación grupal y docente

### **Recursos de apoyo**

- Computadora y/o celular
- Internet.
- Software de citación y editor de texto

## **Unidad V. Condiciones de cultivo microalgal**

### **Práctica 5: Efecto sinérgico de las variables ambientales en el cultivo microalgal**

#### **Duración**

01 hora

#### **Procedimiento**

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica
2. Elabora el diseño metodológico de la investigación de acuerdo a las variables asignadas por el docente
3. Operacionaliza hipótesis y variables
4. Analiza la población y determina la muestra
5. Elige las técnicas e instrumentos para la recolección de datos
6. Diseña o adapta instrumentos de recolección de datos
7. Establece el procedimiento de recolección y análisis de datos
8. Escribe el diseño metodológico en un documento de texto y lo entrega a su docente para su retroalimentación
9. Se discuten sus hallazgos y conclusiones con el resto de la clase

### **Recursos de apoyo**

- Computadora y/o celular
- Internet
- Software de citación y editor de texto
- Excel o software similar para análisis de datos

## **Unidad VI. Técnicas básicas de cultivo**

### **Práctica 6: Costos de soluciones de nutrientes y medio de cultivo**

#### **Duración**

01 hora

#### **Procedimiento**

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica
2. Elabora el diseño metodológico de la investigación
3. Elige las técnicas e instrumentos para la recolección de datos
4. Diseña o adapta instrumentos de recolección de datos
5. Establece el procedimiento de recolección y análisis de datos
6. Escribe el diseño metodológico en un documento de texto
7. Calcula el costo por litro de las soluciones de nutrientes primarias para microalgas y el costo por litro de medio de cultivo para fitoflagelados y diatomeas
8. Entrega sus resultados al docente para su retroalimentación

### **Recursos de apoyo**

- Computadora y/o celular
- Internet
- Software de citación y editor de texto
- Excel o software similar para análisis de datos
- Calculadora

### **Práctica 7: Parámetros poblacionales**

#### **Duración**

01 hora

#### **Procedimiento**

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica
2. Elabora el diseño metodológico de la investigación
3. Operacionaliza hipótesis y variables

4. Analiza la población y determina la muestra
5. Elige las técnicas e instrumentos para la recolección de datos
6. Diseña o adapta instrumentos de recolección de datos
7. Establece el procedimiento de recolección y análisis de datos
8. Escribe el diseño metodológico en un documento de texto
9. Elabora un reporte escrito que incluya tablas y gráficos con los parámetros poblacionales asignados, un análisis de sus resultados
10. Entrega al docente para su retroalimentación

### ***Recursos de apoyo***

- Computadora y/o celular
- Internet
- Software de citación y editor de texto
- Calculadora
- Excel o software similar para análisis de datos
- Pintarrón
- Plumones

## **Práctica 8: Cuantificación celular microalgal**

### ***Duración***

01 hora

### ***Procedimiento***

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica
2. Elabora el diseño metodológico de la investigación
3. Operacionaliza hipótesis y variables
4. Analiza la población y determina la muestra
5. Elige las técnicas e instrumentos para la recolección de datos, apoyándose con el trabajo de laboratorio
6. Diseña o adapta instrumentos de recolección de datos
7. Establece el procedimiento de recolección y análisis de datos
8. Escribe el diseño metodológico en un documento de texto
9. Elabora un reporte escrito que incluya los datos de células microalgales cuantificadas
10. Entrega a su docente para su retroalimentación

### ***Recursos de apoyo***

- Computadora y/o celular
- Internet
- Software de citación y editor de texto
- Datos de la práctica de laboratorio de cuantificación celular

- Pintarrón
- Plumones
- Excel o software similar para análisis de datos

## **Práctica 9: Determinación de peso seco microalgal**

### ***Duración***

01 hora

### ***Procedimiento***

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica
2. Elabora el diseño metodológico de la investigación
3. Operacionaliza hipótesis y variables
4. Analiza la población y determina la muestra
5. Elige las técnicas e instrumentos para la recolección de datos, apoyándose con el trabajo de laboratorio
6. Diseña o adapta instrumentos de recolección de datos
7. Establece el procedimiento de recolección y análisis de datos
8. Escribe el diseño metodológico en un documento de texto
9. Elabora un reporte escrito que incluya los datos de peso seco
10. Entrega a su docente para su retroalimentación

### ***Recursos de apoyo***

- Computadora y/o celular
- Internet
- Software de citación y editor de texto
- Datos de la práctica de laboratorio de determinación de peso seco en microalgas
- Excel o software similar para análisis de datos
- Calculadora
- Pintarrón
- Plumones

## **Unidad VII. Sistemas de producción de microalgas**

### **Práctica 10: Visita a centro de investigación o empresa**

### ***Duración***

02 horas

### ***Procedimiento***

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica
2. Elabora el diseño metodológico de la investigación

3. Elige las técnicas e instrumentos para la recolección de datos
4. Diseña o adapta instrumentos de recolección de datos
5. Establece el procedimiento de recolección y análisis de datos
6. Escribe el diseño metodológico en un documento de texto
7. Visita un centro de investigación o empresa acuícola en donde se tengan distintos niveles de producción de microalgas
8. Discute las diferencias entre los distintos niveles de producción de microalgas
9. Elabora un reporte escrito con su análisis y fotografías de la visita
10. Entrega al docente para su retroalimentación

### ***Recursos de apoyo***

- Celular
- Internet
- Software de citación y editor de texto

## **Unidad VIII. Importancia de las microalgas**

### **Práctica 11: Importancia biotecnológica de las microalgas**

#### ***Duración***

02 horas

#### ***Procedimiento***

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica
2. Elabora el diseño metodológico de la investigación
3. Operacionaliza hipótesis y variables
4. Analiza la población y determina la muestra
5. Elige las técnicas e instrumentos para la recolección de datos
6. Diseña o adapta instrumentos de recolección de datos
7. Establece el procedimiento de recolección y análisis de datos
8. Escribe el diseño metodológico en un documento de texto
9. Entrega a su docente para verificación de información
10. Expone sus hallazgos en plenaria
11. Recibe retroalimentación grupal y docente

### ***Recursos de apoyo***

- Computadora
- Internet
- Software de citación y editor de texto

## **Unidad IX. Técnicas para el cultivo de rotíferos marinos**

### **Práctica 12: Métodos de cuantificación de rotíferos**

#### ***Duración***

02 horas

#### ***Procedimiento***

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica
2. Elige los métodos de cuantificación de rotíferos más adecuados de acuerdo a los problemas asignados por el docente
3. Calcula la densidad celular de microalgas para alimentar rotíferos y número de rotíferos para alimentar larvas de peces
4. Entrega sus resultados al docente para su retroalimentación

#### ***Recursos de apoyo***

- Calculadora
- Pintarrón
- Plumones
- Excel o software similar para análisis de datos

## **Unidad X. Técnica de decapsulación y cultivo de *Artemia* sp**

### **Práctica 13: Cuantificación de *Artemia* sp**

#### ***Duración***

02 horas

#### ***Procedimiento***

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica
2. Elige los métodos de cuantificación de rotíferos más adecuados de acuerdo a los problemas asignados por el docente
3. Calcula el número de nauplios como alimento para diferentes estadios de larvas de camarones penéidos
4. Entrega sus resultados al docente para su retroalimentación

#### ***Recursos de apoyo***

- Calculadora
- Pintarrón
- Plumones
- Excel o software similar para análisis de datos

## **IX. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO**

### **Unidad I: Introducción a los cultivos de apoyo**

### **Unidad II. La célula microalgal**

#### **Práctica 1: Organización celular de los principales grupos de organismos utilizados como alimento vivo**

##### ***Duración***

03 horas

##### ***Procedimiento***

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica
2. Coloca una gota de muestra microalgal en un portaobjetos limpio
3. Inspecciona las células bajo el microscopio
4. Revisa el tamaño, forma, color y actividad de las células
5. Observa posible contaminación, esto se verá en forma de basura o células extrañas que presentan un movimiento diferente a la especie en cuestión
6. Dibuja o toma fotografías de las células de microalgas evaluadas
7. Anota las observaciones realizadas en su bitácora
8. Elabora un reporte de laboratorio en formato científico debidamente referenciado en formato APA en donde incluye un resumen en español e inglés (abstract) y realiza una redacción guiada en inglés de la metodología brevemente, con el uso de una plantilla con conectores secuenciales (first then next, finally)
9. Entrega a su docente para su retroalimentación

##### ***Recursos de apoyo***

- Manual de laboratorio
- Bata de laboratorio
- Microscopio compuesto
- Portaobjetos
- Cubreobjetos
- Cepas de microalgas
- Bata de laboratorio
- Computadora
- Internet y software de citación y editor de texto.

### Unidad III. Fotosíntesis en microalgas

#### Práctica 2: Análisis de pigmentos (clorofila a, b y c) en microalgas marinas

##### **Duración**

03 horas

##### **Procedimiento**

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica
2. Cuantifica las células de la muestra de microalga
3. Filtra una muestra de microalgas con volumen conocido
4. Extrae los pigmentos con acetona y deja reposar durante 12 horas en oscuridad a 4 °C
5. Centrifuga la muestra
6. Mide la absorbancia a las siguientes longitudes de onda: 664, 647 y 630 en celdas de vidrio en un espectrofotómetro
7. Calcula el contenido de pigmentos (clorofila a, b y c)
8. Elabora un reporte de laboratorio en formato científico debidamente referenciado en formato APA en donde incluye un resumen en español e inglés (abstract) y realiza una redacción guiada en inglés de la metodología brevemente, con el uso de una plantilla con conectores secuenciales (first then next, finally)
9. Entrega a su docente para su retroalimentación

##### **Recursos de apoyo**

- Manual de laboratorio
- Bata de laboratorio
- Equipo de filtración completo
- Mufla
- Estufa
- Filtros de fibra de vidrio GF/F y GF/C
- Bomba manual para hacer vacío
- Probetas graduadas
- Jeringas desechables
- Centrífuga
- Tubos de 15 ml para centrífuga
- Espectrofotómetro
- Celdas para espectrofotómetro
- Refrigerador
- Matraz volumétrico de 1 L o 500 ml
- Agua destilada
- Acetona grado reactivo o analítico
- Cultivo de microalgas



- Computadora
- Internet
- Software de citación y editor de texto

## **Unidad IV. Modos de nutrición microalgal**

### **Práctica 3: Preparación de soluciones de nutrientes**

#### ***Duración***

03 horas

#### ***Procedimiento***

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica
2. Prepara soluciones primarias de macronutrientes (nitrato de sodio, fosfato de sodio, silicato de sodio), micronutrientes (EDTA-disódico, cloruro férrico, sulfato de cobre, sulfato de zinc, cloruro de cobalto, cloruro de manganeso, y molibdato de sodio) y vitaminas (Cianocobalamina, tiamina y biotina)
3. Realiza el cálculo de cada solución, se pesa cada reactivo y se disuelve en agua destilada
4. Coloca la muestra homogénea en frascos de vidrio ámbar y se almacenan a 4°C
5. Elabora un reporte de laboratorio en formato científico debidamente referenciado en formato APA en donde incluye un resumen en español e inglés (abstract) y realiza una redacción guiada en inglés de la metodología brevemente, con el uso de una plantilla con conectores secuenciales (first then next, finally)
6. Entrega a su docente para su retroalimentación

#### ***Recursos de apoyo***

- Manual de laboratorio
- Bata de laboratorio
- Planchas de agitación
- Agitadores magnéticos.
- Espátulas
- Navecillas para pesar
- Matraces volumétricos de 250 ml
- Matraces volumétricos de 100 ml picetas
- Frascos de 250 ml
- Frascos de 100 ml
- Balanza analítica
- Reactivos de cada macronutrientes, micronutrientes y vitaminas
- Computadora

- Internet
- Software de citación y editor de texto

## **Unidad V. Condiciones de cultivo microalgal**

## **Unidad VI. Técnicas básicas de cultivo**

### **Práctica 4: Tratamiento de agua de mar y preparación de medio de cultivo de microalgas planctónicas marinas**

#### ***Duración***

03 horas

#### ***Procedimiento***

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica
2. Trata agua de mar con filtros de 1 micrón y se irradia con luz ultravioleta
3. Prepara un litro de medio de cultivo con todos los nutrientes primarios necesarios
4. Homogeniza y tapa con algodón y aluminio
5. Esteriliza en autoclave, a 121 °C a una presión de 1.05 Kg cm<sup>-2</sup> por 15 minutos
6. Enfía a temperatura ambiente
7. Prepara una zona esteril para inoculación de microalgas
8. Coloca los cultivos en un cuarto de temperatura controlada (19±1°C), bajo irradianza fotosintéticamente activa de 150-300 µmol quanta m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>
9. Elabora un reporte de laboratorio en formato científico debidamente referenciado en formato APA en donde incluye un resumen en español e inglés (abstract) y realiza una redacción guiada en inglés de la metodología brevemente, con el uso de una plantilla con conectores secuenciales (first then next, finally)
10. Entrega a su docente para su retroalimentación

#### ***Recursos de apoyo***

- Manual de laboratorio
- Bata de laboratorio
- Frascos Erlenmeyer
- Frascos Fernbach
- Algodón
- Gasa
- Tijeras
- Pipetas graduadas
- Probeta graduada
- Autoclave
- Área para transferir cultivos (equipada con mesa, suministro de gas, mecheros de alta temperatura)

- Soluciones: Agua de mar filtrada a 1µm, soluciones stock de NQ3- pQ43-, SiQ3<sup>2-</sup>, secuestrante, vitaminas, tris buffer, hipoclorito de sodio, tiosulfato de sodio
- Computadora
- Internet
- Software de citación y editor de texto

## **Práctica 5: Cultivo de diatomeas bentónicas**

### ***Duración***

03 horas

### ***Procedimiento***

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica
2. Toma 1 L de agua de mar filtrada con salinidad entre 32 y 34 parte por mil, pasada por filtros tipo cuno de 1 micrómetro e irradiada con UV
3. Añade secuestrante férrico, nitrato, fosfato, Tris y silicato a razón de 1mL L<sup>-1</sup> de agua de mar antes de esterilizar. Las vitaminas, se incorporan asépticamente después de la esterilización
4. Adiciona el volumen de cultivo correspondiente en recipientes (pueden ser 15 mL en tubos, 100 mL o 150 mL en frascos Erlenmeyer)
5. Esteriliza en autoclave a 121 °C, 15 libras de presión por 15 minutos
6. Deja enfriar los medios de cultivo
7. Limpia la superficie de trabajo
8. Sonica el inóculo durante 3 minutos
9. Inocula los medios de cultivo
10. Coloca los cultivos en un cuarto de temperatura controlada (19±1°C), bajo irradianza fotosintéticamente activa de 150-300 µmol quanta m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>
11. Agita diariamente los cultivos después de 24 horas
12. Elabora un reporte de laboratorio en formato científico debidamente referenciado en formato APA en donde incluye un resumen en español e inglés (abstract) y realiza una redacción guiada en inglés de la metodología brevemente, con el uso de una plantilla con conectores secuenciales (first then next, finally)
13. Entrega a su docente para su retroalimentación

### ***Recursos de apoyo***

- Manual de laboratorio
- Bata de laboratorio
- Autoclave

- Sonicador
- Matraces Erlenmeyer
- Fernbach
- Torundas de algodón y gasa
- Pipetas graduadas
- Probeta graduada
- Campana de extracción o área para transferir cultivos (equipada con mesa, suministro de gas, mecheros de alta temperatura)
- Papel aluminio
- Agua de mar filtrada e irradiada con UV
- Soluciones de nutrientes para microalgas
- Computadora
- Internet

## **Práctica 6: Cuantificación celular de microalgas marinas mediante microscopio óptico**

### ***Duración***

3 horas

### ***Procedimiento***

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica
2. Cuantifica la biomasa de diferentes especies de microalgas
3. Lava la cámara de conteo y cubre objetos con jabón, se seca y después se limpia con etanol y se seca
4. Fija con 1 gota de lugol la muestra a cuantificar, se agita la muestra y después de 1 a 3 minutos, se diluye la muestra
5. Toma la muestra con una pipeta pasteur, se coloca en la punta en la orilla de la cámara (o en la ranura en forma de V)
6. Observa bajo el microscopio compuesto a 5x.
7. Cuantifica un máximo de 100 células por mm<sup>2</sup>
8. Realiza los cálculos necesarios para obtener la densidad celular
9. Elabora un reporte de laboratorio en formato científico debidamente referenciado en formato APA en donde incluye un resumen en español e inglés (abstract) y realiza una redacción guiada en inglés de la metodología brevemente, con el uso de una plantilla con conectores secuenciales (first then next, finally)
10. Entrega a su docente para su retroalimentación

### ***Recursos de apoyo***

- Manual de laboratorio
- Bata de laboratorio
- Mechero(s) bunsen

- Hematocitómetro y cubre objeto
- Pipetas Pasteur y bulbos para pipetas
- Pipetas graduadas
- Probetas graduadas.
- Microscopio compuesto binocular
- Alcohol o etanol al 90%
- Solución de lugol
- Muestras de cultivos de microalgas
- Computadora
- Internet
- Software de citación y editor de texto

## **Práctica 7: Determinación de peso seco de microalgas marinas**

### ***Duración***

03 horas

### ***Procedimiento***

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica
2. Determina el peso seco de microalgas de acuerdo al Manual de métodos de ficología de Stein, J.R. (ed). 1973
3. Lleva a cabo la cuantificación celular de las muestras de microalgas
4. Filtra un volumen con concentración celular de microalga conocida
5. Seca los filtros y después calcina estos mismos filtros
6. Calcula por por diferencia de pesos, el peso seco de la muestra
7. Elabora un reporte de laboratorio en formato científico debidamente referenciado en formato APA en donde incluye un resumen en español e inglés (abstract) y realiza una redacción guiada en inglés de la metodología brevemente, con el uso de una plantilla con conectores secuenciales (first then next, finally)
8. Entrega a su docente para su retroalimentación

### ***Recursos de apoyo***

- Manual de laboratorio
- Bata de laboratorio
- Equipo de filtración completo
- Mufla
- Estufa
- Filtros de fibra de vidrio GF/F y GF/C
- Desecador
- Bomba manual para hacer vacío
- Balanza analítica
- Cultivo de microalgas

- Computadora
- Internet
- Software de citación y editor de texto

## **Unidad VII. Sistemas de producción de microalgas**

### **Práctica 8: Renovación de cultivos primarios y transferencia de microalgas marinas**

#### ***Duración***

03 horas

#### ***Procedimiento***

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica
2. Transfiere los cultivos de nivel Matrices Fernbach
3. Obtiene 1.8 L de agua de mar y añade macronutrientes, secuestrante férrico, metales traza y tris a razón de 1 ml L<sup>-1</sup> de agua de mar
4. Tapa el tapón de algodón y esteriliza en autoclave, a 121 °C a una presión de 1.05 Kg cm<sup>-2</sup> por 15 minutos
5. Enfría a temperatura ambiente
6. Transfiere el cultivo de microalgas en nivel erlenmeyer a Fernbach
7. Coloca los cultivos en un cuarto de temperatura controlada (19±1°C), bajo irradianza fotosintéticamente activa de 150-300 µmol quanta m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>
8. Elabora un reporte de laboratorio en formato científico debidamente referenciado en formato APA en donde incluye un resumen en español e inglés (abstract) y realiza una redacción guiada en inglés de la metodología brevemente, con el uso de una plantilla con conectores secuenciales (first then next, finally)
9. Entrega a su docente para su retroalimentación

#### ***Recursos de apoyo***

- Manual de laboratorio
- Matrices Fernbach
- Algodón
- Gasa
- Tijeras
- Probeta graduada
- Pipetas
- Autoclave
- Agua de mar tratada
- Computadora

- Internet
- Software de citación y editor de texto

## **Práctica 9: Mantenimiento y producción de microalgas marinas en cultivo estático y semi-continuo**

### ***Duración***

03 horas

### ***Procedimiento***

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica
2. Transfiere los cultivos de nivel Fernbach a 18 L
3. Filtra 20 L de agua de mar, añade macronutrientes, secuestrante férrico, metales traza y tris a razón de 1 ml L<sup>-1</sup> de agua de mar
4. Tapa con tapón plástico y con varillas (una de entrada y otra de salida)
5. Esteriliza químicamente con hipoclorito de sodio y deja reposar 24 horas sin aireación
6. Neutraliza el hipoclorito de sodio con tiosulfato de sodio y deja reposar con aireación 2 horas
7. Inocula garrafrones con ferbanch de 1.8 L
8. Destapa el garrafón de 18L y añade macronutrientes, micronutrientes y vitaminas asépticamente (previamente esterilizadas) a razón de 1 ml L<sup>-1</sup>
9. Coloca los cultivos en un cuarto de temperatura controlada (19±1°C), bajo irradianza fotosintéticamente activa de 150-300 µmol quanta m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>
10. Inicia el cultivo semi continuo una semana después, en el cual cosecha 2 litros de cultivo diarios y repone volumen con agua de mar esterilizada y agrega nutrientes
11. Elabora un reporte de laboratorio en formato científico debidamente referenciado en formato APA en donde incluye un resumen en español e inglés (abstract) y realiza una redacción guiada en inglés de la metodología brevemente, con el uso de una plantilla con conectores secuenciales (first then next, finally)
12. Entrega a su docente para su retroalimentación

### ***Recursos de apoyo***

- Manual de laboratorio
- Bata de laboratorio
- Matraces Fernbach
- Garrafrones de 20 litros
- Probeta graduada
- Pipetas
- Agua de mar tratada
- Hipoclorito de sodio
- Tiosulfato de sodio

- Computadora
- Internet
- Software de citación y editor de texto

## **Unidad VIII. Importancia de las microalgas**

## **Unidad IX. Técnicas para el cultivo de rotíferos marinos**

### **Práctica 10: Cultivo estático del rotífero marino *Brachionus plicatilis***

#### **Duración**

03 horas

#### **Procedimiento**

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica
2. Cuantifica la muestra de rotíferos e inocula un frasco con agua de mar tratada como se describe en la práctica
3. Alimenta diariamente con las microalgas que serán cultivadas de manera independiente como se describen en la práctica dos y tres
4. Cosecha el cultivo de rotíferos una semana después de iniciado
5. Elabora un reporte de laboratorio en formato científico debidamente referenciado en formato APA en donde incluye un resumen en español e inglés (abstract) y realiza una redacción guiada en inglés de la metodología brevemente, con el uso de una plantilla con conectores secuenciales (first then next, finally)
6. Entrega a su docente para su retroalimentación

#### **Recursos de apoyo**

- Manual de laboratorio
- Bata de laboratorio
- Cámara y/o celular
- Frascos Erlenmeyer de 150 ml
- Frascos de 1 Litro
- Pipetas graduadas de 10 ml
- Papel secante
- Tamiz de 70 micras
- Contador manual
- Cámara de conteo Neubauer de 0.1 mm de profundidad
- Cámara de conteo Sedgwick-Rafter
- Microscopio compuesto
- Potenciómetro
- Refractómetro
- Termómetro
- Agua de mar filtrada a 1 micra



- Solución de lugol
- Computadora
- Internet
- Software de citación y editor de texto

## **Práctica 11: Cultivo semi-continuo del rotífero marino *Brachionus plicatilis***

### **Duración**

03 horas

### **Procedimiento**

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica
2. Cuantifica la muestra de rotíferos, se llena el frasco a un cuarto de su volumen con agua de mar tratada y se añaden los rotíferos a razón de  $100 \text{ mL}^{-1}$
3. Añade la microalga a razón de células/rotíferos/día de acuerdo a la especie empleada e introduce aireación
4. Duplica el volumen de agua en los días 1 y 2 y ajusta el alimento a la concentración antes especificada
5. Cosecha la mitad del volumen del cultivo en los días 3 y 4 y se rellena hasta 1L con agua de mar y alimento
6. Cosecha el cultivo en su totalidad en el día 5 y lo cuantifica
7. Elabora un reporte de laboratorio en formato científico debidamente referenciado en formato APA en donde incluye un resumen en español e inglés (abstract) y realiza una redacción guiada en inglés de la metodología brevemente, con el uso de una plantilla con conectores secuenciales (first then next, finally)
8. Entrega a su docente para su retroalimentación

### **Recursos de apoyo**

- Manual de laboratorio
- Bata de laboratorio
- Cámara y/o celular
- Frascos Erlenmeyer de 150 ml
- Frascos de 1 Litro
- Pipetas graduadas de 10 ml
- Papel secante
- Tamiz de 70 micras.
- Contador manual
- Cámara de conteo Neubauer de 0.1 mm de profundidad
- Cámara de conteo Sedgwick-Rafter
- Microscopio compuesto
- Potenciómetro
- Refractómetro

- Termómetro
- Agua de mar filtrada a 1 micra
- Solución de lugol
- Computadora
- Internet
- Software de citación y editor de texto

## **Unidad X. Técnica de decapsulación y cultivo de *Artemia* sp**

### **Práctica 12: Método de decapsulación de quistes, cultivo y cuantificación de *Artemia* sp**

#### ***Duración***

03 horas

#### ***Procedimiento***

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica
2. De Cápsula quistes de *Artemia* con solución de capsuladora
3. Hidrata los quistes en agua dulce por 1-2 horas, después los coloca en un tamiz de 120 micrones y se lavan con agua dulce por un 1 minuto
4. Coloca un frasco limpio, adiciona una solución descapsuladora y agita
5. Lava con agua dulce y con ácido clorhídrico 0.1 N
6. Incuba en agua de mar durante toda la noche y cosecha al siguiente día
7. Elabora un reporte de laboratorio en formato científico debidamente referenciado en formato APA en donde incluye un resumen en español e inglés (abstract) y realiza una redacción guiada en inglés de la metodología brevemente, con el uso de una plantilla con conectores secuenciales (first then next, finally)
8. Entrega a su docente para su retroalimentación

#### ***Recursos de apoyo***

- Manual de laboratorio
- Bata de laboratorio
- Botas de laboratorio
- Quistes de *Artemia*
- Cámara y/o celular
- Tamiz de 120 micras
- Balanza, frascos de 250 ml
- Frascos de 1 litro
- Planchas de agitación
- Agitadores magnéticos
- Pipetas de 10 ml
- Picetas
- Agua destilada

- Agua de mar filtrada a 1 micra
- Cloro al 5-6 %
- Hidróxido de sodio
- Ácido clorhídrico 0.1 N
- Recipientes para el cultivo de Artemia
- Computadora
- Internet y Software de citación y editor de texto

### **Práctica 13: Historia de vida e identificación de estadios de desarrollo de *Artemia* sp**

#### **Duración**

03 horas

#### **Procedimiento**

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica
2. Realiza un cultivo estático de estadios *Artemia* sp. para observar los de desarrollo, para diferentes estadios de la historia de vida de Artemia
3. Identifica y documenta diariamente los estadios de vida de estos organismos
4. Toma fotografías estructurales, tiempo entre estadios hasta la primera madurez, diferenciación sexual, fertilidad y su aplicación
5. Elabora un reporte de laboratorio en formato científico debidamente referenciado en formato APA en donde incluye un resumen en español e inglés (abstract) y realiza una redacción guiada en inglés de la metodología brevemente, con el uso de una plantilla con conectores secuenciales (first then next, finally)
6. Entrega a su docente para su retroalimentación

#### **Recursos de apoyo**

- Manual de laboratorio
- Bata de laboratorio
- Microscopio compuesto
- Cámara y/o celular
- Balanza
- Tamiz
- Solución de formaldehído al 4%
- Solución de lugol
- Alcohol etílico 96°
- Agua destilada
- Agua de mar filtrada a 1 micra
- Computadora

- Internet
- Software de citación y editor de texto

## **X. MÉTODO DE TRABAJO**

### **Encuadre**

El primer día de clase, cada persona docente debe establecer de forma clara y formal:

- La metodología de trabajo.
- Criterios de evaluación y rúbricas.
- Reglas sobre la calidad y entrega de trabajos académicos.
- Derechos y obligaciones del docente y los estudiantes.

Esto debe quedar registrado y comunicado por medios institucionales (como Blackboard o correo institucional).

### **Estrategias de enseñanza**

- Aprendizaje basado en casos
- Aprendizaje basado en preguntas
- Aprendizaje basado en problemas
- Aprendizaje colaborativo
- Discusión guiada

### **Estrategias de aprendizaje**

- Elaboración de organizadores gráficos (infografías, mapas mentales, mapas conceptuales)
- Investigación documental
- Resolución de problemas
- Trabajo colaborativo

## **XI. CRITERIOS DE EVALUACIÓN**

### **Criterios de acreditación**

Para tener derecho a examen ordinario y extraordinario, cada estudiante debe cumplir con los porcentajes de asistencia que establece el Estatuto Escolar vigente. La calificación es en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 60.

Sin embargo, aunque obtengas un 60 o más en el curso debes de cumplir con los siguientes requisitos para exentar el examen ordinario:

- Obtener 80 o más de calificación en teoría, laboratorio, taller y tareas.

- Tener 80 % o más de asistencia a clases (teoría, laboratorio, taller y tareas).
- Asistir puntualmente a las sesiones de teoría y práctica (se tendrá una tolerancia de 10 minutos, no en cada sesión sólo en caso de emergencia).
- Participar activamente en cada sesión para tener derecho a entregar actividades, es decir, si no asisten no tendrá derecho a entregar posteriormente la actividad.
- Se deberá entregar al menos el 80% de reportes de taller y aprobar mínimamente 7 de 13 talleres.
- Se deberá entregar al menos el 80% de reportes de laboratorio y aprobar mínimamente 7 de 13 talleres.
- Para tener derecho a exentar el ordinario tendrás que aprobar al menos con 60 dos de tres exámenes teóricos.

### Criterios de evaluación

|                                                                      |      |
|----------------------------------------------------------------------|------|
| - Evaluaciones parciales                                             | 30%  |
| - Prácticas de laboratorio (reportes, bitácora y diagramas de flujo) | 40%  |
| - Portafolio de evidencias de taller                                 | 25%  |
| - Tareas                                                             | 5 %  |
| Total                                                                | 100% |

## XII. REFERENCIAS

### Recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

- Calatrava, V., Gonzalez-Ballester, D., & Dubini, A. (2024). Microalgae for bioremediation: Advances, challenges, and public perception on genetic engineering. *BMC Plant Biology*, 24, Article 1261. <https://doi.org/10.1186/s12870-024-05995-5>
- Eilertsen, H. C., Eriksen, G. K., Bergum, J. S., Strømholte, J., Elvevoll, E., Eilertsen, K. E., & Wintervoll, G. H. (2022). Mass cultivation of microalgae: I. Experiences with vertical column airlift photobioreactors, diatoms and CO<sub>2</sub> sequestration. *Applied Sciences*, 12(6), Article 3082. <https://doi.org/10.3390/app12063082>
- Gholami, R., Hassani, A. H., Savari, A., Hosseini, S. A., & Karimi, M. (2024). Evaluation of *Chaetoceros* sp. microalgae biofilters efficiency in urban wastewater treatment. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 21, 9623–9636. <https://doi.org/10.1007/s13762-024-05634-4>
- Juárez-Gómez, M. L., Hayano-Kanashiro, C., & Fimbres-Olivarria, D. (2024). Effect of wavelengths on the growth and chemical-proximal composition of diatoms *Amphora aff. amoena* and *Chaetoceros muelleri*. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 52(5), 837–844.

- Lane, T. W. (2022). Barriers to microalgal mass cultivation. *Current Opinion in Biotechnology*, 73, 323–328. <https://doi.org/10.1016/j.copbio.2021.09.013>
- Qin, S., Wang, K., Gao, F., Liu, Y., & Zhang, X. (2023). Biotechnologies for bulk production of microalgal biomass: From mass cultivation to dried biomass acquisition. *Biotechnology for Biofuels and Bioproducts*, 16, Article 131. <https://doi.org/10.1186/s13068-023-02382-4>

### Recursos de acceso libre o complementarios externos

- Gorriti, B., López, A. V., Radonic, M., & Berrueta, M. M. (2025). *Metodología de cultivo de microalgas en el INIDEP*. Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero. <https://marabierto.inidep.edu.ar/handle/inidep/3990>
- Ramlee, A., Rasdi, W. N. N. W., & Abd, M. E. (2021). Microalgae and the factors involved in successful propagation for mass production. *Journal of Sustainability Science and Management*, 16(4), 21–42. <https://doi.org/10.46754/JSSM.2021.04.003>
- Tenorio, C., Hernández, H. E., Aguirre Obregón, M. A., & Aguilar Samanamud, C. (2023). *Actualización del manual para obtención de cepas de microalgas*. Instituto del Mar del Perú (IMARPE). <https://repositorio.imarpe.gob.pe/bitstream/20.500.12958/7531/1/Informe%2050-1%20articulo%206.pdf>

### XIII. PERFIL DOCENTE

Formación en licenciatura en Acuicultura o área afín, preferentemente posgrado en ciencias del mar, o experiencia probada en el área acuícola y producción de alimento vivo. Además, deberá contar con experiencia docente, se recomienda contar con dominio funcional de inglés técnico básico, idealmente B1 o superior y ser una persona responsable, proactiva y tolerante.



**Universidad Autónoma de Baja California**  
**Coordinación General de Formación Profesional**

**PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE**

**I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN**

|                                            |                                                                                                                                                                |
|--------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Unidad académica:</b>                   | Facultad de Ciencias Marinas, Ensenada.                                                                                                                        |
| <b>Programa educativo:</b>                 | Licenciatura en Biotecnología en Acuicultura                                                                                                                   |
| <b>Plan de Estudios:</b>                   | 2026-2                                                                                                                                                         |
| <b>Nombre de la unidad de aprendizaje:</b> | Inteligencia Artificial en la Acuicultura                                                                                                                      |
| <b>Clave:</b>                              |                                                                                                                                                                |
| <b>Distribución horaria:</b>               | Horas Clase: 01<br>Horas Taller: 04<br>Horas Laboratorio: 00<br>Horas Práctica de Campo: 00<br>Horas Clínicas: 00<br>Horas Extra-clase: 01<br><br>Créditos: 06 |
| <b>Etapas de formación:</b>                | Disciplinaria                                                                                                                                                  |
| <b>Carácter:</b>                           | Obligatoria                                                                                                                                                    |
| <b>Requisito:</b>                          | Ninguno.                                                                                                                                                       |
| <b>Modalidad de impartición:</b>           | Presencial                                                                                                                                                     |
| <b>Equipo de diseño:</b>                   | Ivone Giffard Mena<br>Luis M Enríquez Paredes<br>Beatriz Martín Atienza<br>Josué Rodolfo Villegas Mendoza<br>Luis Javier Villegas Vicencio                     |
| <b>Subdirección que aprueba el PUA:</b>    | Patricia Alvarado Graef                                                                                                                                        |
| <b>Fecha:</b>                              | 25 de febrero 2026                                                                                                                                             |
| <b>Aprobación y registro:</b>              |                                                                                                                                                                |

## **II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE**

La unidad de aprendizaje de Inteligencia Artificial (IA) en Acuicultura tiene como propósitos desarrollar en el estudiantado la capacidad de analizar datos y obtener modelos sencillos basados en tendencias, con el uso de la IA como una herramienta innovadora y aplicable a la Acuicultura, así como brindar una aproximación conceptual y práctica a la IA, de modo que aquellos estudiantes sin formación avanzada en estadística conozca, valore y utilice herramientas accesibles de IA y aprendizaje automático aplicadas a la biotecnología y las ciencias acuícolas. La unidad de aprendizaje se ubica en la etapa disciplinaria, es de carácter obligatorio y pertenece al área de conocimiento de Biotecnología, es deseable que, para cursar esta unidad, el estudiantado cuente con conocimientos previos de Cálculo y Estadística.

## **III. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE**

Proponer soluciones a problemáticas del sector de la biotecnología acuícola, mediante la aplicación de los fundamentos, técnicas y herramientas de la IA, la exploración de datos, su análisis crítico y la evaluación del impacto social y ético de estas tecnologías, para generar propuestas innovadoras y sostenibles, actuando siempre con pensamiento crítico, responsabilidad, ética y honestidad.

## **IV. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE**

### **Portafolio integrador**

Integra evidencias de navegación guiada en interfaz en inglés, reportes de prácticas de taller y un proyecto final en equipo, en el que se analice una problemática del sector y se proponga una solución con apoyo de herramientas de inteligencia artificial.

## **V. COMPETENCIA PROFESIONAL DEL PERFIL DE EGRESO A LA QUE CONTRIBUYE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE**

Implementar y adaptar tecnologías de cultivo y manejo acuícola, mediante el análisis técnico de sistemas existentes y la aplicación de soluciones innovadoras acordes a distintas especies y entornos, para mejorar la producción de especies de importancia comercial de forma eficiente y sostenible, respondiendo a las condiciones socioambientales y económicas del país, con ética profesional y responsabilidad.

## **VI. EJE TRANSVERSAL AL QUE CONTRIBUYE**

Vanguardia, Innovación Social y Excelencia.



## VII. DESARROLLO POR UNIDADES

### Unidad I. Fundamentos de la Inteligencia Artificial

#### **Competencia**

Adquirir los conceptos clave, la evolución histórica y las diferencias entre IA, *Machine Learning* (ML), *Deep Learning* (DL) y sus aplicaciones en robótica, a través del análisis de casos introductorios, para dimensionar el potencial y las bases teóricas de la IA en la automatización de tareas en BA, actuando con responsabilidad, curiosidad y apertura al conocimiento.

#### **Contenido**

- 1.1. Generalidades de la IA
  - 1.1.1. Definición
  - 1.1.2. Objetivo principal
- 1.2. Evolución histórica de la IA.
  - 1.2.1. Origen de la IA
  - 1.2.2. Principales logros
- 1.3. Campos de la IA
  - 1.3.1 ML
  - 1.3.2 IA
  - 1.3.3 Aprendizaje profundo o Deep Learning (DL)
  - 1.3.4 IA generativa

#### **Duración**

2 horas

### Unidad II. Aprendizaje en IA

#### **Competencia**

Diferenciar los tipos de aprendizaje de la IA (supervisado, no supervisado, por refuerzo y generativo), mediante el análisis de sus aplicaciones en ejemplos cotidianos y en la acuicultura, para seleccionar el enfoque más adecuado en la resolución de problemas específicos del sector de la BA, actuando con pensamiento crítico, responsabilidad y rigor metodológico.

#### **Contenido**

- 2.1. Tipos de aprendizaje.
  - 2.1.1 Aprendizaje supervisado.
  - 2.1.2. Aprendizaje no supervisado.
  - 2.1.3. Aprendizaje por refuerzo.
  - 2.1.4. Aprendizaje generativo.
- 2.2. Ejemplos de aplicación al sector acuícola
  - 2.2.1. Clasificación de especies
  - 2.2.2. Monitoreo de los sistemas acuícolas.
  - 2.2.3. Predicción ambiental.
  - 2.2.4. Sanidad acuícola.

#### 2.2.5. Administración y marketing.

##### **Duración**

2 horas

### **Unidad III. Herramientas prácticas y accesibles**

##### **Competencia**

Utilizar herramientas de software accesibles, como hojas de cálculo, plataformas en línea y funciones básicas de Python, a través del procesamiento de datos del sector acuícola en plataformas digitales, para realizar análisis exploratorios y visualizaciones que permitan interpretar información inicial sobre problemáticas de la Acuicultura, con responsabilidad, honestidad y meticulosidad.

##### **Contenido**

- 3.1. Análisis de datos mediante hojas de cálculo.
  - 3.1.1. Interfaz y manejo básico de una hoja de cálculo.
  - 3.1.2. Limpieza y formato de los datos
  - 3.1.3. Aplicación de fórmulas y funciones para el análisis descriptivo de los datos.
  - 3.1.4. Gráficos y tablas
- 3.2. Plataformas en la nube para IA
  - 3.2.1. Introducción a las herramientas de Power BI y Google Looker Studio.
  - 3.2.2. Conceptos básicos de entornos de programación colaborativos: Google Colab.
- 3.3. Introducción al análisis de datos con Python.
  - 3.3.1. Configuración del entorno de trabajo y principios básicos de programación.
  - 3.3.2. Uso de librerías básicas para el manejo de datos.
  - 3.3.3. Importación, manipulación y descripción de conjuntos de datos.
- 3.4. Análisis exploratorio y visualización de datos de acuicultura.

##### **Duración**

4 horas

### **Unidad IV. Ética, seguridad y responsabilidad**

##### **Competencia:**

Evaluar los principales dilemas éticos, sociales y ambientales derivados del uso de la Inteligencia Artificial, mediante el análisis de problemáticas relacionadas con la privacidad, ética y seguridad para fundamentar el rol del usuario en la toma de decisiones responsables al implementar estas tecnologías en la acuicultura, actuando con pensamiento crítico, ética y responsabilidad social.

**Contenido:**

- 4.1. Políticas y reglamentos sobre IA
  - 4.1.1. Datos personales
  - 4.1.2. Divulgación
  - 4.1.3. Citas
  - 4.1.4. Seguridad
  - 4.1.5. Reglas
- 4.2 Retos de la IA
  - 4.2.1. Sesgos
  - 4.2.2. Privacidad
  - 4.2.3. Retos sociales y ambientales
  - 4.2.4. Toma de decisiones responsables.

**Duración:**

2 horas

**Unidad V. Creatividad y proyectos con IA generativa****Competencia:**

Formular propuestas de solución a problemas reales del sector acuícola, a través de la experimentación con herramientas de IA generativa y el diseño estructurado de un proyecto, para comunicar soluciones innovadoras que optimicen recursos o mejoren el monitoreo ambiental, actuando con creatividad, iniciativa y pensamiento crítico.

**Contenido**

- 5.1. Formulación de proyectos de IA en Acuicultura
  - 5.1.1. Identificación y análisis de problemas clave.
    - 5.1.1.1. Optimización de recursos.
    - 5.1.1.2. Monitoreo ambiental.
  - 5.1.2. Metodología para obtener soluciones innovadoras aplicando IA generativa.
  - 5.1.3. Diseño y estructura de una propuesta de proyecto.
- 5.2. Aplicaciones prácticas de la IA generativa
  - 5.2.1. Exploración de modelos de lenguaje de modelo grandes o LLM (chatbots)
  - 5.2.2. Modelos para el reconocimiento y análisis de imágenes.

**Duración**

6 horas

**VIII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER****Unidad I. Fundamentos de la Inteligencia Artificial****Práctica 1: Introducción a la IA; casos actuales****Duración**

4 horas

### **Procedimiento**

1. Atiende las instrucciones de su docente para el desarrollo de la práctica.
2. Integra equipos de trabajo pequeño (max-min)
3. Recibe tarjeta con algún concepto clave como "Redes neuronales", "Machine Learning", "Robótica", "IA en acuicultura" y lo investiga.
4. Realiza navegación guiada por una interfaz en inglés de una herramienta de IA o análisis de datos
5. Identifica y registra en una tabla 10 comandos o términos de interfaz en inglés con su función
6. Investiga y enlista ejemplos cotidianos de aplicaciones de la IA (asistentes de voz, recomendaciones en redes sociales o plataformas de compras y multimedia).
7. Investiga un ejemplo de IA específicamente para el sector acuícola (sensores automáticos para monitoreo de calidad de agua, sistemas de alimentación inteligente en granjas acuícolas o uso de cámaras para identificar especies o detectar enfermedades)
8. Prepara una explicación concisa para presentar ante el grupo.
9. Discute conceptos, así como las ventajas y los retos identificados en el uso de IA en la acuicultura
10. Plantea preguntas y responde dudas con apoyo de su docente.
  - ¿Qué ventajas y retos ven en el uso de IA en Acuicultura?
  - ¿Qué aplicaciones les parecen más útiles o interesantes?

### **Recursos de apoyo**

- Computadora
- Presentación en PowerPoint o PDF con línea del tiempo, imágenes y definiciones
- Tarjetas impresas con definiciones sobre IA
- Artículos cortos impresos o digitales sobre casos reales de aplicaciones de IA
- Videos breves de IA en acuicultura (YouTube, recursos institucionales)
- Acceso a internet para búsqueda rápida
- Pizarra o proyector

## **Práctica 2: Historia y fundamentos de la IA**

### **Duración**

4 horas

### **Procedimiento**

1. Atiende las instrucciones de su docente para el desarrollo de la práctica
2. Conoce los orígenes, evolución y leyes fundamentales de la IA
3. Organiza equipos pequeños y recibe una tarjeta con un evento histórico de relevancia para el desarrollo de la IA.
4. Investiga y expone sobre el evento histórico asignado

5. Discute en grupo: ¿Cómo ha cambiado la IA la forma de trabajar en las ciencias del mar, pero particularmente en acuicultura? (conteos o biometrías, predicción, monitoreo y control de variables).
6. Elabora un mapa mental o línea del tiempo colectiva en la pizarra
7. Entrega su propia línea de tiempo
8. Recibe retroalimentación de su docente

### **Recursos de apoyo**

- Computadora
- Presentación en PowerPoint o PDF con línea del tiempo e imágenes
- Tarjetas impresas con hitos históricos de la IA
- Artículos breves o fichas informativas sobre descubrimientos en el campo de la IA
- Acceso a internet para búsqueda rápida
- Pizarra o proyector

## **Unidad II. Aprendizaje en IA**

### **Práctica 3: Aprendizaje supervisado, no supervisado**

#### **Duración**

4 horas

#### **Procedimiento**

1. Atiende las instrucciones de su docente para el desarrollo de la práctica.
2. Organiza e integra dos equipos de trabajo.
3. Distribuye material a cada equipo de trabajo:
  - a. Organiza al equipo uno y le comparte imágenes de peces con el nombre de la especie, tamaño y peso.
  - b. Comparta al equipo dos las mismas imágenes de peces, pero sin datos y debe agruparlas por su condición sano-enfermo.
4. Agrupa los datos por alguna característica en una tabla en Excel-Sheets.
5. Elabora gráficas para visualizar los datos (dispersión o frecuencia).
6. Filtra y realiza conteos por especie, talla o condición.
7. Discute y reflexiona
  - ¿Qué diferencias notaron entre los dos métodos?
  - ¿En qué situaciones usarían cada uno en acuicultura?

### **Recursos de apoyo**

- Computadora
- Fotografías e imágenes de organismos con nombre de especie y datos biométricos
- Fotografías e imágenes de organismos sanos y enfermos (moluscos, crustáceos o peces)
- Pizarra y computadora con conexión Wifi y proyector para mostrar ejemplos sobre gráficos básicos
- Hojas de cálculo (Excel, Google Sheets)

## Práctica 4: Variables, atributos, bases de datos

### **Duración**

4 horas

### **Procedimiento**

1. Atiende las instrucciones de su docente para el desarrollo de la práctica.
2. Comprende qué es una variable (por ejemplo: temperatura, peso, especie) y qué es un atributo (característica específica de una variable, como "peso en gramos" o "especie: tilapia").
3. Crea un conjunto de datos con atributos (valores concretos de cada variable, como "27.5 C", "350 g", "sano")
4. Añade nuevas variables (columnas) y registros (filas).
5. Propone variables para monitorear en una granja acuícola.
6. Justifica su elección.
7. Comparte sus propuestas con el grupo
8. Recibe retroalimentación docente.
9. El grupo elabora un esquema visual (en la pizarra o digital) mostrando cómo se relacionan las variables y atributos en una base de datos.
10. Elabora un resumen sobre la importancia de una buena organización de datos para el análisis y toma de decisiones y entrega al docente.

### **Recursos de apoyo**

- Computadora
- Fichas informativas sobre variables y atributos
- Hojas de cálculo (Excel, Google Sheets)
- Tabla de datos sencilla (proporcionada por el docente)
- Presentación con ejemplos visuales
- Pizarra y computadora con conexión Wifi y proyector para mostrar ejemplos sobre gráficos básicos

## Unidad III. Herramientas básicas y accesibles

### Práctica 5: Introducción a Python para IA

#### **Duración**

4 horas

#### **Procedimiento**

1. Atiende las instrucciones de su docente para el desarrollo de la práctica.
2. Accede a ambiente de Python
3. Ejecuta comandos básicos
4. Genera scripts
5. Importa archivos de datos

6. Genera tablas
7. Genera gráficos
8. Analiza datasets
9. Crea datos simulados
10. Interpreta resultados con ayuda del profesor
11. Envía archivo digital con secuencias ejecutadas al profesor
12. Recursos de apoyo
13. Acceso a internet
14. Computadora

### **Unidad III. Herramientas básicas y accesibles**

#### **Práctica 5: Introducción a Python para IA**

##### ***Duración***

4 horas

##### ***Procedimiento***

1. Atiende las instrucciones de su docente para el desarrollo de la práctica.
2. Accede a ambiente de Python
3. Ejecuta comandos básicos
4. Genera scripts
5. Importa archivos de datos
6. Genera tablas
7. Genera gráficos
8. Analiza datasets
9. Crea datos simulados
10. Interpreta resultados con ayuda del profesor
11. Envía archivo digital con secuencias ejecutadas al profesor

##### ***Recursos de apoyo***

- Acceso a internet
- Computadora

#### **Práctica 6: Preprocesamiento y limpieza de datos**

##### ***Duración***

4 horas

##### ***Procedimiento***

1. Atiende las instrucciones de su docente para el desarrollo de la práctica.
2. Recibe base de datos con datos faltantes, sin normalizar y con variables en escala diversa
3. Realiza ejercicios de limpieza, de normalización y cambio de formato
4. Elabora gráficos y compara con datos sin preprocesar

5. Recibe retroalimentación del profesor
6. Entrega archivo digital con evidencias gráficas

### **Recursos de apoyo**

- Acceso a Internet
- Computadora
- Calculadora

## **Práctica 7: Algoritmos de clasificación básicos con KNN**

### **Duración**

4 horas

### **Procedimiento**

1. Recibe las instrucciones y el contexto teórico de su docente sobre aprendizaje supervisado y clasificación
2. Selecciona una base de datos
3. Pre-procesa los datos:
  - a. Explora la base
  - b. Realiza limpieza básica
  - c. Transforma variables
4. Explora y utiliza librerías de Python para el análisis
5. Divide el dataset en conjuntos de entrenamiento y prueba
6. Implementa un modelo básico de clasificación supervisada
7. Realiza una predicción sobre los datos de prueba
8. Evalúa la efectividad del modelo mediante métricas
9. Compara resultados e interpreta.
10. Recibe retroalimentación por parte de su docente.
11. Redacta una ficha técnica.

### **Recursos de apoyo**

- Google Colab
- Tutorial impreso o digital con el código paso a paso
- Archivo .csv obtenido de bases de datos públicas
- Presentación breve sobre KNN
- Acceso a internet
- Pizarra o proyector para mostrar ejemplos

## **Práctica 8: Agrupamiento con el algoritmo K-Means**

### **Duración**

4 horas

### **Procedimiento**

- Atiende las instrucciones de su docente
- Importa un conjunto de datos sencillo



- Aplica el algoritmo K-Means
- Visualiza los clústeres
- Estima el valor óptimo de K
- Interpreta los resultados y discute
- Elabora una ficha técnica.
- Recibe retroalimentación de su docente sobre la interpretación y el proceso aplicado
- Recursos de apoyo
- Google Colab
- Tutorial impreso o digital con el código paso a paso
- Archivo .csv de ejemplo (proporcionado por el docente)
- Presentación breve sobre K-Means y agrupamiento
- Pizarra o proyector para mostrar ejemplos

## **Práctica 9: Visualización avanzada de datos acuícolas con Power BI y Gemini**

### ***Duración***

04 horas

### ***Procedimiento***

1. Atiende las instrucciones y conceptos teóricos impartidos por el docente
2. Obtiene, limpia y transforma un conjunto de datos acuícolas relevante
3. Importa y analiza los datos en Power BI y Gemini
4. Explora funciones avanzadas en Power BI y Gemini
5. Genera al menos dos reportes o tableros para la toma de decisiones
6. Documenta el proceso
7. Justifica cómo los tableros facilitan el análisis y las decisiones estratégicas
8. Presenta y analiza en grupo la utilidad de los tableros generados
9. Recibe retroalimentación de su docente sobre diseño, interpretación y relevancia de los indicadores.

### ***Recursos de apoyo***

- Computadora con Power BI Desktop instalado (Windows)
- Archivo .csv o .xlsx de datos acuícolas (proporcionado por el docente)
- Pizarra y computadora con conexión Wifi
- Proyector para mostrar ejemplos sobre gráficos básicos
- Presentación breve con ejemplos de dashboards

## **Unidad IV. Ética, seguridad y responsabilidad**

### **Práctica 10: Ética y sesgos en IA**

### ***Duración***

4 horas

### ***Procedimiento***

1. Atiende la presentación inicial de su docente sobre ética en IA
2. Obtiene ejemplos reales (videos, artículos, noticias) aplicados a la acuicultura y/o biotecnología
3. Realiza en equipos lo siguiente:
4. Discute dilemas éticos y casos prácticos asignados
5. Identifica el tipo de sesgo, sus causas, su posible prevención y consecuencias
6. Debate posibles soluciones y elabora una síntesis
7. Presenta sus conclusiones por equipos y propone buenas prácticas
8. Retroalimentación de su docente sobre supervisión humana, diversidad en desarrollo, transparencia algorítmica.
9. Elabora de manera individual una lista consensuada de principios éticos y buenas prácticas para IA (equidad, privacidad, transparencia, sostenibilidad, responsabilidad)
10. Entrega ensayo sobre pertinencia de las soluciones propuestas.

### **Recursos de apoyo**

- Presentación teórica (PDF, diapositivas)
- Videos/noticias de sesgo algorítmico
- Artículos o fichas informativas
- Acceso a internet
- Ejemplos de buenas prácticas éticas en IA
- Pizarra, proyector, herramienta de colaboración digital

## **Unidad V. Creatividad y proyectos con IA generativa**

### **Práctica 11: Registro y análisis de datos ambientales en acuicultura**

#### **Duración**

4 horas

#### **Procedimiento**

1. Atiende la explicación sobre la importancia de registrar y analizar datos ambientales.
2. Recibe ejemplos de cómo identificar tendencias ayuda a tomar decisiones.
3. Obtiene una tabla de datos de variables ambientales.
4. Revisa la estructura del archivo.
5. Selecciona una variable y realiza un gráfico de líneas con tendencias.
6. Selecciona los datos de fecha y la variable correspondiente.
7. Inserta el gráfico de líneas.
8. Repite el proceso para otras variables.
9. Superpone variables en un solo gráfico para comparar tendencias.
10. Analiza los gráficos para identificar aumentos, disminuciones, ciclos o anomalías.
11. Discute posibles causas en equipos y anotan observaciones.

12. Expone cada equipo hallazgos y preguntas.
13. Atiende indicaciones docentes sobre el análisis de las causas (clima, manejo, alimentación, etc.) y consecuencias.
14. Reflexiona sobre la relevancia de mantener registros y analizar tendencias para la toma de decisiones en acuicultura.
15. Entrega reporte o documento de la actividad realizada y recibe retroalimentación docente.

### **Recursos de apoyo**

- Archivo Excel con datos históricos de temperatura, pH y oxígeno (proporcionado por el docente o descargado de fuentes abiertas como FAO)
- Computadora con Excel o Google Sheets
- Tutorial breve sobre creación de gráficos en Excel (video o impreso)
- Ejemplos visuales de gráficos de tendencias
- Pizarra o proyector para mostrar ejemplos

### **Práctica 12: IA en salud de organismos**

#### **Duración:**

4 horas

#### **Procedimiento:**

1. Atiende la explicación sobre los signos básicos de salud/enfermedad en peces y acuarios.
2. Obtiene fichas informativas de referencia.
3. Examina imágenes digitales y discute en equipos.
4. Agrupa los ejemplos en categorías “sano”, “enfermo” y “recuperación”.
5. Identifica los criterios utilizados y justifica con base en las fichas.
6. Obtiene imágenes digitales clasificadas en base de datos como “Kaggle” o equivalente.
7. Accede a la herramienta de clasificación de imágenes como “Teachable machine” o equivalente.
8. Carga las imágenes proporcionadas en “Class 1” y “Class 2”.
9. Genera y entrena modelo en “Train model”.
10. Ajusta parámetros de “Epoch”, “Batch size” y “Learning rate”
11. Interpreta la matriz de confusión.
12. Prueba el modelo con nuevas imágenes y analiza los resultados.
13. Discute sobre los aciertos, errores y posibles mejoras.
14. Compara clasificación manual vs. automática.
15. Reflexiona en equipo: ¿En qué casos la IA resulta más útil? ¿Dónde falló? ¿Qué criterios humanos no detectó el modelo automático? ¿Qué implicaciones tiene su uso incorrecto en la acuicultura?
16. Expone cada equipo sus conclusiones.
17. Recibe retroalimentación sobre oportunidades, limitaciones y desafíos éticos de la IA en salud animal acuícola.
18. Elabora una lista grupal de recomendaciones y buenas prácticas de uso.

### **Recursos de apoyo**

- Imágenes digitales de peces y acuarios en diferentes estados (sano/enfermo/recuperación)
- Computadoras con acceso a internet
- Tutorial breve sobre uso de Teachable Machine o cuaderno de Google Colab con modelo pre-entrenado
- Pizarra, proyector o pantalla
- Fichas informativas sobre signos de salud/enfermedad

### **Práctica 13: IA generativa introductoria**

#### **Duración**

4 horas

#### **Procedimiento**

1. Atiende las instrucciones de su docente.
2. Organiza equipos de trabajo para usar herramientas de IAG.
3. Debate acerca de los sesgos, limitaciones, autoría, ventajas y desventajas.
4. Presenta los resultados de su trabajo.
5. Elabora una lista de buenas prácticas y recomendaciones éticas.

### **Recursos de apoyo**

- Acceso a IA generativa open source (ChatGPT web, Leonardo AI, Microsoft Designer, Nanobanana, etc.)
- Tutoriales breves (video, PDF, infografía)
- Proyector/pizarra
- Fichas informativas de referencia, computadoras o dispositivos con acceso a internet

### **Práctica 14: Robótica e IA**

#### **Duración**

4 horas

#### **Procedimiento**

1. Atiende las indicaciones del docente.
2. Reflexiona respecto al uso de robots en la acuicultura.
3. Elabora un prototipo de un robot con apoyo de la IA.
4. Debaten respecto a los sensores y el equipamiento necesario en el robot diseñado.
5. Exponen los equipos sus prototipos ante el grupo.
6. Elaboran una lista grupal de recomendaciones de futuros diseños.

### **Recursos de apoyo**

- Papel
- Plumones o acceso a herramientas digitales de diseño
- Acceso a IA generativa para texto e imagen

- Videos cortos de robótica acuícola (YouTube, Vimeo, portales científicos)
- Pizarra, proyector

## **Práctica 15: Proyecto integrador**

### ***Duración***

04 horas

### ***Procedimiento***

1. Atiende las indicaciones presentadas por su docente.
2. Define temáticas, objetivos, cronogramas y metodologías que le permitan elaborar su proyecto integrador.
3. Realiza un conjunto de actividades necesarias para concluir su proyecto integrador.
4. Recibe retroalimentación del docente respecto a los avances.

### ***Recursos de apoyo***

- Plantillas estructuradas (Notion, PDF, Word)
- Acceso a software de IA y análisis de datos (Google Colab, Power BI, etc.)
- Bibliografía y artículos recientes
- Asesoría docente y ejemplos de proyectos previos

## **Práctica 16: Presentación y cierre**

### ***Duración***

4 horas

### ***Procedimiento***

- Prepara la presentación de su proyecto integrador en el formato libre previamente elegido.
- Presenta su proyecto integrador ante el grupo.
- Responde las preguntas realizadas por el auditorio y su docente.
- Se autoevalúa

### ***Recursos de apoyo***

- Plantillas de Google Workspace (Sheets, Slides, Sites)
- Plantillas de Canva IA (infografías, carteles)
- Tutoriales breves (videos, guías PDF)
- Formato de autoevaluación (Google Forms, Word)
- Proyector o pantalla

## **XI. MÉTODO DE TRABAJO**

### **Encuadre**

El primer día de clase, cada persona docente debe establecer de forma clara y formal:

- La metodología de trabajo.
- Criterios de evaluación y rúbricas.
- Reglas sobre la calidad y entrega de trabajos académicos.
- Derechos y obligaciones del docente y los estudiantes.

Esto debe quedar registrado y comunicado por medios institucionales (como Blackboard o correo institucional).

### **Estrategia de enseñanza**

- Estudio de caso
- Aprendizaje basado en proyectos
- Aprendizaje basado en problemas
- Aprendizaje basado en preguntas
- Técnica expositiva
- Debates
- Discusión guiada
- Instrucción guiada

### **Estrategia de aprendizaje**

- Investigación documental
- Exposición de resoluciones de casos prácticos
- Trabajo colaborativo
- Técnica expositiva
- Mapas mentales
- Infografías
- Aprendizaje basado en proyectos digitales

## X. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

### Criterios de acreditación

Para tener derecho a examen ordinario y extraordinario, cada estudiante debe cumplir con los porcentajes de asistencia que establece el Estatuto Escolar vigente. La calificación es en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 60.

### Criterios de evaluación

|                                   |       |
|-----------------------------------|-------|
| - Evaluaciones parciales          | 20 %  |
| - Reportes de prácticas de taller | 40 %  |
| - Tareas                          | 10 %  |
| - Portafolio integrador           | 30 %  |
| Total                             | 100 % |

## XI. REFERENCIAS

### Recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

- Bárcenas López, J., & Ruiz-Velasco Sánchez, E. (2022). *Educatrónica: Tecnología de inteligencia artificial (robótica, programación e internet de las cosas)*. Newton Edición y Tecnología Educativa.
- Boddington, P. (2023). *AI ethics: A textbook*. Springer.
- Liu, B. L., Morales, D., Roser-Chinchilla, J. F., Sabzalieva, E., Valentini, A., Vieira do Nascimento, D., & Yerovi, C. (2023). *Harnessing the era of artificial intelligence in higher education: A primer for higher education stakeholders*. UNESCO IESALC.
- Mejía Trejo, J. (2021). *Inteligencia artificial y su repercusión en la educación superior*. Academia Mexicana de Investigación y Docencia en Innovación (AMIDI).
- Paass, G., & Hecker, D. (2024). *Artificial intelligence: What is behind the technology of the future?* Springer.
- Raschka, S. (2024). *El machine learning y la inteligencia artificial: 30 preguntas y respuestas sobre el aprendizaje automático y la IA*. Marcombo.
- Rodríguez Muiños, C., & Sánchez Lasheras, F. (2022). *Modelos de inteligencia artificial*. Marcombo.
- Ruiz, K. (2024). *Mini manual para el uso de ChatGPT en la Universidad Autónoma de Baja California*. Facultad de Humanidades y Ciencias Sociales, Universidad Autónoma de Baja California.

- Sierra, D. (2021). La gobernanza ética de los sistemas de inteligencia artificial. En *Derecho, innovación y tecnología: Fundamentos para una lex informática: Disrupción tecnológica, transformación y sociedad*. Publicaciones Universidad Externado de Colombia.
- Vásquez-Quispesivana, W., Inga, M., & Betalleluz-Pallardel, I. (2022). Inteligencia artificial en acuicultura: Fundamentos, aplicaciones y perspectivas futuras. *Scientia Agropecuaria*, 13(1), 79–96.
- Yue, K., & Shen, Y. (2022). An overview of disruptive technologies for aquaculture. *Aquaculture and Fisheries*.

### Recursos de acceso libre o complementarios externos

- Aprende Machine Learning. (2025). *Clasificar con K-nearest neighbors: Ejemplo en Python*. <https://www.aprendemachinelearning.com/clasificar-con-k-nearest-neighbor-ejemplo-en-python/>
- Aprende Machine Learning. (2025). *K-means con Python paso a paso*. <https://www.aprendemachinelearning.com/k-means-en-python-paso-a-paso/>
- Coupler.io Academy. (2024). *Visualización y análisis de datos*. <https://blog.coupler.io/es/tutorial-de-power-bi/>
- Google. (2025). *Colaboratory* [Software]. <https://colab.research.google.com>
- Google. (2025). *Looker Studio* [Software]. <https://lookerstudio.google.com>
- Google. (2025). *Teachable Machine* [Software]. <https://teachablemachine.withgoogle.com>
- Kaggle Inc. (2025). *Kaggle* [Software]. <https://www.kaggle.com/>
- Microsoft. (2025). *Power BI* [Software]. <https://powerbi.microsoft.com>
- Notion Labs, Inc. (2025). *Notion* [Software]. <https://www.notion.so>
- Python. (2025). *W3Schools: Learn to code*. <https://www.w3schools.com>
- Piscicultura Global. (2023). *Acuicultura moderna: De datos a información* [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/live/gMn7TXkEIXw>
- Smart Data. (2024). *Análisis de datos con Power BI* [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/live/1FY-tB5bn0M>
- Visual Studio Code. (2025). *Visual Studio Code Insiders* [Software]. Microsoft. <https://code.visualstudio.com>
- UCI Machine Learning Repository. (2025). *UC Irvine Machine Learning Repository*. <https://archive.ics.uci.edu/>
- Your Ultimate Power BI Tutorial for Beginners. (2025). *Your ultimate Power BI tutorial for beginners – 2025 edition* [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=cmE5DVMXfol>



## **XII. PERFIL DOCENTE**

Persona docente con formación en Ciencias Naturales y Exactas, con sólidos conocimientos en Acuicultura, técnicas de machine learning, se recomienda contar con dominio funcional de inglés técnico básico, idealmente B1 o superior ; que combine el rigor analítico con una profunda comprensión de los procesos acuícolas; que tenga habilidades docentes y pedagógicas para guiar al estudiantado en el análisis e interpretación de datos mediante el uso de la Inteligencia Artificial, desde un enfoque crítico, interdisciplinario y aplicado.



**PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE**

**I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN**

|                                            |                                                                                                                        |
|--------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Unidad académica:</b>                   | Facultad de Ciencias Marinas, Ensenada                                                                                 |
| <b>Programa educativo:</b>                 | Biotecnología en Acuicultura                                                                                           |
| <b>Plan de Estudios:</b>                   | 2026-2                                                                                                                 |
| <b>Nombre de la unidad de aprendizaje:</b> | Bioquímica Acuícola                                                                                                    |
| <b>Clave:</b>                              |                                                                                                                        |
| <b>Distribución horaria:</b>               | Horas Clase: 02<br>Horas Taller: 01<br>Horas Laboratorio: 03<br>Horas Extra-clase: 02<br><br>Créditos:08               |
| <b>Etapas de formación:</b>                | Disciplinaria                                                                                                          |
| <b>Carácter:</b>                           | Obligatoria                                                                                                            |
| <b>Requisito:</b>                          | Ninguno.                                                                                                               |
| <b>Modalidad de impartición:</b>           | Presencial                                                                                                             |
| <b>Equipo de diseño:</b>                   | Marlene Nohemí Cardoza Contreras<br>Fernando Barreto Curiel<br>Idaly Trejo Escamilla<br>Josué Rodolfo Villegas Mendoza |
| <b>Subdirección que aprueba el PUA:</b>    | Patricia Alvarado Graef                                                                                                |
| <b>Fecha:</b>                              | 25 de febrero de 2026.                                                                                                 |
| <b>Aprobación y registro:</b>              |                                                                                                                        |

## **II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE**

La finalidad de la unidad de aprendizaje es brindar al estudiantado los fundamentos teóricos y prácticos de la bioquímica con énfasis en los procesos moleculares y metabólicos relevantes para organismos acuáticos, a fin de comprender el papel de las biomoléculas, las enzimas, la bioenergética y el metabolismo en contextos de biotecnología en acuicultura. Se busca que el estudiantado conozca cómo estos procesos inciden en la nutrición, salud, productividad y desarrollo de bioproductos en sistemas acuícolas. Se imparte en la etapa disciplinaria con carácter obligatorio para el programa educativo de la Licenciatura en Biotecnología en Acuicultura y pertenece al área de conocimiento Biotecnología.

## **III. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE**

Analizar los principios bioquímicos relacionados con la estructura, función y metabolismo de biomoléculas, por medio de la identificación de su relevancia en procesos clave de la biotecnología en acuicultura, a fin de diferenciar y evaluar el papel de las biomoléculas en este contexto con disciplina, compromiso y cuidado del medio ambiente.

## **IV. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE**

Portafolio que incluya actividades de prácticas de taller y laboratorio, donde se analicen los principios bioquímicos relacionados con la estructura, función y metabolismo de biomoléculas en el contexto de biotecnología en acuicultura.

## **V. COMPETENCIA PROFESIONAL DEL PERFIL DE EGRESO A LA QUE CONTRIBUYE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE**

Implementar y adaptar tecnologías de cultivo y manejo acuícola, mediante el análisis técnico de sistemas existentes y la aplicación de soluciones innovadoras acordes a distintas especies y entornos, para mejorar la producción de especies de importancia comercial de forma eficiente y sostenible, respondiendo a las condiciones socioambientales y económicas del país, con ética profesional y responsabilidad.

## **VI. EJE TRANSVERSAL AL QUE CONTRIBUYE**

Excelencia y Compromiso con la Responsabilidad Social.

## VII. DESARROLLO POR UNIDADES

### Unidad I. Biomoléculas

#### **Competencia**

Analizar la estructura, clasificación, propiedades y funciones biológicas de las principales biomoléculas presentes en organismos acuáticos, mediante el estudio de sus características moleculares para interpretar su papel en procesos fisiológicos y su aprovechamiento en aplicaciones biotecnológicas relevantes para la acuicultura con pensamiento crítico, responsabilidad científica y respeto por la vida y la biodiversidad acuática.

#### **Contenido**

- 1.1. Proteínas.
  - 1.1.1. Aminoácidos: Estructura química
  - 1.1.2. Enlace peptídico
  - 1.1.3. Clasificación
  - 1.1.4. Niveles estructurales de las proteínas
  - 1.1.5. Propiedades de las proteínas
    - 1.1.5.1. Propiedades ácido-base de los aminoácidos
    - 1.1.5.2. Punto isoeléctrico de aminoácidos y proteínas
    - 1.1.5.3. Desnaturalización de proteínas
  - 1.1.6. Diversidad funcional de las proteínas
  - 1.1.7. Péptidos antimicrobianos en organismos marinos
- 1.2. Enzimas: Conceptos básicos y cinética
  - 1.2.1. Propiedades de las enzimas
  - 1.2.2. Clasificación de las enzimas
  - 1.2.3. Nomenclatura EC
  - 1.2.4. Enzimas relevantes en acuicultura: quitinasas, lipasas, proteasas
  - 1.2.5. Cinética enzimática
    - 1.2.5.1. Energía de activación.
    - 1.2.5.2. Parámetros que influyen en la velocidad de reacción enzimática
    - 1.2.5.3. Modelo de Michelis –Menten
    - 1.2.5.4. Cinética enzimática básica y aplicada:  $K_m$  y  $V_{max}$  en enzimas digestivas de peces
    - 1.2.5.5. Inhibición de la actividad enzimática
  - 1.2.6. Biosensores enzimáticos para la detección de contaminantes o toxinas
- 1.3. Carbohidratos
  - 1.3.1. Monosacáridos
  - 1.3.2. Clasificación y función biológica
  - 1.3.3. Representación química (Cuñas, Fisher, Haworth y Silla)
  - 1.3.4. Enlace o-glucosídico
- 1.4. Lípidos en peces: triglicéridos, fosfolípidos y ácidos grasos omega-3
  - 1.4.1. Propiedades y función biológica
  - 1.4.2. Estructura química

- 1.5. Membranas biológicas
  - 1.5.1. Propiedades y función biológica
  - 1.5.2. Componentes principales
  - 1.5.3. Permeabilidad
- 1.6. Ácidos Nucleicos
  - 1.6.1. Nucleósidos
  - 1.6.2. Nucleótidos
  - 1.6.3. Ácidos nucleicos y enlace fosfodiéster
  - 1.6.4. Función biológica

### ***Duración***

20 horas

## **Unidad II. Termodinámica de los sistemas biológicos**

### ***Competencia***

Analizar el papel del adenosín trifosfato, ATP, como molécula clave en la transferencia de energía en los seres vivos mediante el estudio de los principios de la termodinámica aplicados a sistemas biológicos acuáticos para comprender su impacto en la eficiencia metabólica y bienestar animal en sistemas acuícolas con compromiso y ética profesional.

### ***Contenido***

- 2.1. Leyes de la termodinámica aplicadas a sistemas biológicos
- 2.2. ATP y transporte de energía en organismos poiquiloterms acuáticos
- 2.3. Impacto del estrés térmico y salino sobre la eficiencia metabólica

### ***Duración***

04 horas.

## **Unidad III. Metabolismo**

### ***Competencia***

Examinar las rutas metabólicas centrales de los organismos vivos y especializadas en peces, crustáceos, microalgas y microorganismos asociados, utilizando herramientas conceptuales y datos experimentales para sustentar aplicaciones biotecnológicas en nutrición, salud y producción de compuestos bioactivos en acuicultura con actitud propositiva, responsabilidad ambiental e interés por la innovación científica y tecnológica.

### ***Contenido***

- 3.1. Metabolismo central: glucólisis, ciclo de Krebs, transporte de electrones, fosforilación oxidativa,  $\beta$ -oxidación de ácidos grasos
- 3.2. Metabolismo de proteínas y excreción de nitrógeno en peces (amniotéticos vs ureotéticos)
- 3.3. Metabolismo microbiano del nitrógeno en sistemas biofloc y de recirculación acuícola
- 3.4. Metabolismo fotosintético en microalgas y cianobacterias para bioproductos

3.5. Vías de biosíntesis de: carotenoides, ácidos grasos poliinsaturados (PUFAs)

***Duración***

08 horas

## **VII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER**

### **Unidad I. Biomoléculas**

#### **Práctica 1: Formación de enlaces peptídicos entre aminoácidos.**

***Duración***

01 hora

***Procedimiento***

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Une aminoácidos mediante enlaces peptídicos.
3. Entrega la actividad.
4. Recibe retroalimentación docente.

***Recursos de apoyo***

- Computadora o celular con internet y cámara.
- Proyector.

#### **Práctica 2: Propiedades ácido-base de los aminoácidos.**

***Duración***

01 hora

***Procedimiento***

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Simula las formas ácidas o básicas de los grupos funcionales de los aminoácidos dependiendo del pH.
3. Entrega la actividad.
4. Recibe retroalimentación docente.

***Recursos de apoyo***

- Computadora o celular con internet y cámara.
- Proyector

#### **Práctica 3: Péptidos antimicrobianos como alternativa potencial a los antibióticos.**

***Duración***

01 hora

### **Procedimiento**

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Integra equipos de trabajo
3. Analiza literatura científica sobre péptidos antimicrobianos proporcionada por el docente.
4. Elabora un mapa conceptual sobre el tema del documento analizado.
5. Entrega la actividad.
6. Recibe retroalimentación docente.

### **Recursos de apoyo**

- Literatura científica.
- Computadora o celular con internet y cámara.
- Proyector.

## **Práctica 4: Identificación de clases de enzimas en reacciones bioquímicas.**

### **Duración**

01 hora

### **Procedimiento**

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Analiza reacciones bioquímicas para identificar las clases de enzimas que las catalizan.
3. Entrega la actividad.
4. Recibe retroalimentación docente.

### **Recursos de apoyo**

- Computadora o celular con internet y cámara.
- Proyector.

## **Práctica 5: Ejercicios de cinética enzimática**

### **Duración**

02 horas

### **Procedimiento**

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Determina parámetros enzimáticos: constante de Michaelis-Menten y velocidad máxima de reacción ( $K_m$  y  $V_{max}$ ) a partir de resultados de ensayos enzimáticos que siguen la cinética de Michaelis-Menten.
3. Identifica la presencia y tipo de inhibidores de los ensayos enzimáticos, así como el impacto de estos en los parámetros enzimáticos.
4. Entrega la actividad.
5. Recibe retroalimentación docente.

### **Recursos de apoyo**

- Computadora o celular con internet y cámara.
- Software de hoja de cálculo.
- Proyector.

## **Práctica 6: Biosensores enzimáticos para la detección de contaminantes o toxinas.**

### **Duración**

01 hora

### **Procedimiento**

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. En equipo, analizan un artículo científico sobre Biosensores enzimáticos para la detección de contaminantes o toxinas.
3. En equipo, elabora un mapa conceptual sobre el tema del documento analizado.
4. Entrega la actividad.
5. Recibe retroalimentación docente.

### **Recursos de apoyo**

- Artículo científico.
- Computadora o celular con internet y cámara.
- Proyector.

## **Práctica 7: Representación de estructuras químicas de monosacáridos.**

### **Duración**

01 hora

### **Procedimiento**

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Representa las diferentes estructuras químicas de los monosacáridos.
3. Entrega la actividad.
4. Recibe retroalimentación docente.

### **Recursos de apoyo**

- Computadora o celular con internet y cámara.
- Proyector.

## **Práctica 8: Formación de enlaces O-glucosídicos.**

### **Duración**

01 hora



### **Procedimiento**

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Une monosacáridos mediante enlaces O-glucosídicos.
3. Entrega la actividad.
4. Recibe retroalimentación docente.

### **Recursos de apoyo**

- Computadora o celular con internet y cámara.
- Proyector.

## **Práctica 9: Representación de estructuras de triglicéridos.**

### **Duración**

01 hora

### **Procedimiento**

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Modela las estructuras químicas de triglicéridos simples y mixtos.
3. Entrega la actividad.
4. Recibe retroalimentación docente.

### **Recursos de apoyo**

- Computadora o celular con internet y cámara.
- Proyector.

## **Práctica 10: Representación de estructuras químicas de lípidos componentes de las membranas biológicas.**

### **Duración**

01 hora

### **Procedimiento**

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Representa las estructuras moleculares de fosfoglicéridos y esfingolípidos.
3. Identifica si los lípidos pertenecen a la monocapa interna o a la externa de la membrana.
4. Entrega la actividad.
5. Recibe retroalimentación docente.

### **Recursos de apoyo**

- Computadora o celular con internet y cámara.
- Proyector.

## **Práctica 11: Representación de estructuras químicas de nucleótidos y dinucleótidos.**

### **Duración**

02 horas

### **Procedimiento**

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Representa las estructuras moleculares de nucleótidos y dinucleótidos.
3. Identifica el enlace fosfodiéster en los dinucleótidos.
4. Entrega la actividad.
5. Recibe retroalimentación docente.

### **Recursos de apoyo**

- Computadora o celular con internet y cámara.
- Proyector.

## **Unidad II: Termodinámica de los sistemas biológicos**

### **Práctica 12: Identificación de espontaneidad en reacciones bioquímicas.**

### **Duración**

02 horas

### **Procedimiento**

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Identifica la espontaneidad de reacciones bioquímicas mediante el análisis de la reacción y de parámetros termodinámicos: cambio de entropía, cambio de entalpía, constante de equilibrio y cambio en la energía libre de Gibbs ( $\Delta S^\circ$ ,  $\Delta H^\circ$ ,  $K_{eq}$ ,  $\Delta G^\circ$ ).
3. Entrega la actividad.
4. Recibe retroalimentación docente.

### **Recursos de apoyo**

- Computadora o celular con internet y cámara.
- Proyector.

## **Unidad III: Metabolismo**

### **Práctica 13: Identificación de vías metabólicas de importancia en Biotecnología en acuicultura.**

### **Duración**

01 hora

### **Procedimiento**

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.

2. Realiza un trabajo de investigación apoyándose en fuentes científicas y herramientas de inteligencia artificial para identificar las vías metabólicas clave en organismos acuáticos mediante características y reacciones típicas de esas vías.
3. Entrega la actividad.
4. Recibe retroalimentación docente.

#### **Recursos de apoyo**

- Computadora o celular con internet y cámara.
- Proyector.

## **VIII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO**

### **Unidad I: Biomoléculas**

#### **Práctica 1: Reglas de seguridad y análisis de reporte de laboratorio de análisis bioquímicos en acuicultura.**

##### **Duración**

03 horas

##### **Procedimiento**

1. Atiende las orientaciones docentes sobre reglas de seguridad en el laboratorio, forma de trabajo y rúbrica de los reportes de laboratorio.
2. Se organiza en equipo.
3. Atiende instrucciones para la revisión de un reporte de análisis bioquímicos realizados en acuicultura empleando la rúbrica proporcionada.
4. Realiza las actividades propuestas en equipo.
5. Realiza y entrega el reporte de la práctica de laboratorio.
6. Recibe retroalimentación docente.

##### **Recursos de apoyo**

- Manual de prácticas.
- Rúbrica de reportes de laboratorio.

#### **Práctica 2: Espectrofotometría y ley de Beer-Lambert**

##### **Duración**

03 horas

##### **Procedimiento**

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.

2. Comprende el fundamento de la espectrofotometría como herramienta analítica para la determinación de la concentración de biomoléculas.
3. Realiza las actividades propuestas en equipo.
4. Aprende a usar el espectrofotómetro para realizar espectros de absorción en rangos determinados e identificar la longitud de onda máxima de absorción de una proteína estándar.
5. Aprende a preparar soluciones de concentraciones crecientes de una proteína estándar para elaborar curvas de calibración de proteínas como referencia para la determinación de proteínas en pescados y mariscos.
6. Realiza observaciones y toma nota de los resultados.
7. Elabora la gráfica de curva de calibración con los datos obtenidos y aplica un modelo de ajuste lineal a los datos.
8. Lava y ordena el material y su lugar de trabajo.
9. Realiza y entrega el reporte de la práctica de laboratorio.
10. Recibe retroalimentación docente.

### **Recursos de apoyo**

- Equipo de protección personal.
- Manual de prácticas.
- Bitácora.
- Material de laboratorio.
- Instrumentos de laboratorio.
- Reactivos.

### **Práctica 3: Determinación del contenido de proteína soluble**

#### **Duración**

03 horas

#### **Procedimiento**

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Realiza las actividades propuestas en equipo.
3. Prepara extractos de organismos acuáticos para la determinación de proteínas por espectrofotometría.
4. Mide la absorbancia de los extractos de las muestras en el espectrofotómetro a la longitud de onda máxima de absorción de la proteína estándar.
5. Realiza observaciones y toma nota de los resultados obtenidos.
6. Calcula la concentración de proteína en el tejido relacionando la absorbancia obtenida en los extractos de la muestra con la curva de calibración de la proteína estándar realizada la sesión anterior.
7. Lava y ordena el material, y su lugar de trabajo.

8. Realiza y entrega el reporte de la práctica de laboratorio.
9. Recibe retroalimentación docente.

### ***Recursos de apoyo***

- Equipo de protección personal.
- Manual de prácticas.
- Bitácora.
- Material de laboratorio.
- Instrumentos de laboratorio.
- Reactivos.

## **Práctica 4: Determinación del punto isoeléctrico (pI) de una proteína soluble**

### ***Duración***

03 horas

### ***Procedimiento***

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Realiza las actividades propuestas en equipo.
3. Prepara varias soluciones acuosas con diferente valor de pH.
4. Mide el pH de cada una de las soluciones acuosas preparadas (pH experimental).
5. Observa los cambios en las soluciones al agregar un mismo volumen de proteína a cada una de las soluciones.
6. Realiza una gráfica de grado de turbidez vs pH.
7. Identifica en la gráfica el pI (punto isoeléctrico) de la proteína.
8. Determina de forma teórica el pH de cada una de las soluciones mediante la ecuación de Henderson-Hasselbach.
9. Compara los valores de pH teórico vs. los de pH experimental de las soluciones.
10. Lava y ordena el material y su lugar de trabajo.
11. Realiza y entrega el reporte de la práctica de laboratorio.
12. Recibe retroalimentación docente.

### ***Recursos de apoyo***

- Equipo de protección personal.
- Manual de prácticas.
- Bitácora.
- Material de laboratorio.
- Instrumentos de laboratorio.

- Reactivos.

## **Práctica 5: Efecto de la temperatura en la velocidad de una reacción catalizada por enzimas**

### ***Duración***

03 horas

### ***Procedimiento***

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Realiza las actividades propuestas en equipo.
3. Prepara varias soluciones de un sustrato con la enzima para iniciar una reacción.
4. Atempera las soluciones sustrato-enzima a temperaturas diversas en un intervalo entre 0 y 70 °C.
5. Deja transcurrir la reacción por un tiempo determinado y detiene la reacción con un inhibidor enzimático.
6. Determina las unidades de enzima (concentración de sustrato convertido en producto por minuto) para así obtener la velocidad o actividad enzimática de cada solución enzima-sustrato.
7. Con los resultados, elabora una gráfica temperatura vs. velocidad de reacción.
8. Observa la gráfica y evalúa el efecto de la temperatura en la velocidad de la reacción catalizada por la enzima. Así mismo, determina el pH óptimo de trabajo de la enzima.
9. Lava y ordena el material y su lugar de trabajo.
10. Realiza y entrega el reporte de la práctica de laboratorio.
11. Recibe retroalimentación docente.

### ***Recursos de apoyo***

- Equipo de protección personal.
- Manual de prácticas.
- Bitácora.
- Material de laboratorio.
- Instrumentos de laboratorio.
- Reactivos.

## **Práctica 6: Determinación de parámetros de cinética enzimática.**

### ***Duración***

03 horas

### ***Procedimiento***

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Realiza las actividades propuestas en equipo.
3. Prepara varias soluciones con concentraciones en orden creciente de sustrato.
4. Incorpora la misma concentración de enzima en todas las soluciones y deja transcurrir la reacción por un tiempo determinado.
5. Detiene la reacción con un inhibidor enzimático.
6. Determina las unidades de enzima (concentración de sustrato convertido en producto por minuto) para así obtener la velocidad o actividad enzimática de cada solución enzima-sustrato.
7. Obtiene resultados y elabora una gráfica de concentración de sustrato vs. velocidad de reacción.
8. Observa y analiza la gráfica y verifica si el comportamiento encaja en el modelo cinético de Michaelis-Menten.
9. Determina parámetros enzimáticos como la constante de Michaelis ( $K_m$ ) y la velocidad máxima de reacción ( $V_{max}$ ) mediante la representación gráfica del doble recíproco de la cinética enzimática de Michaelis-Menten (gráfica de Lineweaver-Burk).

10. Lava y ordena el material y su lugar de trabajo.
11. Realiza y entrega el reporte de la práctica de laboratorio.
12. Recibe retroalimentación docente.

### ***Recursos de apoyo***

- Equipo de protección personal.
- Manual de prácticas.
- Bitácora.
- Material de laboratorio.
- Instrumentos de laboratorio.
- Reactivos.

## **Práctica 7: Determinación de carbohidratos totales.**

### ***Duración***

03 horas

### ***Procedimiento***

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Realiza las actividades propuestas en equipo.
3. Prepara una solución acuosa de una muestra de un molusco bivalvo con un contenido de carbohidratos en el rango medible por el método empleado.
4. Elabora una curva de calibración utilizando concentraciones conocidas de un azúcar estándar (p. ej. glucosa).
5. Calcula la cantidad de carbohidratos presentes en las muestras a partir de la curva de calibración.
6. Lava y ordena el material y su lugar de trabajo.
7. Realiza y entrega el reporte de la práctica de laboratorio.
8. Recibe retroalimentación docente.

### ***Recursos de apoyo***

- Equipo de protección personal.
- Manual de prácticas.
- Bitácora.
- Material de laboratorio.
- Instrumentos de laboratorio.
- Reactivos.

## **Práctica 8: Aislamiento y cuantificación de glucógeno.**



**Duración**

03 horas

**Procedimiento**

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Realiza las actividades propuestas en equipo.
3. Prepara extractos de organismos acuáticos para la determinación de glucógeno.
4. Determina el contenido de glucógeno mediante un método espectrofotométrico u otro disponible que se ajuste al objetivo y al tiempo de duración de la práctica.
5. Realiza observaciones y toma nota de los resultados.
6. Relaciona el contenido de glucógeno obtenido de los tejidos del animal acuático, para estimar su capacidad de almacenamiento y relacionar con su función metabólica.
7. Lava y ordena el material y su lugar de trabajo.
8. Realiza y entrega el reporte de la práctica de laboratorio.
9. Recibe retroalimentación docente.

**Recursos de apoyo**

- Equipo de protección personal.
- Manual de prácticas.
- Bitácora.
- Material de laboratorio.
- Instrumentos de laboratorio.
- Reactivos.

**Práctica 9: Extracción y cuantificación de lípidos totales.****Duración**

03 horas

**Procedimiento**

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Realiza las actividades propuestas en equipo.
3. Prepara extractos de organismos acuáticos para la determinación de lípidos aprovechando su solubilidad en solventes orgánicos no polares como el hexano o el éter de petróleo.
4. Determina mediante la evaporación del solvente en campana de extracción y por gravimetría el contenido de lípidos en las muestras.
5. Realiza observaciones y toma nota de los resultados.
6. Relaciona el contenido de lípidos obtenido de los tejidos del animal acuático con lo reportado en referencias científicas
7. Lava y ordena el material y su lugar de trabajo.
8. Realiza y entrega el reporte de la práctica de laboratorio.

9. Recibe retroalimentación docente.

### **Recursos de apoyo**

- Equipo de protección personal.
- Manual de prácticas.
- Bitácora.
- Material de laboratorio.
- Instrumentos de laboratorio y reactivos.

### **Práctica 10: Determinación de fosfoglicéridos.**

#### **Duración**

06 horas

#### **Procedimiento**

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Comprende el fundamento de la técnica de cromatografía en capa fina para la identificación de compuestos en una muestra de tejido.
3. Realiza las actividades propuestas en equipo.
4. Realiza la extracción de fosfoglicéridos de una muestra de tejido de un organismo acuático mediante una mezcla de solventes.
5. Identifica los fosfoglicéridos presentes en la muestra mediante cromatografía en capa fina.
6. Realiza observaciones y toma nota de los resultados.
7. Lava y ordena el material y su lugar de trabajo.
8. Realiza y entrega el reporte de la práctica de laboratorio.
9. Recibe retroalimentación docente

### **Recursos de apoyo**

- Equipo de protección personal.
- Manual de prácticas.
- Bitácora.
- Material de laboratorio.
- Instrumentos de laboratorio.
- Reactivos.

## **Unidad III: Metabolismo**

### **Práctica 11: Extracción y determinación de pigmentos fotosintéticos.**

### ***Duración***

06 horas

### ***Procedimiento***

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Comprende el fundamento de espectrofotometría para la identificación de pigmentos fotosintéticos de organismos acuáticos.
3. Realiza las actividades propuestas en equipo.
4. Realiza la extracción de pigmentos fotosintéticos de una muestra de tejido de un organismo acuático mediante un solvente como la acetona.
5. Obtiene el espectro de absorción del extracto con pigmentos de la muestra.
6. Identifica el tipo de pigmentos identificados en la muestra analizada.
7. Obtiene el contenido de clorofila a por gramo de peso fresco de la muestra.
8. Lava y ordena el material y su lugar de trabajo.
9. Realiza y entrega el reporte de la práctica de laboratorio.
10. Recibe retroalimentación docente.

### ***Recursos de apoyo***

- Equipo de protección personal.
- Manual de prácticas.
- Bitácora.
- Material de laboratorio.
- Instrumentos de laboratorio.
- Reactivos.

## **Práctica 12: Oxidación biológica y transporte de electrones.**

### ***Duración***

03 horas

### ***Procedimiento***

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Comprende el fundamento del proceso de producción de energía en la mitocondria mediante la oxidación biológica de un sustrato y el uso de un compuesto químico colorido aceptor de electrones, con el cual pueda estimarse la velocidad de transferencia de dichos electrones con la pérdida de color del compuesto.
3. Comprende el uso de un inhibidor competitivo para afectar la actividad enzimática de la reacción.
4. Realiza las actividades propuestas en equipo.
5. Obtiene las concentraciones del producto colorido en las series realizadas (blanco, sin inhibidor, con inhibidor).
6. Obtiene las concentraciones de sustrato oxidado en las series realizadas.

7. Lava y ordena el material y su lugar de trabajo.
8. Realiza y entrega el reporte de la práctica de laboratorio.
9. Recibe retroalimentación docente.

### ***Recursos de apoyo***

- Equipo de protección personal.
- Manual de prácticas.
- Bitácora.
- Material de laboratorio.
- Instrumentos de laboratorio.
- Reactivos.

## **Práctica 13: Reposición de prácticas**

### ***Duración***

06 horas

### ***Procedimiento***

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Comprende el fundamento de los procesos abordados en la práctica.
3. Realiza las actividades propuestas en equipo.
4. Realiza observaciones y toma nota de los resultados.
5. Lava y ordena el material y su lugar de trabajo.
6. Realiza y entrega el reporte de la práctica de laboratorio.
7. Recibe retroalimentación docente.

### ***Recursos de apoyo***

- Equipo de protección personal.
- Manual de prácticas.
- Bitácora.
- Material de laboratorio.
- Instrumentos de laboratorio.
- Reactivos.

## **XI. MÉTODO DE TRABAJO**

### **Encuadre**

El primer día de clase cada docente debe establecer la forma de trabajo, criterios de evaluación, calidad de los trabajos académicos, derechos y obligaciones docente-estudiante.

## Estrategias de enseñanza

- Aprendizaje basado en problemas
- Aprendizaje basado en casos
- Aprendizaje basado en preguntas
- Técnica expositiva
- Discusión guiada
- Instrucción guiada

## Estrategias de aprendizaje

- Investigación documental
- Exposición de resoluciones de casos prácticos
- Trabajo colaborativo
- Técnica expositiva
- Mapas mentales
- Mapas conceptuales
- Cuadros comparativos
- Infografías

## X. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

### Criterios de acreditación

Para tener derecho a examen ordinario y extraordinario, cada estudiante debe cumplir con los porcentajes de asistencia que establece el Estatuto Escolar vigente. La calificación es en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 60.

### Criterios de evaluación

|                            |      |
|----------------------------|------|
| -Portafolio:               | 65%  |
| • Prácticas taller         | 30%  |
| • Prácticas de laboratorio | 35%  |
| -Evaluaciones parciales    | 35%  |
| Total                      | 100% |

## XI. REFERENCIAS

### Recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

- Baindara, P., & Mandal, S. M. (Eds.). (2024). *Evolution of antimicrobial peptides: From self-defense to therapeutic applications*. Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-031-67515-7>
- DiTullio, D., & Dell'Angelica, E. C. (2022). *Notas de bioquímica*. McGraw-Hill Interamericana.
- Feduchi Canosa, E., Romero Magdalena, C., Yáñez Conde, E., & García-Hoz Jiménez, C. (2021). *Bioquímica: Conceptos esenciales* (3.<sup>a</sup> ed.). Editorial Médica Panamericana.
- McKee, T. (2020). *Bioquímica: Las bases moleculares de la vida* (7.<sup>a</sup> ed.). McGraw-Hill Interamericana.
- Voet, D., Voet, J. G., & Pratt, C. W. (2016). *Fundamentos de bioquímica: La vida a nivel molecular* (U. Patrone et al., Trads.). Reverté. [clásica]

### Recursos de acceso libre o complementarios externos

- Coronado-Apodaca, K. G., González-Meza, G. M., Aguayo-Acosta, A., et al. (2023). Immobilized enzyme-based novel biosensing system for recognition of toxic elements in the aqueous environment. *Topics in Catalysis*, 66, 606–624. <https://doi.org/10.1007/s11244-023-01786-8>
- Friedman, I. S., & Fernández-Gimenez, A. V. (2024). State of knowledge about biotechnological uses of digestive enzymes of marine fishery resources: A worldwide systematic review. *Aquaculture and Fisheries*, 9(5), 812–824. <https://doi.org/10.1016/j.aaf.2023.01.002>
- Khanjani, M. H., Mohammadi, A., & Emerenciano, M. G. C. (2022). Microorganisms in biofloc aquaculture system. *Aquaculture Reports*, 26, 101300. <https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2022.101300>
- López-Hernández, J.-F., Kean-Meng, T., Asencio-Alcudia, G.-G., Asyraf-Kassim, M., Álvarez-González, C.-A., & Márquez-Rocha, F.-J. (2022). Biotecnología sostenible de microalgas y cianobacterias. *Applied Sciences*, 12(14), 6887. <https://doi.org/10.3390/app12146887>
- Popolizio, T. (2024). *Understanding organisms: An evolutionary, ecological and comparative approach*. ROTEL (Remixing Open Textbooks with an Equity Lens) Project. <https://rotel.pressbooks.pub/understanding-organisms/>
- Reynoso, E. C., Romero-Guido, C., Rebollar-Pérez, G., & Torres, E. (2022). Enzymatic biosensors for the detection of water pollutants. En G. R. Castro, A. K. Nadda, T. A. Nguyen, X. Qi, & G. Yasin (Eds.), *Nanomaterials for biocatalysis* (pp. 463–511). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-824436-4.00012-5>

Sun, X., Arnott, S. E., & Little, A. G. (2024). Impacts of sequential salinity and heat stress are recovery time-specific in freshwater crustacean *Daphnia pulicaria*. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 269, 115899. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2023.115899>

## **XII. PERFIL DOCENTE**

Contar con grado de maestría o doctorado en el área de Ciencias Naturales, Bioquímica, Química, Oceanología, Biología, Biotecnología en Acuicultura, o área afín con experiencia docente probada en el área. Ser una persona proactiva, responsable, que fomente el pensamiento crítico y tenga compromiso con la formación integral.



**PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE**

**I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN**

|                                            |                                                                                                                                                               |
|--------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Unidad académica:</b>                   | Facultad de Ciencias Marinas                                                                                                                                  |
| <b>Programa educativo:</b>                 | Licenciatura en Biotecnología en Acuicultura                                                                                                                  |
| <b>Plan de Estudios:</b>                   | 2026-2                                                                                                                                                        |
| <b>Nombre de la unidad de aprendizaje:</b> | Fluidos Acuícolas                                                                                                                                             |
| <b>Clave:</b>                              |                                                                                                                                                               |
| <b>Distribución horaria:</b>               | Horas Clase: 02<br>Horas Taller: 00<br>Horas Laboratorio: 02<br>Horas Práctica de Campo: 00<br>Horas Clínicas: 00<br>Horas Extra-clase: 02<br><br>Créditos:06 |
| <b>Etapas de formación:</b>                | Disciplinaria                                                                                                                                                 |
| <b>Carácter:</b>                           | Obligatoria                                                                                                                                                   |
| <b>Requisito:</b>                          | Ninguno.                                                                                                                                                      |
| <b>Modalidad de impartición:</b>           | Presencial                                                                                                                                                    |
| <b>Equipo de diseño:</b>                   | Angélica María Romero Arteaga<br>Salvador Villasuso Palomares                                                                                                 |
| <b>Subdirección que aprueba el PUA:</b>    | Patricia Alvarado Graef                                                                                                                                       |
| <b>Fecha:</b>                              | 25 de febrero de 2025                                                                                                                                         |
| <b>Aprobación y registro:</b>              |                                                                                                                                                               |



## **II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE**

Tiene la finalidad de que el estudiantado comprenda, identifique y clasifique los avances tecnológicos y científicos que se derivan del desarrollo de la Ciencia Física y su aplicación en los diferentes métodos de cultivos acuícolas tanto en tierra como en el mar. Las y los estudiantes deberán relacionar los diferentes factores de beneficio y de riesgo que pueden estar presentes en las condiciones de trabajo y de la vida cotidiana en pro del medio ambiente. La unidad de aprendizaje, permite que se apropien de competencias específicas de su campo de acción profesional, para su aplicación y resolución de problemas cotidianos de su campo laboral. Se ubica en la etapa disciplinaria, es de carácter obligatorio y pertenece al área de conocimiento de Producción Acuícola.

## **III. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE**

Analizar los conocimientos de física clásica aplicadas a cultivos acuícolas, a través de la resolución de problemas de mecánica de fluidos que le permitan convertir estas herramientas para el diseño, construcción y operación de sistemas acuícolas, con una actitud responsable basada en la ética profesional y respeto por el ambiente.

## **IV. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE**

Entrega de un portafolio de evidencias compuestas por ejercicios, reportes semanales de laboratorio aplicando el método científico y actividades extra clase por unidad de aprendizaje.

## **V. COMPETENCIA PROFESIONAL DEL PERFIL DE EGRESO A LA QUE CONTRIBUYE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE**

Implementar y adaptar tecnologías de cultivo y manejo acuícola, mediante el análisis técnico de sistemas existentes y la aplicación de soluciones innovadoras acordes a distintas especies y entornos, para mejorar la producción de especies de importancia comercial de forma eficiente y sostenible, respondiendo a las condiciones socioambientales y económicas del país, con ética profesional y responsabilidad.

## **VI. EJE TRANSVERSAL AL QUE CONTRIBUYE**

Excelencia.

## **VII. DESARROLLO POR UNIDADES**

### **Unidad I. Fundamentos físicos del comportamiento de fluidos**

#### **Competencia**

Distinguir las propiedades físicas básicas de los fluidos y su comportamiento en sistemas acuáticos, mediante herramientas de análisis dimensional con el fin de comprender y resolver problemáticas técnicas en sistemas de producción acuícola.

#### **Contenido**

- 1.1. Sistema Internacional de Unidades
  - 1.1.1. Magnitudes fundamentales y derivadas
  - 1.1.2. Análisis dimensional aplicado a sistemas acuícolas
  - 1.1.3. Notación científica y prefijos
  - 1.1.4. Sistemas de unidades
  - 1.1.5. Uso de factores de conversión
- 1.2. Propiedades físicas de los fluidos
  - 1.2.1. Densidad
  - 1.2.2. Viscosidad
  - 1.2.3. Tensión superficial
  - 1.2.4. Fluidos Newtonianos y no Newtonianos

#### **Duración**

08 horas

### **Unidad II. Fluidos en reposos**

#### **Competencia**

Analizar el comportamiento de los fluidos en reposo, por medio de la aplicación de conceptos como presión hidrostática, flotación y estabilidad y su medición para interpretar su influencia en el diseño y operación de sistemas acuícolas, con actitud crítica, analítica y comprometida con la eficiencia operativa.

#### **Contenido**

- 2.1. Presión en fluidos y su relevancia en acuicultura
  - 2.1.1. Definición de presión
  - 2.1.2. Presión hidrostática y su variación con la profundidad
  - 2.1.3. Presión atmosférica y presión relativa
- 2.2. Ecuación fundamental de la estática de fluidos
  - 2.2.1. Aplicación a tanques, estanques y tuberías
  - 2.2.2. Cálculo de presiones absolutas y manométricas
- 2.3. Métodos de medición de presión
  - 2.3.1. Barómetros

- 2.3.2. Manómetros: de tubo en U, metálicos y digitales
- 2.3.3. Piezómetros y sensores básicos
- 2.4. Flotación y estabilidad de cuerpos sumergidos y flotantes
  - 2.4.1. Fuerza de flotación: Principio de Arquímedes
  - 2.4.2. Cálculo de la fuerza de empuje en jaulas, balsas y estructuras flotantes
  - 2.4.3. Variación de la fuerza de empuje con cambios de salinidad y temperatura

### ***Duración***

12 horas

## **Unidad III. Fluidos en movimiento**

### ***Competencia***

Analizar el movimiento del agua en sistemas acuícolas por medio de los principios fundamentales de la dinámica de fluidos para resolver problemas relacionados con el flujo, el vaciado de tanques y el diseño de estructuras hidráulicas, desde un enfoque práctico, eficiente y sustentable.

### ***Contenido***

- 3.1. Concepto de flujo y línea de corriente
  - 3.1.1. Relación entre fuerzas inerciales y viscosas
  - 3.1.2. Flujo ideal
  - 3.1.3. Línea de corriente
  - 3.1.4. Trayectoria de la partícula
  - 3.1.5. Superficie de corriente y tubo de corriente
- 3.2. Número de Reynolds
  - 3.2.1. Flujo laminar y turbulento
  - 3.2.2. Interpretación del número de Reynolds como indicador del tipo de flujo
- 3.3. Ecuaciones básicas de los fluidos en movimiento
  - 3.3.1. Ecuación de continuidad
  - 3.3.2. Definición de gasto
  - 3.3.3. Flujo a régimen permanente con un fluido incompresible
  - 3.3.4. Flujo a régimen permanente con un fluido compresible
- 3.4. Ecuación de la energía
  - 3.4.1. Energía potencial, energía cinética y energía de presión
  - 3.4.2. Energía total
  - 3.4.3. Teorema de Bernoulli
  - 3.4.4. Teorema de Venturi: principio y uso en medición de caudal
  - 3.4.5. Teorema de Torricelli: vaciado de tanques y orificios

### ***Duración***

12 horas

## VIII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO

### Unidad I. Fundamentos físicos del comportamiento de fluidos

#### Práctica 1: Determinación de la densidad de diferentes fluidos y sólidos

##### **Duración**

03 horas

##### **Procedimiento**

1. Recibe y atiende instrucciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Forma equipos de trabajo.
3. Calcula la densidad de distintos fluidos.
4. Calcula la masa de un cilindro y una esfera.
5. Calcula el volumen de un cilindro y una esfera, midiendo el desplazamiento del fluido en una probeta graduada.
6. Registra el nivel del fluido inicial.
7. Introduce el cilindro en el fluido y registra el nuevo nivel de agua.
8. Resta el nivel del fluido inicial al nuevo nivel del fluido.
9. Determina el volumen teórico de un cilindro y una esfera.
10. Compara el volumen desplazado de cada objeto con el volumen teórico .
11. Convierte las unidades de densidad de g/ml a kg/m<sup>3</sup>.
12. Recibe retroalimentación docente.
13. Elabora el reporte de la práctica.

##### **Recursos de apoyo**

- 25 ml de agua.
- 25 ml de aceite comestible.
- 25 ml de glicerina.
- 250 ml de jabón líquido.
- 25 ml de etanol.
- 1 Cilindro.
- 1 Esfera.
- 1 Balanza analítica.
- 1 Vernier.
- 1 Probeta graduada.
- 1 Embudo.
- 1 Pipeta graduada de 10 ml.
- 1 Pipeteador.

## Práctica 2: Cálculo de esfuerzos y deformaciones de módulo de Young

### **Duración**

03 horas

### **Procedimiento**

1. Recibe y atiende instrucciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Forma equipos de trabajo.
3. Mide la longitud inicial ( $L_0$ ) del material elástico con una regla o Vernier.
4. Calcula el área ( $A$ ) de la sección transversal del material.
5. Fija la pinza al soporte universal.
6. Deja el material elástico colgando libremente sobre la pinza.
7. Selecciona una pesa y mide la cantidad de masa con una balanza.
8. Cuelga la pesa al material elástico.
9. Calcula la fuerza aplicada.
10. Mide la longitud final ( $L_f$ ) del material elástico después de aplicar la pesa.
11. Calcula el cambio en la longitud ( $\Delta L$ ).
12. Repite el experimento para al menos 6 diferentes pesas.
13. Calcula el esfuerzo, la deformación y el módulo de Young.
14. Registra tus datos en una tabla o bitácora.
15. Grafica el esfuerzo vs. deformación y determine la ecuación de la pendiente.
16. Compara el valor obtenido del módulo de Young con valores teóricos de materiales elásticos similares.
17. Discute si los resultados obtenidos son coherentes con el comportamiento esperado del material.
18. Analiza posibles errores experimentales que pudieron afectar los resultados, como inexactitud en la medición de la longitud o el área de la sección transversal.
19. Recibe retroalimentación docente.
20. Elabora el reporte de la práctica.

### **Recursos de apoyo**

- Bandas elásticas.
- Soporte Universal.
- Pinzas.
- Pesas.
- Regla y Vernier.
- Balanza.
- Dinamómetro.
- Computadora y software para edición de hojas de cálculo.

## Unidad II. Fluidos en reposos

### Práctica 3. Determinación de densidades mediante diferencias de presión en tubo en U

#### **Duración**

03 horas

#### **Procedimiento**

1. Recibe y atiende instrucciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Forma equipos de trabajo.
3. Instala el tubo en U en el soporte universal, asegurándose de que esté en posición vertical y estable para evitar errores en las mediciones.
4. Calcula la densidad del primer fluido, en este caso agua.
5. Vierte cuidadosamente el primer fluido (densidad conocida) en uno de los lados del tubo en U utilizando un embudo para evitar derrames.
6. Verifica que no haya burbujas de aire en el tubo.
7. Vierte el segundo fluido (densidad desconocida).
8. Observa cómo se distribuyen los fluidos en el tubo en U. El fluido menos denso se ubicará en la parte superior.
9. Identifica el punto de igual presión.
10. Utiliza una regla o Vernier para medir la altura desde el punto de igual presión hasta la superficie de cada uno de los fluidos.
11. Registra ambas alturas con la mayor precisión posible.
12. Aplica la ecuación de presión hidrostática en ambos brazos del tubo en U.
13. Utiliza esta relación para despejar y calcular la densidad del fluido desconocido.
14. Vacía, lava y seca el tubo en U.
15. Repite el proceso, ahora con la densidad conocida del fluido y determina la densidad de otro fluido desconocido.
16. Llena datos en tabla o bitácora con las variables medidas.
17. Compara las densidades calculadas con los valores teóricos de referencia.
18. Calcula el error porcentual para cada líquido.
19. Presenta y discute los resultados de las alturas medidas, las densidades calculadas y los errores porcentuales.
20. Recibe retroalimentación docente.
21. Elabora el reporte de la práctica.

#### **Recursos de apoyo**

- Tubo en U transparente.
- Soporte universal con pinzas para sujetar el tubo en U.

- Líquidos de diferentes densidades (agua, aceite, alcohol, glicerina, etc.).
- Embudos pequeños.
- Recipientes para contener los líquidos.
- Regla o Vernier.
- Calculadora científica.
- Báscula.
- Probeta de 100 ml.
- Gotero.

#### **Práctica 4. Determinación de la presión de un fluido en reposo mediante un manómetro en U**

##### ***Duración***

03 horas

##### ***Procedimiento***

1. Recibe y atiende instrucciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Forma equipos de trabajo.
3. Llena parcialmente el tubo en U con el fluido de trabajo.
4. Cierra un extremo del tubo con una pera de hule y observa el desplazamiento del fluido en la columna. Esto provoca una disminución de presión, haciendo que el líquido en un lado del tubo suba mientras que en el otro lado desciende.
5. Mide la altura entre el nivel superior e inferior del fluido.
6. Calcula la presión manométrica.
7. Considera que la presión atmosférica es de 101325 Pa.
8. Calcula la presión absoluta sumando la presión atmosférica y la presión manométrica.
9. Determina la gravedad específica del fluido.
10. Repite el proceso para distintos fluidos.
11. Registra los resultados en la tabla o bitácora.
12. Grafica el peso específico vs presión manométrica.
13. Grafica la presión absoluta vs gravedad específica.
14. Recibe retroalimentación docente.
15. Elabora el reporte de la práctica.

##### ***Recursos de apoyo***

- Tubo en U de material transparente.
- Fluidos de trabajo (agua, aceite, etanol, glicerina, solución salina, jarabe de maíz).
- Regla o Vernier.
- Calculadora científica.

- Pera de hule o tapón hermético.
- Báscula.
- Probeta graduada.

## **Práctica 5. Determinación de la fuerza de empuje**

### ***Duración***

04 horas

### ***Procedimiento***

1. Recibe y atiende instrucciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Forma equipos de trabajo.
3. Calcula la densidad del fluido que se está utilizando.
4. Verifica el cero del dinamómetro.
5. Elige una pesa y calcula su peso ( $W=mg$ ).
6. Cuelga la pesa en el gancho del dinamómetro.
7. Realiza la medición del peso ( $W$ ) pero ahora con el uso del dinamómetro.
8. Compara ambos valores de  $W$ .
9. Llena el recipiente de desbordamiento hasta el nivel de rebose, coloca otro recipiente para capturar el agua.
10. Espera a que deje de gotear.
11. Vacía el recipiente con el agua capturada.
12. Coloca a un costado del recipiente de desbordamiento un vaso vacío de 100 ml.
13. Sumerge lentamente la pesa (sin tocar paredes/fondo).
14. Registra la medición del peso aparente ( $W_a$ ) con el dinamómetro.
15. Calcula la fuerza de Empuje ( $E$ ) mediante las diferencias de pesos.
16. Calcula el volumen desalojado ( $V_{\text{desalojado}}$ ) por la pesa.
17. Convierte los volúmenes a  $m^3$ .
18. Compara la fuerza de Empuje ( $E$ ) con la ecuación que involucra el volumen desalojado.
19. Seca el material utilizado.
20. Registra las mediciones en una tabla o bitácora.
21. Repite el procedimiento para 6 masas diferentes ( $m_1$ ,  $m_2$ ,  $m_3$ ,  $m_4$ ,  $m_5$  y  $m_6$ ) y registra la información en la tabla o bitácora.
22. Compara ambas fuerzas de empuje y registra los resultados en tu tabla o bitácora.
23. Recibe retroalimentación docente.
24. Elabora el reporte de la práctica.

### ***Recursos de apoyo***

- 1 recipiente de desbordamiento.



- 2 vasos de precipitado de 100 ml.
- Balanza de precisión.
- Dinamómetro.
- Vaso grande con agua (o cualquier fluido disponible).
- Juego de pesas (20 gr, 40 gr, 60 gr y 80 g).
- 1 Vernier.

### Unidad III. Fluidos en movimiento

#### Práctica 6. Flujo laminar y turbulento

##### **Duración**

04 horas

##### **Procedimiento**

1. Recibe y atiende instrucciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Forma equipos de trabajo.
3. Configura el sistema.
4. Llena el garrafón con agua y coloca la conexión tipo Y en su salida inferior.
5. Conecta la salida de la conexión Y a la entrada de la tubería dentro del garrafón.
6. Controla el flujo de agua mediante la llave de paso en cada salida.
7. Prepara el colorante o tinta líquida para utilizarlo como trazador.
8. Abre ligeramente una llave de paso para que el flujo de agua sea lento y estable.
9. Inyecta colorante en la conexión tipo Y.
10. Observa cómo el colorante se desplaza: en flujo laminar, debería moverse en líneas rectas y paralelas sin mezclarse con el resto del agua.
11. Mide la velocidad del flujo:
  - (a) Marca una distancia fija (L) en la tubería (por ejemplo, 50 cm)
  - (b) Usa el cronómetro para medir el tiempo (t) que tarda el colorante en recorrer esa distancia.
  - (c) Calcula la velocidad.
12. Abre la llave de paso completamente para aumentar la velocidad del flujo.
13. Inyecta nuevamente en la conexión tipo Y.
14. Observa cómo se comporta el colorante: En flujo turbulento, se dispersa rápidamente en remolinos y mezclas caóticas.
15. Repite la medición de la velocidad como en el paso anterior.
16. Recibe retroalimentación docente.
17. Elabora el reporte de la práctica.

### **Recursos de apoyo**

- Garrafón transparente de agua (20 litros, con salida inferior).
- Conexión tipo Y
- Colorante o tinta líquida
- Cronómetro.
- Cinta métrica.
- Recipiente de recolección (1 balde).

## **Práctica 7. Educación de Bernoulli y principio de continuidad/virtual**

### **Duración**

04 horas

### **Procedimiento**

1. Recibe y atiende instrucciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Forma equipos de trabajo.
3. Accede al simulador.
4. Accede a la pestaña "Flujo" del simulador.
5. Seleccione la densidad del fluido
6. Modifica el diámetro de la tubería para obtener al menos cinco secciones distintas.
7. Mide y registra las variables que se indican en la tabla o bitácora.
8. Verifica la ecuación de continuidad:
  - a) Calcula el producto  $Av$ , es decir el Caudal en cada sección.
  - b) Verifica si  $A_1v_1 \approx A_2v_2 \approx A_3v_3 \approx A_4v_4 \approx A_5v_5$ .
9. Verifica la ecuación de Bernoulli:
  - a) Calcula la energía total ( $E$ ) en cada sección:
  - b) Verifica si los valores de energía total son aproximadamente constantes a lo largo de las cinco secciones.
10. Repite el procedimiento de los pasos anteriores con la densidad de la miel ( $\rho=1420 \text{ kg/m}^3$ ).
11. Recibe retroalimentación docente.
12. Elabora el reporte de la práctica.

### **Recursos de apoyo**

- Simulador PhET: Presión del fluido y flujo.
- Calculadora científica.
- Hoja de registro de datos y Laptop/celular/tablet

## Práctica 8. Efecto Venturi

### **Duración**

04 horas

### **Procedimiento**

1. Recibe y atiende las instrucciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Forma equipos de trabajo.
3. Calcula la densidad de los dos fluidos a utilizar.
4. Llena el manómetro en U hasta la mitad con un primer fluido.
5. Enciende la bomba que permite que otro fluido circule por el tubo de Venturi.
6. Observa la diferencia de alturas ( $\Delta h$ ) entre las dos columnas del manómetro.
7. Calcula la velocidad de entrada y salida que pasa por el tubo de venturi.
8. Registra todos los valores en una tabla de datos y anexa tus cálculos.
9. Recibe retroalimentación docente y discute los resultados.
10. Elabora el reporte de la práctica.

### **Recursos de apoyo**

- Calculadora científica.
- Hoja de registro de datos.
- Tubo de Venturi.
- Fluidos de diferente densidad.

## Práctica 9. Vaciado de tanques reservorios

### **Duración**

04 horas

### **Procedimiento**

1. Recibe y atiende las instrucciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Forma equipos de trabajo.
3. Mide el área (A) del tanque y el área del orificio de salida (a) .
4. Marca niveles de referencia en la pared del tanque (p. ej., cada 2 cm)
5. Llena el tanque hasta un nivel máximo de referencia.
6. Prepara el cronómetro y el recipiente colector.
7. Inicia simultáneamente el vaciado del tanque retirando el tapón/abriendo la válvula y empieza a cronometrar el tiempo
8. Registra tiempos ttt cuando el nivel alcance cada marca de altura hhh (medida desde el orificio).

9. Detén el vaciado cuando llegues a la altura final definida (o al vaciado total).
10. Repite el ensayo al menos dos veces para promediar el tiempo de vaciado.
11. Calcula el tiempo teórico con la solución de la EDO (Torricelli)
12. Compara tiempo teórico vs. tiempo experimental y calcula el error porcentual.
13. Grafica tiempo de vaciado vs alturas (niveles de referencia).
14. Recibe retroalimentación docente y discute los resultados.
15. Elabora el reporte de la práctica.

### **Recursos de apoyo**

- Calculadora científica.
- Hoja de registro de datos.
- Tanque de vaciado.
- Cronómetro.
- Regla o Vernier.

## **IX. MÉTODO DE TRABAJO**

### **Encuadre**

El primer día de clase, cada docente debe establecer de forma clara y formal:

- La metodología de trabajo.
- Criterios de evaluación y rúbricas.
- Reglas sobre la calidad y entrega de trabajos académicos.
- Derechos y obligaciones del docente y los estudiantes.

Esto debe quedar registrado y comunicado por medios institucionales (como Blackboard o correo institucional).

### **Estrategias de enseñanza**

- Aprendizaje basado en preguntas
- Aprendizaje basado en problemas
- Aprendizaje colaborativo
- Discusión guiada
- Instrucción directa o guiada

- Simulación de casos reales y tutoría entre pares

### Estrategias de aprendizaje

- Aprendizaje autorregulado
- Elaboración de organizadores gráficos (infografías, mapas mentales, mapas conceptuales)
- Investigación documental
- Investigación empírica
- Práctica reflexiva
- Resolución de problemas
- Toma de apuntes estratégicos
- Trabajo colaborativo

## X. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

### Criterios de acreditación

Para tener derecho a examen ordinario y extraordinario cada estudiante debe cumplir con los porcentajes de asistencia que establece el Estatuto Escolar vigente. La calificación es en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 60.

### Criterios de evaluación

|                            |             |
|----------------------------|-------------|
| - Evaluaciones parciales   | 40%         |
| - Prácticas de laboratorio | 30%         |
| - Tareas                   | 20%         |
| - Portafolio de evidencias | 10%         |
| <b>Total</b>               | <b>100%</b> |

## XI. REFERENCIAS

### Recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

Mott, R. L. (2006). *Mecánica de Fluidos*. Pearson educación. [clásica]

Munson, B. R., Young, D. F., y Okiishi, T. H. (2002). *Fundamentos de mecánica de fluidos*. Limusa-Wiley.

Resnick, R., Halliday, D. y Kane, K. S. (2002). *Física* (Vol. I).CECSA. [clásica]

Streeter, V. L., & Wylie, B. E. (2000). *Mecánica de fluidos* (9ª ed.). McGraw-Hill. [clásica]

Tipler, P. A y Mosca, G. (2005). *Física para la ciencia y la tecnología* (5ª ed., Vol. 1A).: Reverté.[clásica]

White, M. F. (2004). *Mecánica de fluidos* (6ª ed.). McGraw-Hill. [clásica]

### **Recursos de acceso libre o complementarios externos**

Ma, A. (2010). *Apuntes de mecánica de fluidos* [Material didáctico]. Universidad Politécnica de Madrid.

<https://oa.upm.es/6531/>

Oca, J., Masaló, I., & Reig, L. (2004). Comparative analysis of flow patterns in aquaculture rectangular tanks with different water inlet characteristics. *Aquacultural Engineering*, 31(3–4), 221–236.

Oca, J., & Masaló, I. (2007). Design criteria for rotating flow cells in rectangular aquaculture tanks. *Aquacultural Engineering*, 36(1), 36–44.

University of Colorado Boulder. (2024). *Flujo y presión de fluidos* [Simulación interactiva]. PhET Interactive Simulations.

<https://phet.colorado.edu/sims/cheerpi/fluid-pressure-and-flow/latest/fluid-pressure-and-flow.html?simulation=fluid-pressure-and-flow&locale=es>

## **XII. PERFIL DOCENTE**

La persona responsable de impartir esta unidad de aprendizaje debe contar con grado de Licenciatura, Maestría o Doctorado en Biotecnología en Acuicultura, Física, Oceanología o área afín, con experiencia mínima de 2 años impartiendo docencia, participación en proyectos de divulgación científica o investigación interdisciplinaria. Entre las cualidades deseables se encuentran el pensamiento crítico, organización, ética, creativa, responsable y con la capacidad de motivar a estudiantes sin experiencia previa, apertura al diálogo y manejo de recursos didácticos innovadores, así como valores de paciencia, respeto, humildad, entusiasmo, tolerancia y estimular la creatividad y el trabajo colaborativo.



**PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE**

**I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN**

|                                            |                                                                                                                                                               |
|--------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Unidad académica:</b>                   | Facultad de Ciencias Marinas, Ensenada.                                                                                                                       |
| <b>Programa educativo:</b>                 | Licenciatura en Biotecnología en Acuicultura                                                                                                                  |
| <b>Plan de Estudios:</b>                   | 2026-2                                                                                                                                                        |
| <b>Nombre de la unidad de aprendizaje:</b> | Histología Aplicada a la Acuicultura                                                                                                                          |
| <b>Clave:</b>                              |                                                                                                                                                               |
| <b>Distribución horaria:</b>               | Horas Clase: 02<br>Horas Taller: 00<br>Horas Laboratorio: 03<br>Horas Práctica de Campo: 00<br>Horas Clínicas: 00<br>Horas Extra-clase: 02<br><br>Créditos:07 |
| <b>Etapas de formación:</b>                | Disciplinaria                                                                                                                                                 |
| <b>Carácter:</b>                           | Obligatoria                                                                                                                                                   |
| <b>Requisito:</b>                          | Biología Celular y Molecular                                                                                                                                  |
| <b>Modalidad de impartición:</b>           | Presencial                                                                                                                                                    |
| <b>Equipo de diseño:</b>                   | Oscar Basilio Del Rio Zaragoza<br>Sheila Castellanos Martínez<br>Dora Alejandra Trejo Ramos<br>Ananda Aracely Navarro Barrera                                 |
| <b>Subdirección que aprueba el PUA:</b>    | Patricia Alvarado Graef                                                                                                                                       |
| <b>Fecha:</b>                              | 25 de febrero de 2026                                                                                                                                         |
| <b>Aprobación y registro:</b>              |                                                                                                                                                               |

## **II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE**

El propósito de la unidad de aprendizaje es que el estudiantado aplique el conocimiento teórico-práctico sobre aspectos macroscópicos y microscópicos de la anatomía, tejidos y órganos, de vertebrados e invertebrados acuáticos, relacionando este conocimiento con la función biológica de los organismos, para formar bases morfofuncionales y le permita identificar los tejidos básicos (epitelial, conectivo, muscular, nervioso) y comprenda cómo la organización celular y extracelular determina la función de órganos. Además de que desarrolle habilidades, técnicas de manejo de microscopía, preparación de muestras (cortes, fijación, inclusión en parafina o resinas), y comprenda el fundamento de las tinciones histológicas (H&E, tricrómicos, inmunohistoquímica). Conocimiento que le permitirá hacer un diagnóstico y poder relacionar anatomía con fisiología, patología y otras disciplinas afines, para la solución de casos y/o problemas. La presente unidad de aprendizaje se ubica en la etapa disciplinaria, es de carácter obligatorio, pertenece al área de conocimiento de salud integral y tiene como requisito obligatorio cursar la unidad de aprendizaje de Biología Celular y Molecular.

## **III. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE**

Distinguir la anatomía, órganos y tejidos de especies acuícolas mediante el uso de métodos de microscopía, preparación de muestras y tinciones específicas de tejidos para poder realizar el análisis histológico que permita conocer las características propias de los organismos acuáticos con curiosidad, atención al detalle y responsabilidad.

## **IV. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE**

Elabora una bitácora de laboratorio donde se demuestren los hallazgos y observaciones de cada sesión práctica y que aborde las metodologías histológicas para reforzar la comprensión de los contenidos de la unidad de aprendizaje.

## **V. COMPETENCIA PROFESIONAL DEL PERFIL DE EGRESO A LA QUE CONTRIBUYE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE**

Prevenir, controlar y manejar enfermedades en organismos acuáticos por medio del conocimiento de la biología y ecología de patógenos, métodos de diagnóstico, medidas sanitarias y de bioseguridad de las principales enfermedades que afectan a los organismos de importancia comercial en los sistemas acuícolas para garantizar la salud de los organismos y reducir impactos sanitarios y ambientales, con pro-actividad, responsabilidad e integridad.

## **VI. EJE TRANSVERSAL AL QUE CONTRIBUYE**

Compromiso con la Responsabilidad Social, Inclusión y Excelencia.



## **VII. DESARROLLO POR UNIDADES**

### **Unidad I. Técnica histológica y de microscopía**

#### **Competencia**

Analizar el proceso y el fundamento de la técnica histológica mediante el reconocimiento de los equipos y reactivos requeridos para la observación de los tejidos por microscopía, que permitirán evaluar el estado en que se encuentran las especies, con un sentido de responsabilidad en el manejo de los recursos.

#### **Contenido**

- 1.1. Técnica histológica
  - 1.1.1. Toma de muestra
  - 1.1.2. Fijación
  - 1.1.3. Deshidratación, aclaración
  - 1.1.4. Inclusión en parafina
  - 1.1.5. Microtomía
  - 1.1.6. Tinción y montaje
- 1.2. Microscopio óptico
- 1.3. Microscopios ópticos especiales
  - 1.3.1. Microscopio de contraste de fases
  - 1.3.2. Microscopio de interferencia
  - 1.3.3. Microscopía de campo oscuro
  - 1.3.4. Microscopía de luz ultravioleta
  - 1.3.5. Microscopía de luz polarizada
  - 1.3.6. Microscopía confocal

#### **Duración**

06 horas

### **Unidad II. Generalidades sobre los tejidos y tejido epitelial**

#### **Competencia**

Distinguir las características de los tejidos fundamentales, mediante la observación microscópica de laminillas histológicas, para explicar los criterios y fundamentos que determinan la clasificación de cada tejido, con sentido crítico y responsable.

#### **Contenido**

- 2.1. Concepto de célula, tejido, sustancia intercelular
- 2.2. Clasificación de los tejidos
- 2.3. Criterios y fundamentos de la clasificación

- 2.4. Tejido Epitelial
  - 2.4.1. Características generales del tejido epitelial
  - 2.4.2. Clasificación del tejido epitelial
  - 2.4.3. Epitelios de revestimiento y absorción
  - 2.4.4. Epitelios secretores o glandulares

***Duración***

06 horas

**Unidad III. Tejido conjuntivo**

***Competencia***

Diferenciar la morfología del tejido conjuntivo mediante la observación de laminillas histológicas para identificar los componentes de dicho tejido con atención al detalle y responsabilidad.

***Contenido***

- 3.1. Generalidades del tejido conjuntivo
- 3.2. Clasificación del tejido conjuntivo
- 3.3. Componentes del tejido conjuntivo
- 3.4. Variedades del tejido conjuntivo
- 3.5. Tejido conjuntivo propiamente dicho
- 3.6. Tejido cartilaginoso
- 3.7. Tejido óseo
- 3.8. Tejido linfoide
- 3.9. Tejido hematopoyético y sanguíneo
- 3.10. Tejido adiposo

***Duración***

06 horas

**Unidad IV. Tejido muscular**

***Competencia***

Comparar los tipos de tejido muscular por medio de la observación de laminillas histológicas para que le permitan distinguir su estructura y función con pensamiento crítico y curiosidad.

***Contenido***

- 4.1. Características del tejido muscular
- 4.2. Clasificación del tejido muscular
  - 4.2.1. Músculo esquelético
  - 4.2.2. Músculo cardíaco
  - 4.2.3. Músculo liso
- 4.3. Sarcómera

***Duración***

04 horas

**Unidad V. Tejido nervioso*****Competencia***

Distinguir las características morfológicas del tejido nervioso, mediante la observación de laminillas histológicas para integrar las relaciones entre este tejido y los diferentes sistemas que conforman al organismo, con una actitud crítica y responsable.

***Contenido***

- 5.1. Componentes del tejido nervioso
- 5.2. Tejido Glial o neuróglia
- 5.3. Meninges
- 5.4. Anatomía microscópica de:
  - 5.4.1. Cerebro
  - 5.4.2. Cerebelo
  - 5.4.3. Médula espinal
- 5.5 Nervios

***Duración***

06 horas

**Unidad VI. Órganos respiratorios y digestivos en vertebrados e invertebrados*****Competencia***

Integrar las características específicas de los principales órganos del sistema respiratorio y digestivo en vertebrados e invertebrados mediante la observación de laminillas histológicas para comparar estructuralmente los órganos, de tal manera que pueda aplicarlo en el cultivo de especies de importancia comercial y ambiental, con responsabilidad, disciplina y actitud crítica.

***Contenido***

- 6.1. Invertebrados
  - 6.1.1. Manto
  - 6.1.2. Branquias
  - 6.1.3. Palpos labiales
  - 6.1.4. Intestino y ciego
  - 6.1.5. Glándula digestiva y hepatopáncreas
- 6.2 Vertebrados
  - 6.2.1 Branquias
  - 6.2.2. Cavidad oral

- 6.2.3. Estómago, ciegos pilóricos e intestino
- 6.2.4. Hígado
- 6.2.5. Bazo
- 6.2.6. Riñón

***Duración***

04 horas

## **VIII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO**

### **Unidad I: Técnica histológica y de microscopía**

#### **Práctica 1: Técnica histológica**

***Duración***

09 horas

***Procedimiento***

1. Recibe instrucciones por parte del docente para la realización de la práctica.
2. Incluye en parafina los tejidos previamente procesados.
3. Observa la realización de cortes histológicos en microtomo rotatorio.
4. Aplica la técnica de coloración indicada por el docente.
5. Realiza el montaje de los cortes con medio de montaje para elaborar preparaciones permanentes.
6. Verifica el proceso aplicado mediante la observación del corte histológico en un microscopio compuesto.
7. Identifica y reflexiona sobre la correcta aplicación de la técnica histológica.
8. Describe en la bitácora de laboratorio el origen de la muestra, procesamiento, tinción empleada y esquemas de las observaciones realizadas.
9. Concluye sobre el procedimiento y observaciones realizadas.
10. Recibe retroalimentación del docente.

***Recursos de apoyo***

- Muestra.
- Reactivos para fijación.
- Equipos histológicos.
- Tren y kit de tinción.
- Material de seguridad.
- Bitácora de laboratorio.
- Microscopio y aceite de inmersión.

- Medios audiovisuales.

## **Unidad II: Generalidades sobre los tejidos y tejido epitelial**

### **Práctica 2: Tejido epitelial**

#### ***Duración***

06 horas

#### ***Procedimiento***

1. Recibe instrucciones por parte del docente para la realización de la práctica.
2. Utiliza el set de preparaciones permanentes proporcionadas por el docente.
3. Observa en microscopio compuesto empleando distintos aumentos.
4. Distingue los tipos de epitelio y sus características en cada preparación.
5. Registra en la bitácora de laboratorio los esquemas y anotaciones de las observaciones realizadas.
6. Concluye acerca de las observaciones realizadas.
7. Recibe retroalimentación del docente.

#### ***Recursos de apoyo***

- Laminillas histológicas con tejido epitelial.
- Medios audiovisuales.
- Microscopio compuesto.
- Aceite de inmersión.
- Bitácora de laboratorio.
- Papel de seda.

## **Unidad III: Tejido conjuntivo**

### **Práctica 3: Tejido conjuntivo propiamente dicho**

#### ***Duración***

09 horas

#### ***Procedimiento***

1. Recibe instrucciones por parte del docente para la realización de la práctica.
2. Utiliza el set de preparaciones permanentes proporcionadas por el docente.

3. Observa en microscopio compuesto empleando distintos aumentos.
4. Distingue los tipos de tejido conjuntivo propiamente dicho y sus características en cada preparación.
5. Registra en la bitácora de laboratorio los esquemas y anotaciones de las observaciones realizadas.
6. Concluye acerca de las observaciones realizadas.
7. Recibe retroalimentación del docente.

### ***Recursos de apoyo***

- Laminillas histológicas del tejido conjuntivo propiamente dicho.
- Medios audiovisuales.
- Microscopio compuesto.
- Aceite de inmersión.
- Bitácora de laboratorio.
- Papel de seda.

## **Práctica 4: Tejido conjuntivo especializado**

### ***Duración***

09 horas

### ***Procedimiento***

1. Recibe instrucciones por parte del docente para la realización de la práctica.
2. Utiliza el set de preparaciones permanentes proporcionadas por el docente.
3. Observa en microscopio compuesto empleando distintos aumentos.
4. Distingue los tipos de tejido conjuntivo especializado (sanguíneo, hematopoyético, linfoide, cartilaginoso, óseo y adiposo) y sus características en cada preparación.
5. Registra en la bitácora de laboratorio los esquemas y anotaciones de las observaciones realizadas.
6. Concluye acerca de las observaciones realizadas.
7. Recibe retroalimentación del docente.

### ***Recursos de apoyo***

- Laminillas histológicas del tejido conjuntivo especializado.
- Medios audiovisuales.

- Microscopio compuesto.
- Aceite de inmersión.
- Bitácora de laboratorio y papel de seda.

## **Unidad IV: Tejido muscular**

### **Práctica 5: Tejido muscular**

#### ***Duración***

03 horas

#### ***Procedimiento***

1. Recibe instrucciones por parte del docente para la realización de la práctica.
2. Utiliza el set de preparaciones permanentes proporcionadas por el docente.
3. Observa en microscopio compuesto empleando distintos aumentos.
4. Distingue el tejido muscular (esquelético, cardíaco y liso) y sus características en cada preparación.
5. Registra en la bitácora de laboratorio los esquemas y anotaciones de las observaciones realizadas.
6. Concluye acerca de las observaciones realizadas.
7. Recibe retroalimentación del docente.

#### ***Recursos de apoyo***

- Laminillas histológicas con tejido muscular.
- Medios audiovisuales.
- Microscopio compuesto.
- Aceite de inmersión.
- Bitácora de laboratorio.
- Papel de seda.

## **Unidad V: Tejido nervioso**

### **Práctica 6: Tejido nervioso**

#### ***Duración***

06 horas

### ***Procedimiento***

1. Recibe instrucciones por parte del docente para la realización de la práctica.
2. Utiliza el set de preparaciones permanentes proporcionadas por el docente.
3. Observa en microscopio compuesto empleando distintos aumentos.
4. Distingue los tipos de tejido nervioso (cerebro, cerebelo, médula espinal y nervios) y sus características en cada preparación.
5. Registra en la bitácora de laboratorio los esquemas y anotaciones de las observaciones realizadas.
6. Concluye acerca de las observaciones realizadas.
7. Recibe retroalimentación del docente.

### ***Recursos de apoyo***

- Laminillas histológicas del tejido nervioso.
- Medios audiovisuales.
- Microscopio compuesto.
- Aceite de inmersión.
- Bitácora de laboratorio.
- Papel de seda.

## **Unidad VI: Sistema digestivo en vertebrados e invertebrados**

### **Práctica 7: Sistema digestivo**

#### ***Duración***

03 horas

#### ***Procedimiento***

1. Recibe instrucciones por parte del docente para la realización de la práctica.
2. Utiliza el set de preparaciones permanentes proporcionadas por el docente.
3. Observa en microscopio compuesto empleando distintos aumentos.
4. Distingue, en cada preparación, las características que constituyen el tracto digestivo y los órganos que lo conforman.
5. Registra en la bitácora de laboratorio los esquemas y anotaciones de las observaciones realizadas.
6. Concluye acerca de las observaciones realizadas.
7. Recibe retroalimentación del docente.



### ***Recursos de apoyo***

- Laminillas histológicas de órganos del tracto digestivo.
- Medios audiovisuales.
- Microscopio compuesto.
- Aceite de inmersión.
- Bitácora de laboratorio y papel de seda.

## **Unidad VII: Sistema respiratorio en vertebrados e invertebrados**

### **Práctica 8: Sistema respiratorio**

#### ***Duración***

03 horas

#### ***Procedimiento***

1. Recibe instrucciones por parte del docente para la realización de la práctica.
2. Utiliza el set de preparaciones permanentes proporcionadas por el docente.
3. Observa en microscopio compuesto empleando distintos aumentos.
4. Distingue, en cada preparación, las características que constituyen el aparato respiratorio y los órganos que lo conforman.
5. Registra en la bitácora de laboratorio los esquemas y anotaciones de las observaciones realizadas.
6. Concluye acerca de las observaciones realizadas.
7. Recibe retroalimentación del docente.

### ***Recursos de apoyo***

- Laminillas histológicas de órganos del aparato respiratorio.
- Medios audiovisuales.
- Microscopio compuesto.
- Aceite de inmersión.
- Bitácora de laboratorio.
- Papel de seda.

## **IX. MÉTODO DE TRABAJO**

## Encuadre

Para tener derecho a examen ordinario y extraordinario, cada estudiante debe cumplir con los porcentajes de asistencia que establece el Estatuto Escolar vigente. La calificación es en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 60.

## Estrategia de enseñanza

- Aprendizaje basado en preguntas
- Técnica expositiva
- Discusión guiada e Instrucción guiada

## Estrategia de aprendizaje

- Investigación documental
- Trabajo colaborativo
- Realización de bitácoras

## X. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

### Criterios de acreditación

Para tener derecho a examen ordinario y extraordinario, cada estudiante debe cumplir con los porcentajes de asistencia que establece el Estatuto Escolar vigente. La calificación es en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 60.

### Criterios de evaluación

|   |                                           |      |
|---|-------------------------------------------|------|
| - | Evaluaciones parciales de laboratorio (3) | 50%  |
| - | Bitácora de laboratorio                   | 30%  |
| - | Asistencia                                | 10%  |
| - | Actividades                               | 10%  |
|   | Total                                     | 100% |

## XI. REFERENCIAS

### Recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

Gartner, L. P., & Hiatt, J. L. (2015). *Atlas en color y texto de histología* (6.<sup>a</sup> ed.). Editorial Médica Panamericana.

Junqueira, L. C., & Carneiro, J. (2006). *Histología básica*. McGraw-Hill Interamericana. [clásica]

Mescher, A. L. (2013). *Junqueira's basic histology: Text and atlas* (13th ed.). McGraw-Hill.

Ross, M. H., & Pawlina, W. (2016). *Histology: A text and atlas: With correlated cell and molecular biology* (7th ed.). Wolters Kluwer.

Welsch, U. (2014). *Sobotta: Histología* (ed. en español). Elsevier.

### Recursos de acceso libre o complementarios externos

Canal de OIRSA. (2017, 31 de julio). *B 3 2 histopatología: Procesamiento histológico, parte 1* [Archivo de video]. YouTube.

<https://www.youtube.com/watch?v=OzFgBhlOMoU>

Canal de OIRSA. (2017, 31 de julio). *B 3 2 histopatología: Procesamiento histológico, parte 2* [Archivo de video]. YouTube.

<https://www.youtube.com/watch?v=ZsK5OnBNVvQ>

Godoy, M. (s. f.). *Atlas electrónico de histología y patología en peces de acuicultura*.

<https://marcosgodoy.com/category/histologia/>

LaDouceur, E. E. (Ed.). (2021). *Invertebrate histology*. Wiley Blackwell.

Universidad de Vigo. (2025). *Atlas de histología vegetal y animal*.

<https://mmegias.webs.uvigo.es/6-tecnicas/1-introduccion.php>

## XII. PERFIL DOCENTE

Licenciatura en Biotecnología en Acuicultura, Biología, Veterinaria o área afín, preferentemente con posgrado de ciencias naturales, veterinarias o experiencia probada en el área de al menos tres años. También deberá contar con experiencia docente especializada en el diseño de estrategias de formación activa centrada en el estudiante. Además, el docente deberá ser una persona proactiva, analítica, objetiva y respetuosa.



**PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE**

**I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN**

|                                            |                                                                                                                                                               |
|--------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Unidad académica:</b>                   | Facultad de Ciencias Marinas, Ensenada.                                                                                                                       |
| <b>Programa educativo:</b>                 | Licenciatura en Biotecnología en Acuicultura                                                                                                                  |
| <b>Plan de Estudios:</b>                   | 2026-2                                                                                                                                                        |
| <b>Nombre de la unidad de aprendizaje:</b> | Administración de Empresas Acuícolas                                                                                                                          |
| <b>Clave:</b>                              |                                                                                                                                                               |
| <b>Distribución horaria:</b>               | Horas Clase: 03<br>Horas Taller: 01<br>Horas Laboratorio: 00<br>Horas Práctica de Campo: 00<br>Horas Clínicas: 00<br>Horas Extra-clase: 03<br><br>Créditos:07 |
| <b>Etapas de formación:</b>                | Disciplinaria                                                                                                                                                 |
| <b>Carácter:</b>                           | Obligatoria                                                                                                                                                   |
| <b>Requisito:</b>                          | Ninguno                                                                                                                                                       |
| <b>Modalidad de impartición:</b>           | Presencial                                                                                                                                                    |
| <b>Equipo de diseño:</b>                   | Miroslava Vivanco Aranda<br>José Alberto Zepeda Domínguez                                                                                                     |
| <b>Subdirección que aprueba el PUA:</b>    | Patricia Alvarado Graef                                                                                                                                       |
| <b>Fecha:</b>                              | 25 de febrero de 2026                                                                                                                                         |
| <b>Aprobación y registro:</b>              |                                                                                                                                                               |

## **II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE**

La unidad de aprendizaje de Administración de Empresas Acuícolas se ubica en la etapa disciplinaria, es de carácter obligatorio y pertenece al área de conocimiento de Gestión Estratégica para la Acuicultura Sostenible de la licenciatura de Biotecnología en Acuicultura. Su propósito es que el estudiantado comprenda el papel del biotecnólogo en la toma de decisiones técnico-administrativas que inciden directamente en la productividad, eficiencia y sostenibilidad de las organizaciones del sector acuícola. Tiene como finalidad el estudio de los fundamentos de administración y gestión empresarial en contextos acuícolas, para desarrollar una visión integral sobre cómo planear, organizar y dirigir empresas acuícolas desde una perspectiva estratégica y sostenible.

## **III. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE**

Analizar los fundamentos de la administración y la organización empresarial en el contexto acuícola, mediante el uso de herramientas técnico-administrativas, procesos de planeación, gestión del talento humano, toma de decisiones y mercadotecnia, para fortalecer la productividad, sostenibilidad y competitividad de las empresas acuícolas, con responsabilidad, honestidad, liderazgo y compromiso social.

## **IV. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE**

1. Proyecto Integrador que proponga estrategias de planeación, gestión del talento humano, toma de decisiones y mercadotecnia aplicadas a una empresa acuícola real o simulada, justificando sus propuestas con base en principios técnico-administrativos y criterios de sostenibilidad y responsabilidad social y presentarlo de manera grupal, formal al cierre del curso.
2. Un Portafolio de Evidencias que reflejen el desarrollo progresivo de las prácticas del taller, debe incluir los reportes de cada taller en el formato establecido y una reflexión crítica que incluya la aplicación de conceptos, procedimientos y habilidades técnico-administrativas que demuestren el desempeño del estudiantado a lo largo del curso.

## **V. COMPETENCIA PROFESIONAL DEL PERFIL DE EGRESO A LA QUE CONTRIBUYE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE**

Diseñar y gestionar proyectos acuícolas integrales, utilizando metodologías participativas, modelos de negocio sustentables y herramientas tecnológicas de acuicultura, para atender problemáticas productivas, sociales y ambientales en contextos locales y regionales, con actitud emprendedora, ética profesional, compromiso y responsabilidad social.

## **VI. EJE TRANSVERSAL AL QUE CONTRIBUYE**

Compromiso con la Responsabilidad Social y Excelencia.

## **VII. DESARROLLO POR UNIDADES**

### **Unidad I. Fundamentos de Administración y Organización Empresarial.**

#### **Competencia**

Analizar los principios y funciones de la administración y la organización empresarial aplicados al contexto acuícola, mediante la revisión de conceptos básicos, tipos de empresa y el enfoque sistémico, para comprender la importancia de la gestión administrativa en la eficiencia y sostenibilidad de las organizaciones acuícolas, con pensamiento crítico, ética profesional y responsabilidad.

#### **Contenido**

- 1.1 Conceptos básicos de administración y su importancia en acuicultura.
- 1.2 Diferencias entre organizaciones y empresas
- 1.3 Clasificación de empresas según tamaño, objeto social y sector acuícolas.
- 1.4 Enfoque sistémico de las organizaciones acuícolas

#### **Duración**

08 horas

### **Unidad II. Proceso Administrativo en Empresas Acuícolas.**

#### **Competencia**

Aplicar las etapas del proceso administrativo, planeación, organización, dirección y control en escenarios simulados de gestión acuícola, mediante el uso y análisis de herramientas técnico-administrativas, para fortalecer la capacidad de planificación, liderazgo y evaluación en las empresas acuícolas, con disciplina, compromiso y trabajo colaborativo.

#### **Contenido**

- 2.1. Planeación: establecimiento de objetivos y metas en acuicultura
- 2.2. Organización: estructura organizacional y diseño organizacional específico para empresas acuícolas.
- 2.3. Dirección: liderazgo, motivación y trabajo en equipo.
- 2.4. Control: monitoreo y evaluación de resultados.

#### **Duración**

10 horas

### **Unidad III. Diseño Organizacional y Gestión del Talento Humano.**

#### **Competencia**

Identificar estructuras organizacionales y estrategias de gestión del talento humano, mediante el uso de herramientas de análisis funcional, elaboración de organigramas y puestos de trabajo, así como la selección del estilo de liderazgo adecuado para mejorar la productividad, comunicación y clima laboral en empresas acuícolas, con liderazgo, empatía y responsabilidad social.

#### **Contenido**

- 3.1 Elaboración y análisis de organigramas en empresas acuícolas.
- 3.2 Descripción y análisis de puestos de trabajo relevantes en acuicultura.
- 3.3 Técnicas de liderazgo situacional y manejo de conflictos.
- 3.4 Formación y desarrollo de equipos interdisciplinarios.

#### **Duración**

08 horas

### **Unidad IV. Toma de Decisiones y Negociación.**

#### **Competencia**

Examinar alternativas de solución a problemas administrativos y de gestión en la acuicultura, mediante la aplicación de métodos de toma de decisiones, herramientas de análisis técnico y económico, estrategias de negociación y comunicación efectiva, para fortalecer la capacidad de resolución de problemas y la coordinación de entornos empresariales, con objetividad, creatividad, respeto y asertividad.

#### **Contenido**

- 4.1 Métodos de toma de decisiones en el contexto acuícola.
- 4.2 Herramientas para la toma de decisiones basadas en datos técnicos y económicos.
- 4.3 Técnicas de negociación y resolución de conflictos con proveedores, clientes y socios estratégicos.
- 4.4 Estrategias de comunicación efectiva en ambientes empresariales

#### **Duración**

08 horas

### **Unidad V. Mercadotecnia para la Empresa Acuícola.**

#### **Competencia**

Encontrar estrategias básicas de mercadotecnia para empresas acuícolas, mediante el análisis del entorno, la aplicación de las 4 P's y la identificación de oportunidades de mercado, para fomentar la competitividad y el posicionamiento de productos acuícolas, con creatividad, visión emprendedora y responsabilidad ética.

### **Contenido**

- 5.1 Principios básicos de mercadotecnia aplicados a productos acuícolas biotecnológicos.
- 5.2 Las 4 P's: Producto, Precio, Plaza, Promoción en acuicultura.
- 5.3 Análisis del mercado nacional e internacional de productos acuícolas.
- 5.4 Estrategias para posicionar productos biotecnológicos y fomentar la innovación en el mercado.

### **Duración**

08 horas

## **Unidad VI. Sostenibilidad y Responsabilidad Social Empresarial en Acuicultura.**

### **Competencia**

Agrupar los principios de sostenibilidad y responsabilidad social en la administración de empresas acuícolas, mediante la integración del análisis del manejo responsable de recursos, la gestión ambiental y el compromiso social, para contribuir a una acuicultura ética, resiliente y sustentable, con conciencia ambiental, equidad y compromiso social.

### **Contenido**

- 6.1 Conceptos de sostenibilidad aplicados a la gestión empresarial acuícola.
- 6.2 Manejo responsable de recursos.

### **Duración**

06 horas

## **VIII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER**

### **Unidad I. Fundamentos de Administración y Organización Empresarial**

#### **Práctica 1: Comprensión del funcionamiento sistémico de una empresa acuícola y las interrelaciones entre sus áreas clave**

### **Duración**

03 horas

### **Procedimiento**

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Integra equipos.
3. Identifica las áreas funcionales de una empresa acuícola simulada.
4. Elabora un mapa sistémico que muestre los flujos de información, materiales y decisiones.
5. Analiza interdependencias y puntos críticos de comunicación.
6. Expone oralmente al grupo el mapa sistémico y el análisis realizado, y recibe retroalimentación docente.



**Recursos de apoyo:**

- Rotafolio y plumones.
- Software para diagramación (Canva, Lucidchart o similar).
- Computadora con acceso a internet.

**Unidad II. Proceso Administrativo en Empresas Acuícolas****Práctica 2: Aplicación de las etapas del proceso administrativo en un caso práctico acuícola****Duración**

03 horas

**Procedimiento**

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Integra equipos.
3. Analiza el caso de una empresa acuícola simulada.
2. Define objetivos SMART y estrategias de planeación, organización, dirección y control.
3. Propone indicadores de desempeño y evaluación de resultados.
4. Expone sus conclusiones en plenaria y reciben retroalimentación grupal y docente.

**Recursos de apoyo:**

- Información de la unidad a simular (puede usarse la del taller 1)
- Software de presentación
- Computadora con acceso a internet

**Unidad III. Diseño Organizacional y Gestión del Talento Humano****Práctica 3: Elaboración de estructuras y roles organizacionales en empresas acuícolas.****Duración**

03 horas

**Procedimiento**

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Integra equipos.
3. Diseña un organigrama funcional de una empresa acuícola simulada.
4. Elabora descripciones de tres puestos clave (gerente técnico, jefe de producción, responsable de calidad).
5. Simula un rol de un puesto clave en una reunión de resolución de conflictos laborales.
6. Comparte en plenaria aprendizajes y discute el impacto del liderazgo en la productividad.

7. Recibe retroalimentación docente.

**Recursos de apoyo:**

- Plantillas de organigrama.
- Información descriptiva sobre funciones y perfiles.
- Computadora con acceso a internet.
- Guía de roles para simulación.

**Unidad IV. Toma de Decisiones y Negociación**

**Práctica 4: Análisis y negociación en escenarios acuícolas complejos.**

**Duración:**

03 horas

**Procedimiento**

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Integra equipos.
3. Analiza un escenario de crisis (por ejemplo, incremento de costos de insumos o conflicto con proveedores).
4. Construye una matriz de alternativas de decisión con criterios técnicos y financieros.
5. Representa un juego de roles de negociación entre actores (empresa, proveedor, comunidad).
6. Expone sus reflexiones sobre las decisiones tomadas y su impacto organizacional.
7. Recibe retroalimentación docente.

**Recursos de apoyo:**

- Computadora con acceso a internet
- Hojas de cálculo o software para análisis de decisiones.
- Guía de roles para simulación.

**Unidad V. Mercadotecnia para la Empresa Acuícola**

**Práctica 5: Diseño de estrategias de mercadotecnia para productos acuícolas.**

**Duración:**

02 horas

**Procedimiento**

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Integra equipos.
3. Selecciona un producto acuícola real o simulado.

4. Realiza un análisis de mercado básico e identifica el público objetivo.
5. Define las 4 P's (Producto, Precio, Plaza y Promoción).
6. Elabora un marketing canvas y presentan su propuesta tipo "pitch" empresarial
7. Entrega reporte con el plan de marketing y la presentación tipo "pitch".
8. Recibe retroalimentación docente

**Recursos de apoyo:**

- Computadora con acceso a internet.
- Plantillas de marketing canvas.
- Información sobre un caso práctico.
- Software de presentación.

**Unidad VI. Sostenibilidad y Responsabilidad Social Empresarial en Acuicultura**

**Práctica 6: Evaluación de la sostenibilidad integral de una empresa acuícola.**

**Duración**

02 horas

**Procedimiento**

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Integra equipos.
3. Analiza los principios de sostenibilidad y certificaciones más relevantes en acuicultura.
4. Evalúa un caso real o simulado mediante una matriz de sostenibilidad (ambiental, social y económica).
5. Propone acciones de mejora y debate sobre la responsabilidad social de las empresas acuícolas.
6. Entrega reporte que incluya el listado de las acciones de mejora y sus argumentaciones.
7. Recibe retroalimentación docente.

**Recursos de apoyo:**

- Computadora con acceso a internet
- Ficha de indicadores de sostenibilidad.
- Información del caso de estudio.

## **IX. MÉTODO DE TRABAJO**

### **Encuadre**

El primer día de clase, cada docente debe establecer de forma clara y formal:

- La metodología de trabajo.
- Criterios de evaluación y rúbricas.
- Reglas sobre la calidad y entrega de trabajos académicos.
- Derechos y obligaciones del docente y los estudiantes.

Esto debe quedar registrado y comunicado por medios institucionales (como Blackboard o correo institucional).

### **Estrategia de enseñanza**

- Aprendizaje basado en casos
- Aprendizaje basado en preguntas
- Aprendizaje basado en problemas
- Aprendizaje basado en proyectos
- Aprendizaje colaborativo
- Discusión guiada
- Estudio de caso
- Instrucción directa o guiada
- Proyectos integradores o interdisciplinarios
- Resolución de problemas reales con actores sociales
- Simulación de casos reales

### **Estrategia de aprendizaje**

- Aprendizaje autorregulado
- Desarrollo de proyectos sociales o productivos
- Investigación acción participativa
- Investigación documental

- Práctica reflexiva / Práctica reflexiva en campo
- Resolución de problemas
- Toma de apuntes estratégicos
- Trabajo colaborativo
- Trabajo de campo autónomo o investigativo

## X. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

### Criterios de acreditación

Para tener derecho a examen ordinario y extraordinario el estudiantado debe cumplir con los porcentajes de asistencia que establece el Estatuto Escolar vigente. La calificación es en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 60.

### Criterios de evaluación

|                          |      |
|--------------------------|------|
| Evaluaciones parciales   | 20%  |
| Portafolio de evidencias | 50%  |
| Proyecto integrador      | 30%  |
| Total                    | 100% |

## XI. REFERENCIAS

### Recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

Bunting, S. W. (2024). *Principles of sustainable aquaculture: Promoting social, economic and environmental resilience*. Routledge.

Engle, C. R. (2010). *Aquaculture economics and financing: Management and analysis*. Wiley-Blackwell. [clásica]

Engle, C. R., Quagraine, K. K., & Dey, M. M. (2016). *Seafood and aquaculture marketing handbook* (2nd ed.). Wiley-Blackwell.

Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2022). *Doing aquaculture as a business for small- and medium-scale producers*. FAO.

Gitman, L. J., & Zutter, C. J. (2022). *Principios de administración financiera* (15.<sup>a</sup> ed.). McGraw-Hill.

Goswami, U. C. (Ed.). (2014). *Aquaculture management*. Wiley-Blackwell.

- Hutchings, P., Kingsford, M., & Hoegh-Guldberg, O. (2007). *The Great Barrier Reef: Biology, environment and management*. CSIRO Publishing. [clásica]
- Martinell, D. P., Vergara-Solana, F. J., Padilla, M. E. A., & Garza, F. A. (Eds.). (2024). *An introduction to sustainable aquaculture*. Taylor & Francis.
- Pin Sun, L., & Engle, C. R. (2006). *Shrimp culture: Economics, market & trade*. Wiley-Blackwell. [clásica]
- Porter, M. E., & Kramer, M. R. (2023). *Creating shared value: Redefining capitalism and the role of the corporation in society*. Harvard Business Review Press.
- Timmons, M. B., & Ebeling, J. M. (2013). *Recirculating aquaculture*. Cayuga Aqua Ventures.
- Tobar Vega, H. (2005). *Administración de empresas acuícolas*. Escuela Superior Politécnica del Litoral. [clásica]
- United States Department of Agriculture. (2014). *Aquaculture management guide*. USDA.

### Recursos de acceso libre o complementarios externos

- Banco Interamericano de Desarrollo. (2023). *Sostenibilidad empresarial y gestión responsable de recursos naturales en América Latina y el Caribe*. <https://publications.iadb.org/es/sostenibilidad-empresarial-y-gestion-responsable-de-recursos-naturales>
- Engle, C. R. (2010). *Aquaculture economics and financing: Management and analysis*. Wiley-Blackwell.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2020). *The state of world fisheries and aquaculture 2020: Sustainability in action*. FAO. <https://www.fao.org/3/ca9229en/ca9229en.pdf>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2021). *Code of conduct for responsible fisheries*. FAO. <https://www.fao.org/fishery/code/en>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2022). *Blue transformation: Roadmap for aquatic food systems sustainability*. FAO. <https://www.fao.org/3/cc2468en/cc2468en.pdf>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2022). *Doing aquaculture as a business for small- and medium-scale producers*. FAO. <https://openknowledge.fao.org/handle/20.500.14283/cb8016en>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2024). *Aquaculture finance and investment: Strategies for sustainable growth*. FAO.

- García, M. E., & Hernández, R. A. (2021). Gestión del talento humano en organizaciones sostenibles. *Revista de Ciencias Sociales*, 27(1), 220–233.  
<https://revistacienciassociales.ucr.ac.cr/index.php/sociales/article/view/48220>
- García-Lozano, M. (2022). *Emprendimiento y sostenibilidad en la acuicultura mexicana*. Universidad Autónoma Metropolitana.
- Global Seafood Alliance. (2023). *Best aquaculture practices (BAP) standards*.  
<https://bapcertification.org/Standards>
- Organisation for Economic Co-operation and Development. (2020). *The circular economy in cities and regions: Synthesis report*. OECD.  
<https://www.oecd.org/cfe/circular-economy-cities.htm>
- Organisation for Economic Co-operation and Development. (2023). *Private investment and blue economy financing models*. OECD.
- Organización Internacional del Trabajo. (2019). *Guía práctica sobre trabajo decente en la pesca y la acuicultura*.  
[https://www.ilo.org/global/publications/WCMS\\_673922/lang-es/index.htm](https://www.ilo.org/global/publications/WCMS_673922/lang-es/index.htm)
- Porter, M. E. (2008). The five competitive forces that shape strategy. *Harvard Business Review*.  
<https://hbr.org/2008/01/the-five-competitive-forces-that-shape-strategy>
- Programa Nacional de Pesca y Acuicultura Sustentables 2020–2024. (2023). *Programa Nacional de Pesca y Acuicultura Sustentables 2020–2024*. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural–CONAPESCA.  
<https://www.gob.mx/conapesca/documentos/programa-nacional-de-pesca-y-acuicultura-sustentables-2020-2024>
- Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. (2023). *Diagnóstico de la acuicultura en México*. Gobierno de México.  
<https://www.gob.mx/agricultura/documentos/diagnostico-de-la-acuicultura-en-mexico>
- SustainAqua Project. (2018). *Sustainable aquaculture guidelines for producers*. European Commission.  
[https://ec.europa.eu/environment/archives/water/water-framework/ecoagriculture/pdf/SustainAqua\\_guidelines.pdf](https://ec.europa.eu/environment/archives/water/water-framework/ecoagriculture/pdf/SustainAqua_guidelines.pdf)
- Tobar Vega, H. (2005). *Administración de empresas acuícolas*. Escuela Superior Politécnica del Litoral.  
<http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/6579>
- United Nations Industrial Development Organization. (2023). *Circular economy and sustainable industrial development report 2023*. UNIDO.

## **XII. PERFIL DOCENTE**

La persona docente deberá contar con Licenciatura en Biología, Oceanología, Biotecnología en Acuicultura o área afín; preferentemente con posgrado en Administración/Gestión/Manejo de Recursos Marinos, Economía Azul y transformación azul, o Bioeconomía Pesquera y/o Acuícola o área afín, con dos años de experiencia probada en el área; con experiencia en el sector ejecutivo, específicamente en la coordinación de proyectos, contar con experiencia docente especializada en el diseño de estrategias de formación activa centrada en el estudiante. Además, ser una persona proactiva, analítica, ética, inclusiva, objetiva, respetuosa, responsable, y con habilidades para fomentar la creatividad y promotora del aprendizaje autónomo y colaborativo.





**PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE**

**I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN**

|                                            |                                                                                                                                                               |
|--------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Unidad académica:</b>                   | Facultad de Ciencias Marinas, Ensenada.                                                                                                                       |
| <b>Programa educativo:</b>                 | Licenciatura en Biotecnología en Acuicultura                                                                                                                  |
| <b>Plan de Estudios:</b>                   | 2026-2                                                                                                                                                        |
| <b>Nombre de la unidad de aprendizaje:</b> | Nutrición Acuícola                                                                                                                                            |
| <b>Clave:</b>                              |                                                                                                                                                               |
| <b>Distribución horaria:</b>               | Horas Clase: 02<br>Horas Taller: 01<br>Horas Laboratorio: 03<br>Horas Práctica de Campo: 00<br>Horas Clínicas: 00<br>Horas Extra-clase: 02<br><br>Créditos:08 |
| <b>Eta de formación:</b>                   | Disciplinaria                                                                                                                                                 |
| <b>Carácter:</b>                           | Obligatoria                                                                                                                                                   |
| <b>Requisito:</b>                          | Bioquímica                                                                                                                                                    |
| <b>Modalidad de impartición:</b>           | Presencial                                                                                                                                                    |
| <b>Equipo de diseño:</b>                   | Fernando Barreto Curie<br>Idaly Trejo Escamilla<br>Mario Alberto Galaviz Espinoza<br>Luis Manuel López Acuña                                                  |
| <b>Subdirección que aprueba el PUA:</b>    | Patricia Alvarado Graef                                                                                                                                       |
| <b>Fecha:</b>                              | 25 de febrero de 2026.                                                                                                                                        |
| <b>Aprobación y registro:</b>              |                                                                                                                                                               |

## II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

La unidad de aprendizaje de Nutrición Acuícola tiene como propósito que el estudiantado comprenda los procesos digestivos y metabólicos de los organismos acuáticos y los principios que sustentan la formulación de alimentos balanceados, fortaleciendo la eficiencia, sostenibilidad y competitividad en la producción acuícola. A través de contenidos teóricos y prácticos, desarrollara habilidades analíticas y aplicadas para diseñar dietas funcionales y evaluar la calidad de los alimentos, promoviendo actitudes responsables, pensamiento crítico e innovación tecnológica orientadas al manejo eficiente de los recursos y la mejora continua en la nutrición de peces, crustáceos y moluscos. Esta unidad de aprendizaje se ubica en la etapa disciplinaria, es de carácter obligatorio, pertenece al área de conocimiento Biotecnología y tiene como requisito cursar la unidad de aprendizaje de Bioquímica.

## III. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Diseñar dietas balanceadas para organismos acuáticos cultivados mediante la aplicación de principios bioquímicos, fisiológicos y nutricionales, empleando macro y micro ingredientes con perfiles adecuados de aminoácidos y ácidos grasos, con el propósito de evaluar y optimizar su calidad nutricional, funcionalidad y viabilidad en sistemas reales de producción acuícola que respondan a las necesidades del sector pesquero y acuícola, con pensamiento crítico, responsabilidad profesional y compromiso con la sostenibilidad.

## IV. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE

Portafolio técnico-científico como producto integrador de su proceso formativo, en el que recopile y analice información relevante sobre los procesos digestivos, fisiológicos y metabolismo de nutrientes, formulación de dietas y evaluación de alimentos acuícolas. Este incluirá:

- Investigaciones bibliográficas sobre temas clave en fisiología digestiva, anatomía del sistema digestivo y metabolismo de nutrientes.
- Reportes de prácticas de laboratorio sobre análisis de ingredientes, digestibilidad y calidad de alimento.
- Lectura crítica y exposición oral de un artículo científico reciente relacionado con la nutrición acuícola, destacando la comprensión del diseño experimental y los componentes nutricionales empleados.

## **V . COMPETENCIA PROFESIONAL DEL PERFIL DE EGRESO A LA QUE CONTRIBUYE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE**

Desarrollar procesos biotecnológicos y técnicas de cultivo optimizadas, mediante la formulación eficiente de alimentos balanceados y la aplicación de herramientas microbiológicas, biotecnológicas y económicas, con el objetivo de mejorar la calidad, inocuidad y valor nutricional de los productos acuícolas, con responsabilidad, ética profesional y respeto al ambiente.

## **VI. EJE TRANSVERSAL AL QUE CONTRIBUYE**

Compromiso con la Responsabilidad Social e Innovación Social

## **VII. DESARROLLO POR UNIDADES**

### **Unidad I. Introducción a la acuicultura, estado actual y su impacto en la nutrición acuícola**

#### **Competencia**

Explicar la evolución y el estado actual de los requerimientos nutricionales en especies acuícolas de importancia mundial, mediante el análisis de información científica sobre la historia e implicaciones de la nutrición en el área acuícola, para reconocer su relevancia en la formulación de alimentos balanceados y el desarrollo sostenible de los sistemas de cultivo, con responsabilidad social y respeto hacia el entorno productivo.

#### **Contenido**

- 1.1 Historia de la nutrición acuícola
- 1.2 Principales especies cultivadas en sistemas productivos
- 1.3 Estado actual de la acuicultura
- 1.4 Impacto de uso y disminución de la harina y aceite de pescado
- 1.5 Constitución de alimentos balanceados acuícolas

#### **Duración**

04 horas

### **Unidad II. Fisiología Digestiva**

#### **Competencia**

Analizar la estructura y funcionamiento del sistema digestivo de peces, crustáceos y moluscos, mediante la identificación de los factores ambientales, sensoriales y endocrinos que regulan el apetito y la saciedad, con el fin de comprender su influencia en la eficiencia alimenticia y el

bienestar animal, actuando con pensamiento crítico, ética científica y compromiso con la sostenibilidad.

### **Contenido**

- 2.1 Sistemas digestivos en organismos acuáticos
  - 2.1.1 Peces
  - 2.1.2 Crustáceos
  - 2.1.3 Moluscos
- 2.2 Factores que regulan el apetito y saciedad de organismos acuáticos
  - 2.2.1 Ambientales
    - 2.2.1.1 Factores físico-químicos
  - 2.2.2 Detección sensorial
    - 2.2.2.1 Visión
    - 2.2.2.2 Táctil
    - 2.2.2.3 Olor (Quimiorreceptores)
  - 2.2.3 Sistema endócrino gastroenteropancreático
    - 2.2.3.1 Hormonas de señalización
      - 2.2.3.1.1 Ghrelina
      - 2.2.3.1.2 Gastrina
      - 2.2.3.1.3 Colecistoquinina
      - 2.2.3.1.4 Somatostatina
      - 2.2.3.1.5 Colecistoquinina
      - 2.2.3.1.6 Péptido intestinal vasoactivo
      - 2.2.3.1.7 Insulina
      - 2.2.3.1.8 Glucagón
      - 2.2.3.1.9 Leptina
  - 2.2.4 Endocrinos
    - 2.2.4.1 Orexigénicos
    - 2.2.4.2 Anorexigénicos

### **Duración**

07 horas

## **Unidad III. Proteínas**

### **Competencia**

Evaluar la calidad, fuentes y requerimientos proteicos de los organismos acuáticos, mediante la interpretación de procesos de digestión, absorción y metabolismo de aminoácidos, para optimizar el aporte nutricional en dietas balanceadas y coadyuvar a la mejora continua de la producción acuícola, con actitud analítica y ética profesional

- 3.1 Fuentes de proteínas
- 3.2 Aminoácidos
- 3.3 Calidad proteica
- 3.4 Requerimiento proteico

- 3.5 Proteína ideal
- 3.6 Digestión y absorción de aminoácidos
- 3.6.1 Enzimas digestivas (proteasas)
- 3.7 Metabolismo proteico

### ***Duración***

04 horas

## **Unidad IV. Lípidos**

### **Competencia**

Interpretar las funciones biológicas de los lípidos y ácidos grasos esenciales en la nutrición acuícola, a través del estudio de sus fuentes, clasificación, digestión, absorción y metabolismo, para determinar su papel en el crecimiento, salud y calidad del producto final y coadyuvar en la innovación de la alimentación acuícola, con actitud responsable, crítica y comprometida.

### ***Contenido***

- 4.1. Fuentes y tipos de lípidos
- 4.2. Clasificación y estructuras lipídicas
- 4.3. Esencialidad de ácidos grasos
  - 4.3.1. ARA
  - 4.3.2. EPA
  - 4.3.3. DHA
  - 4.3.4. Colesterol
  - 4.3.5. Fosfolípidos
- 4.4. Digestión y absorción de ácidos grasos
  - 4.4.1. Enzimas digestivas (lipasas)
- 4.5. Metabolismo lipídico

### ***Duración***

04 hora

## **Unidad V. Carbohidratos**

### **Competencia**

Analizar el papel de los carbohidratos en la nutrición de organismos acuáticos, considerando sus fuentes, estructura, digestión y metabolismo energético, para evaluar su aporte en la formulación de dietas eficientes y sostenibles, con actitud reflexiva y crítica.

### ***Contenido***

- 5.1 Fuentes y tipos de carbohidratos
- 5.2 Clasificación y estructuras
- 5.3 Digestión y absorción de carbohidratos

5.3.1 Enzimas digestivas (amilasas)  
5.4 Metabolismo de los carbohidratos

***Duración***

04 horas

**Unidad VI. Micronutrientes y aditivos en la nutrición**

***Competencia***

Examinar la función de los micronutrientes y aditivos en la fisiología del crecimiento, metabolismo y respuesta inmunológica de los organismos acuáticos, mediante el análisis de sus mecanismos de acción y patologías asociadas a deficiencias o excesos, para promover una alimentación equilibrada y funcional, con responsabilidad, rigor científico y compromiso ético.

6.1. Vitaminas

6.1.1. Liposolubles e hidrosolubles

6.1.2. Patologías por deficiencias o excesos

6.2. Minerales

6.2.1 Calcio

6.2.2. Fósforo

6.3. Aminoácidos y ácidos grasos funcionales

6.3.1. Metabolismo

6.3.2. Esencialidad

6.3.3. Patologías por deficiencias

6.4. Probióticos y Prebióticos

6.4.1. Clasificación y estructura

6.4.2. Impacto en la fisiología del crecimiento, sistema inmune y microbiota

6.4.3. Ventajas y desventajas de uso

***Duración***

04 hora

**Unidad VII. Alimentación, formulación, y manufactura de alimentos funcionales**

***Competencia***

Diseñar y evaluar alimentos funcionales para organismos acuáticos, aplicando principios de formulación, selección de ingredientes, técnicas de manufactura y control de calidad, con el fin de mejorar la eficiencia, estabilidad y sustentabilidad de los alimentos acuícolas, con pensamiento crítico, innovación tecnológica y trabajo colaborativo.

***Contenido***

- 7.1 Principales ingredientes utilizados en la industria acuícola
- 7.2 Ventajas y desventajas de los principales ingredientes
- 7.3 Formulación de distintos alimentos para acuicultura
- 7.4 Manufactura
  - 7.4.1 Extrusión, ventajas y desventajas
  - 7.4.2 Paletización, ventajas y desventajas
  - 7.4.3 Etapas de elaboración
    - 7.4.3.1. Materias primas y almacenamiento
    - 7.4.3.2. Molienda
    - 7.4.3.3. Mezclado
    - 7.4.3.4. Enfriamiento
    - 7.4.3.5. Ensacado
- 7.5 Calidad de alimentos formulados
  - 7.5.1 Actividad específica del agua y su efecto en los alimentos formulados
  - 7.5.2 Rancidez
  - 7.5.3 Cristalización de almidones
  - 7.5.4 Finos

### **Duración**

05 horas

## **VIII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER**

### **Unidad III. Proteínas**

#### **Práctica 1: Fuentes proteicas en la formulación de dietas acuícolas**

### **Duración:**

03 horas

### **Procedimiento:**

1. Atiende las indicaciones iniciales de su docente sobre el contenido y clasificación de las principales fuentes proteicas utilizadas en la formulación de alimentos para organismos acuáticos.
2. Analiza las tablas de composición de ingredientes publicadas por el National Research Council (NRC) y distingue los aportes de proteínas provenientes de fuentes terrestres y marinas.
3. Elabora una hoja de cálculo en Excel que contenga:
  - a) Una primera pestaña con el listado de ingredientes seleccionados y sus contenidos proteicos.
  - b) Una segunda pestaña con al menos cinco formulaciones de dietas, donde se integren diferentes combinaciones de ingredientes.
4. Calcula los promedios de contenido proteico y realiza el balance comparativo entre fuentes terrestres y marinas.

5. Inserta los análisis proximales teóricos de cada ingrediente y verificar su coherencia con los valores nutricionales reportados.
6. Guarda el archivo con el formato: T1. Taller1\_Nombre Apellido y súbelo en el espacio designado “Entrega de Taller 1.0” del curso.
7. Presenta tus resultados ante el grupo y participa en la retroalimentación docente.

#### **Recursos de apoyo:**

- Computadora con acceso a internet y programa Excel.
- Tablas de composición del NRC (National Research Council).
- Calculadora y material de apoyo proporcionado por el docente.
- Proyector (para exposición grupal).

### **Unidad IV. Lípidos**

#### **Práctica 2: Fuentes lipídicas en la formulación de dietas acuícolas**

##### **Duración:**

03 horas

##### **Procedimiento:**

1. Atiende las indicaciones iniciales de su docente sobre la clasificación, características y funciones de las principales fuentes lipídicas empleadas en la formulación de dietas para organismos acuáticos.
2. Analiza las tablas de composición de ingredientes del National Research Council (NRC) para identificar los aportes de lípidos provenientes de fuentes terrestres y marinas, considerando su composición de ácidos grasos y su relevancia biológica.
3. Elabora una hoja de cálculo en Excel que contenga:
  - a) Una primera pestaña con el listado de ingredientes seleccionados y sus contenidos de lípidos totales y fracciones principales (ARA, EPA, DHA, colesterol, fosfolípidos).
  - b) Una segunda pestaña con al menos cinco formulaciones dietarias que integren diferentes combinaciones de fuentes lipídicas.
4. Calcula los promedios de contenido lipídico y realiza el balance comparativo entre las fuentes de origen terrestre y marino.
5. Registra los análisis proximales teóricos de los ingredientes seleccionados y discute sus posibles implicaciones en la eficiencia y calidad de la dieta formulada.
6. Guarda el archivo con el nombre T2. Taller2.0\_NombreApellido y adjúntalo en el espacio “Entrega de Taller 2.0” de la plataforma del curso.
7. Presenta los resultados obtenidos ante el grupo y participa en la retroalimentación guiada por el docente.



**Recursos de apoyo:**

- Computadora con acceso a internet y programa Excel.
- Tablas de composición de ingredientes del NRC (National Research Council).
- Calculadora científica.
- Material de apoyo y rúbrica de evaluación proporcionados por el docente.
- Proyector para exposición grupal.

**Unidad V. Carbohidratos****Práctica 3: Fuentes de carbohidratos en la formulación de dietas acuícolas****Duración:**

03 horas

**Procedimiento:**

1. Atiende las indicaciones iniciales de su docente sobre la clasificación, función y características de las principales fuentes de carbohidratos utilizadas en la nutrición de organismos acuáticos.
2. Analiza las tablas de composición de ingredientes del National Research Council (NRC) para identificar al menos cinco fuentes de carbohidratos, integrando los valores de fibra cruda, cenizas y extracto libre de nitrógeno (ELN) en el análisis proximal.
3. Elabora una hoja de cálculo en Excel que contenga:
  - a) Una primera pestaña con el listado de ingredientes seleccionados y sus valores de fibra, cenizas y ELN.
  - b) Una segunda pestaña con al menos cinco formulaciones de dietas, que incluyan diferentes combinaciones de fuentes de carbohidratos.
4. Calcula los promedios de los contenidos de fibra, cenizas y ELN, y realiza el balance comparativo entre fuentes terrestres y marinas, analizando su contribución energética y estructural.
5. Registra los análisis proximales teóricos de los ingredientes seleccionados, interpretando los resultados en función de su valor nutricional y digestibilidad potencial en especies acuáticas.
6. Guarda el archivo con el formato T3.Taller3.0\_NombreApellido y súbelo en el espacio designado "Entrega de Taller 3.0" dentro del curso.
7. Presenta los resultados ante el grupo y participa activamente en la retroalimentación docente.

**Recursos de apoyo:**

- Computadora con acceso a internet y programa Excel.

- Tablas de composición de ingredientes del NRC (National Research Council).
- Calculadora científica.
- Material de apoyo proporcionado por el docente.
- Proyector para exposición grupal.

## **UNIDAD VI. Micronutrientes en la nutrición**

### **Práctica 4: Fuentes de aminoácidos para la formulación de dietas acuícolas**

#### **Duración:**

03 horas

#### **Procedimiento:**

1. Atiende las indicaciones iniciales de su docente sobre la importancia del perfil de aminoácidos esenciales y no esenciales en la formulación de alimentos para organismos acuáticos.
2. Analiza las tablas de composición de ingredientes del National Research Council (NRC), identificando las principales fuentes proteicas y su respectivo perfil de aminoácidos.
3. Elabora una hoja de cálculo en Excel que contenga
  - a) Una primera pestaña con los valores de los aminoácidos presentes en los ingredientes seleccionados.
  - b) Una segunda pestaña con al menos cinco formulaciones de dietas, donde se integren diferentes combinaciones de fuentes proteicas.
4. Calcula los promedios y balances de aminoácidos entre fuentes terrestres y marinas, analizando su adecuación al perfil proteico ideal para organismos acuáticos.
5. Registra los análisis proximales teóricos y evalúa la coherencia nutricional de las formulaciones elaboradas.
6. Guarda el archivo con el formato T4.Taller4.0\_NombreApellido y adjúntelo en el espacio "Entrega de Taller 4.0" del curso.
7. Expone tus resultados ante el grupo y participa en la retroalimentación docente, destacando la relevancia del perfil aminoacídico en la nutrición y crecimiento de las especies.

#### **Recursos de apoyo:**

- Computadora con acceso a internet y programa Excel.
- Tablas de composición del NRC (National Research Council).
- Calculadora científica.
- Material de apoyo y rúbrica de evaluación proporcionados por el docente.
- Proyector para exposición grupal.

## **Unidad VII. Alimentación, formulación y manufactura de alimentos funcionales**

### **Práctica 5: Formulación de dietas balanceadas para organismos acuáticos**

**Duración:**

03 horas

**Procedimiento:**

1. Atiende las indicaciones iniciales de su docente sobre la formulación de dietas balanceadas y los requerimientos nutricionales de distintas especies acuáticas de importancia comercial.
2. Selecciona las especies proporcionadas por el docente (Tilapia, Trucha arcoíris, Totoaba, Jurel y Salmón) y consulta los requerimientos nutricionales establecidos para cada una, considerando los valores de referencia proporcionados por su docente.
3. Emplea las bases de datos generadas en tus ejercicios previos (fuentes proteicas, lipídicas, carbohidratos y aminoácidos) para elaborar cinco dietas completas que cumplan con los requerimientos nutricionales establecidos.
4. Diseña una hoja de cálculo en Excel que contenga:
  - a) Una primera pestaña con la lista de ingredientes seleccionados y sus valores nutricionales (proteína, lípidos, carbohidratos, aminoácidos y ácidos grasos).
  - b) Una segunda pestaña con las cinco formulaciones finales, donde se integren al menos diez aminoácidos y tres ácidos grasos esenciales (ARA, EPA y DHA).
5. Calcula los porcentajes totales de proteína, lípidos y carbohidratos, asegurando el equilibrio energético y la adecuada proporción de aceites y harinas de origen animal y vegetal.
6. Discute los resultados obtenidos, identificando las diferencias nutricionales entre especies y el impacto de las fuentes utilizadas sobre la calidad del alimento.
7. Guarda el archivo con el formato T5.Taller5.0\_NombreApellido y súbelo en el espacio "Entrega de Taller 5.0" del curso.
8. Expone su trabajo ante el grupo, destacando los criterios de formulación, los componentes seleccionados y los posibles ajustes nutricionales.

**Recursos de apoyo:**

- Computadora con acceso a internet y programa Excel.
- Tablas de composición de ingredientes del National Research Council (NRC).
- Calculadora científica.
- Material de apoyo proporcionado por el docente.
- Proyector para presentación grupal.

## **Práctica 6: Visita a planta de alimentos formulados o empresa de producción de harina de pescado<sup>1</sup>**

### **Duración:**

01 hora

### **Procedimiento:**

1. Atiende las orientaciones de su docente para el desarrollo de la práctica
2. Se realiza una visita a una empresa
3. Observa los materiales, estructuras y sistemas de de producción
4. Realiza una captura de imágenes digitales y notas técnicas.
5. Realiza y entrega un reporte técnico

### **Recursos de apoyo**

- Bitácora
- Cámara del celular o cámara
- Computadora

## **IX. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO**

### **UNIDAD I: Introducción a la acuicultura, estado actual y su impacto en la nutrición acuícola**

#### **Práctica 1: Normas de seguridad**

### **Duración**

03 horas

### **Procedimiento**

1. Atiende las orientaciones docentes sobre las normas de bioseguridad y los riesgos propios del laboratorio de nutrición acuícola.
2. Identifica las zonas seguras, salidas de emergencia y el equipo de seguridad disponible.
3. Aplica las normas de seguridad e higiene durante todas las actividades, utilizando bata, guantes y gafas protectoras.
4. Comprende acerca de la limpieza y desinfección de las superficies de trabajo antes y después de cada práctica.
5. Cumple las disposiciones de manejo y segregación de residuos según su tipo.

---

<sup>1</sup> Por indicaciones de la dirección y al ser sólo una visita donde las y los estudiantes observan los diferentes procesos que se llevan a cabo en la planta de alimentos lo dejaron en prácticas de taller para no alterar la cantidad de créditos y horas en la unidad de aprendizaje.

6. Elabora y entrega un reporte sobre las medidas preventivas observadas, su importancia en el trabajo experimental y recibe retroalimentación docente.

### ***Recursos de apoyo***

- Manual de prácticas.
- Rúbrica de reportes de laboratorio.

## **UNIDAD II. Fisiología Digestiva**

### **Práctica 2: Anatomía general y fisiología comparada de los órganos digestivos**

#### ***Duración***

03 horas

#### ***Procedimiento***

1. Atiende las indicaciones sobre los objetivos y normas de seguridad del trabajo con peces.
2. Realiza la disección de ejemplares de peces carnívoros y herbívoros para observar las estructuras del sistema digestivo.
3. Identifica los órganos principales como: boca, estómago, intestino, hígado, bazo, páncreas y ciegos pilóricos, y analiza su función.
4. Mide la longitud total del pez y la longitud del intestino para calcular la Longitud Relativa del Intestino (LRI).
5. Clasifica los organismos según su tipo de alimentación.
6. Registra las observaciones morfológicas y resultados obtenidos.
7. Limpia y desinfecta el material y el área de trabajo.
8. Elabora y entrega el reporte de práctica.
9. Recibe retroalimentación docente.

### ***Recursos de apoyo***

- Manual de prácticas.
- Equipo y material de laboratorio.
- Reactivos.
- Muestras de organismos acuáticos.
- Rúbrica de reportes de laboratorio.

### Práctica 3: Biometría en organismos acuícolas

#### **Duración**

03 horas

#### **Procedimiento**

1. Atiende las orientaciones sobre el manejo ético y seguro de organismos vivos
2. Selecciona los ejemplares a medir y registra los datos cuidadosamente en la bitácora
3. Mide longitud y peso de cada organismo utilizando ictiómetro y balanza
4. Calcula las tasas de crecimiento en longitud peso crecimiento específico TCE factor de condición mortalidad y sobrevivencia
5. Analiza los resultados y discute las posibles causas de variación
6. Limpia el material y área utilizada
7. Elabora el reporte con los parámetros productivos obtenidos
8. Recibe retroalimentación docente

#### **Recursos de apoyo**

- Manual de prácticas.
- Equipo y material de laboratorio.
- Organismos acuáticos.
- Rúbrica de reportes de laboratorio.

### UNIDAD III. Proteínas

### Práctica 4: Determinación de proteínas totales

#### **Duración**

06 horas

#### **Procedimiento**

1. Atiende las orientaciones sobre seguridad química y manipulación de reactivos
2. Pesa la muestra de dieta o tejido y realiza la digestión con los reactivos adecuados
3. Aplica el método colorimétrico por Kjeldahl para la cuantificación de proteínas
4. Calcula el contenido porcentual de proteína de acuerdo a la fuente proteínica
5. Registra los datos y los compara con los valores de referencia
6. Limpia el material y desecha correctamente los residuos
7. Elabora y entrega el reporte con cálculos y gráfica de resultados
8. Recibe retroalimentación docente

### **Recursos de apoyo**

- Manual de prácticas.
- Equipo y material de laboratorio.
- Reactivos.
- Muestras de organismos acuáticos.
- Rúbrica de reportes de laboratorio.

## **UNIDAD IV. Lípidos**

### **Práctica 5: Determinación de lípidos totales**

#### **Duración**

06 horas

#### **Procedimiento**

1. Atiende las normas de seguridad para el manejo de solventes orgánicos
2. Pesa una porción de la muestra seca
3. Realiza la extracción de lípidos totales con la mezcla de solventes (diclorometano metanol) hasta obtener el extracto lipídico
4. Evapora el solvente y pesa el residuo para determinar el porcentaje de lípidos
5. Registra los resultados y compara entre las diferentes muestras analizadas
6. Limpia el material y área de trabajo
7. Elabora el reporte con cálculos y análisis de resultados
8. Recibe retroalimentación docente

### **Recursos de apoyo**

- Manual de prácticas.
- Equipo y material de laboratorio.
- Reactivos.
- Muestras de organismos acuáticos.
- Rúbrica de reportes de laboratorio.

## **UNIDAD V. Carbohidratos**

### **Práctica 6: Determinación de humedad, cenizas totales y extracto libre de nitrógeno**

#### **Duración**

06 horas

### **Procedimiento**

1. Atiende las indicaciones sobre seguridad y manejo de hornos y muflas.
2. Pesa muestras representativas de las dietas o tejidos a analizar.
3. Determina la humedad por secado a 105°C hasta peso constante.
4. Calcina la muestra seca en la mufla a 550°C para determinar el contenido de cenizas.
5. Calcula el extracto libre de nitrógeno por diferencia.
6. Registra los datos y analiza los resultados en función del tipo de alimento.
7. Limpia y organiza el material utilizado.
8. Elabora el reporte con cálculos, tablas y conclusiones.
9. Recibe retroalimentación docente.

### **Recursos de apoyo**

- Manual de prácticas.
- Equipo y material de laboratorio.
- Reactivos.
- Muestras de organismos acuáticos.
- Rúbrica de reportes de laboratorio.

## **UNIDAD VI y VII. Alimentación, formulación y manufactura de alimentos funcionales**

### **Práctica 7: Formulación de dietas destinadas para organismos acuícolas**

#### **Duración**

03 horas

### **Procedimiento**

1. Atiende las orientaciones sobre los principios básicos de formulación de dietas.
2. Consulta la composición proximal de los ingredientes disponibles y los requerimientos nutricionales de la especie seleccionada.
3. Utiliza una base de datos o una hoja de cálculo (Excel) para calcular las proporciones de proteína, lípidos, carbohidratos, cenizas y energía requeridas.
4. Verifica que la dieta formulada cumpla con los valores nutricionales a la especie objetivo
5. Registra los resultados y reflexiona sobre los factores que afectan la calidad y el precio del alimento.
6. Guarda y organiza los archivos de formulación.
7. Recibe retroalimentación docente.



### **Recursos de apoyo**

- Manual de prácticas.
- Computadora
- Bases de datos de composición de ingredientes
- Rúbrica de reportes de laboratorio.

### **Práctica 8: Estabilidad de alimentos formulados**

#### **Duración**

03 horas

#### **Procedimiento**

1. Atiende las orientaciones sobre los parámetros de calidad de los pellets.
2. Pesa porciones iguales de diferentes dietas y colócalas en vasos con agua dulce y marina.
3. Registra el tiempo de hundimiento, hidratación y desintegración de los pellets.
4. Vuelve a pesar las muestras para calcular la retención de materia seca, índice de absorción de agua y flotabilidad.
5. Compara los resultados entre dietas y analiza su relación con el tipo de elaboración.
6. Limpia el material de medición y elimina adecuadamente los residuos.
7. Elabora el reporte con tablas y cálculos de estabilidad.
8. Recibe retroalimentación docente.

### **Recursos de apoyo**

- Manual de prácticas.
- Equipo y material de laboratorio.
- Reactivos.
- Muestras de alimentos formulados.
- Rúbrica de reportes de laboratorio

### **Práctica 9: Determinación de almidón en muestras de dietas**

#### **Duración**

06 horas

#### **Procedimiento**

1. Atiende las orientaciones docentes y normas de seguridad.

2. Pesa la muestra y la somete a una hidrólisis enzimática para liberar la glucosa.
3. Determina el contenido de almidón mediante método colorimétrico a través de kit para medir glucosa.
4. Lee la absorbancia en espectrofotómetro y calcula el porcentaje de almidón..
5. Registra los datos obtenidos y analiza las variaciones entre las muestras.
6. Limpia el material y el área de trabajo.
7. Elabora y entrega el reporte de los resultados obtenidos.
8. Recibe retroalimentación docente.

### **Recursos de apoyo**

- Manual de prácticas.
- Equipo y material de laboratorio.
- Reactivos.
- Muestras de alimentos formulados.
- Rúbrica de reportes de laboratorio

## **Práctica 10: Determinación de rancidez oxidativa (método del ácido tiobarbitúrico)**

### **Duración**

03 horas

### **Procedimiento**

1. Atiende las normas de seguridad para el manejo de reactivos químicos.
2. Pesa la muestra de alimento y prepara el extracto graso.
3. Agrega el reactivo de ácido tiobarbitúrico (TBA) y calienta a baño maría para desarrollar el color característico.
4. Mide la absorbancia a 532 nm y calcula el índice de rancidez expresado en mg de malonaldehído/kg de muestra.
5. Compara los resultados con los valores de referencia de frescura.
6. Limpia el material y desecha los residuos conforme a las normas.
7. Elabora el reporte de los resultados obtenidos.
8. Recibe retroalimentación docente.

### **Recursos de apoyo**

- Manual de prácticas.
- Equipo y material de laboratorio.
- Reactivos.
- Muestras de alimentos formulados.

- Rúbrica de reportes de laboratorio

### **Práctica 11: Determinación de nitrógeno de bases volátiles (NBV)**

#### ***Duración***

03 horas

#### ***Procedimiento***

1. Atiende las orientaciones sobre el manejo seguro de ácidos y vapores.
2. Pesa la muestra y realiza la destilación o titulación para determinar las bases volátiles.
3. Calcula la concentración de NBV expresada en mg de nitrógeno por 100 g de muestra.
4. Analiza los resultados en relación con los parámetros de calidad y frescura del alimento.
5. Registra los datos obtenidos, compara y discute con el grupo.
6. Limpia y desinfecta el material y área de trabajo.
7. Elabora el reporte con resultados y conclusiones.
8. Recibe retroalimentación docente.

#### ***Recursos de apoyo***

- Manual de prácticas.
- Equipo y material de laboratorio.
- Reactivos.
- Muestras de alimentos formulados.
- Rúbrica de reportes de laboratorio

### **Práctica 12: Análisis hematológicos en peces**

#### ***Duración***

03 horas

#### ***Procedimiento***

1. Atiende las orientaciones sobre bioseguridad y bienestar animal.
2. Realiza la toma de muestra sanguínea mediante el método indicado.
3. Determina parámetros hematológicos básicos (hematocrito, hemoglobina, leucocitos).
4. Registra y analiza los resultados para evaluar el estado fisiológico y de salud de los peces.
5. Compara los valores obtenidos con los rangos de referencia para la especie.
6. Limpia y desinfecta el material biológico y el área de trabajo.
7. Elabora y entrega el reporte de resultados obtenidos.
8. Recibe retroalimentación docente.

### **Recursos de apoyo**

- Manual de prácticas.
- Equipo y material de laboratorio.
- Reactivos.
- Peces
- Rúbrica de reportes de laboratorio

## **X. MÉTODO DE TRABAJO**

### **Encuadre**

El primer día de clase, cada docente debe establecer de forma clara y formal:

- La metodología de trabajo.
- Criterios de evaluación y rúbricas.
- Reglas sobre la calidad y entrega de trabajos académicos.
- Derechos y obligaciones del docente y las y los estudiantes.

Esto debe quedar registrado y comunicado por medios institucionales (como Blackboard o correo institucional).

### **Estrategias de enseñanza**

- Aprendizaje basado en problemas
- Aprendizaje basado en casos
- Aprendizaje basado en preguntas
- Técnica expositiva
- Discusión guiada
- Instrucción guiada

### **Estrategias de aprendizaje**

- Investigación documental
- Exposición de resoluciones de casos prácticos
- Trabajo colaborativo

- Técnica expositiva
- Mapas mentales
- Mapas conceptuales
- Cuadros comparativos
- Infografías

## XI. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

### Criterios de acreditación

Para tener derecho a examen ordinario y extraordinario cada estudiante debe cumplir con los porcentajes de asistencia que establece el Estatuto Escolar vigente. La calificación es en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 60.

### Criterios de evaluación

|                                             |      |
|---------------------------------------------|------|
| - Evaluaciones parciales                    | 40%  |
| - Portafolio técnico-científico             | 45%  |
| - Tareas                                    | 5%   |
| - Actividades (presentación de publicación) | 10%  |
| <i>Total</i>                                | 100% |

## XII. REFERENCIAS

### Recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

Halver, J. E., & Hardy, R. W. (2022). *Fish nutrition* (4th ed.). Academic Press.

National Research Council. (2011). *Nutrient requirements of fish and shrimp*. The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/13039> [clásica]

Merrifield, D., & Ringø, E. (2014). *Aquaculture nutrition: Gut health, probiotics, and prebiotics*. John Wiley & Sons. [clásica]

### Recursos de acceso libre o complementarios externos

Halver, J. E., & Hardy, R. W. (2022). *Fish nutrition* (4th ed.). Academic Press.

Bender, D. A. (2012). *Amino acid metabolism* (3rd ed.). Wiley-Blackwell.

Gunathilaka, B. E., Kim, G.-U., & Lee, S.-M. (2025). Fish meal replacement in chum salmon (*Oncorhynchus keta*) diet with alternative protein sources. *Aquaculture Nutrition*. <https://doi.org/10.1155/anu/4630480>

Kwon, T. W., & Cho, S. H. (2025). Dietary replacement impacts of fish meal with corn gluten meal on the growth, feed utilization, and biochemical composition of juvenile red sea bream (*Pagrus major*). *Aquaculture Nutrition*. <https://doi.org/10.1155/anu/8361723>

Sakhawat-Hossain, Md., Small, B. C., & Hardy, R. W. (2023). Insect lipid in fish nutrition: Recent knowledge and future application in aquaculture. *Reviews in Aquaculture*, 15(4), 1664–1688. <https://doi.org/10.1111/raq.12810>

Glencross, B. D., Bachis, E., Betancor, M. B., Calder, P. C., Lil, N., Newton, R., & Ruyter, B. (2025). Omega-3 futures in aquaculture: Exploring the supply and demands for long-chain omega-3 essential fatty acids by aquaculture species. *Reviews in Fisheries Science & Aquaculture*, 33(2), 167–216. <https://doi.org/10.1080/23308249.2024.2388563>

### XIII. PERFIL DOCENTE

Licenciatura o Ingeniería en Biología, Biotecnología en Acuicultura, Ingeniería en Acuicultura o Ciencias del Mar o en áreas afines a la unidad de aprendizaje, preferentemente con estudios de posgrado (maestría o doctorado) o experiencia profesional comprobable en el ámbito acuícola. Se requiere experiencia laboral y docente relacionada con la asignatura, especialmente en temas vinculados con nutrición, fisiología o producción de organismos acuáticos, con un mínimo de dos años de experiencia académica en el área. Asimismo, deberá caracterizarse por una actitud proactiva, positiva y tolerante, poseer habilidades de comunicación efectiva y demostrar capacidad para motivar la participación estudiantil, fomentando el pensamiento crítico, la creatividad, el trabajo colaborativo y el compromiso ético con la formación integral del estudiantado.



**PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE**

**I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN**

|                                                       |                                                                                                                                                               |               |                 |                  |
|-------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|-----------------|------------------|
| <b>Unidad académica:</b>                              | Facultad de Ciencias Marinas, Ensenada                                                                                                                        |               |                 |                  |
| <b>Programa educativo:</b>                            | Oceanología<br>Licenciatura en Biotecnología en Acuicultura<br>Licenciatura en Ciencias Ambientales                                                           |               |                 |                  |
| <b>Plan de Estudios:</b>                              | 2026-2                                                                                                                                                        |               |                 |                  |
| <b>Nombre de la unidad de aprendizaje:</b>            | Estadística Avanzada                                                                                                                                          |               |                 |                  |
| <b>Clave:</b>                                         |                                                                                                                                                               |               |                 |                  |
| <b>Distribución horaria:</b>                          | Horas Clase: 01<br>Horas Taller: 05<br>Horas Laboratorio: 00<br>Horas Práctica de Campo: 00<br>Horas Clínicas: 00<br>Horas Extra-clase: 01<br><br>Créditos:07 |               |                 |                  |
| <b>Características del PUA por programa educativo</b> | <b>Programa educativo</b>                                                                                                                                     | <b>Etapas</b> | <b>Carácter</b> | <b>Requisito</b> |
|                                                       | Oceanología                                                                                                                                                   | Disciplinaria | Obligatorio     | Ninguno          |
|                                                       | Licenciatura en Biotecnología en Acuicultura                                                                                                                  | Disciplinaria | Obligatorio     | Ninguno          |
|                                                       | Licenciatura en Ciencias Ambientales                                                                                                                          | Disciplinaria | Obligatorio     | Ninguno          |
| <b>Modalidad de impartición:</b>                      | Presencial                                                                                                                                                    |               |                 |                  |
| <b>Equipo de diseño:</b>                              | Danténoc Álvarez Millán<br>José Ángel Olivas Valdez<br>Juan Guillermo Vaca Rodríguez<br>Luis Manuel Enríquez Paredes<br>Bernardino Ricardo Eaton González     |               |                 |                  |
| <b>Subdirección que aprueba el PUA:</b>               | Patricia Alvarado Graef                                                                                                                                       |               |                 |                  |
| <b>Fecha:</b>                                         | 21 de mayo de 2026                                                                                                                                            |               |                 |                  |
| <b>Aprobación y registro:</b>                         |                                                                                                                                                               |               |                 |                  |

## **II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE**

Fortalecer la formación profesional del estudiantado mediante el desarrollo de competencias analíticas para el procesamiento y modelado estadístico de datos multidisciplinarios del ambiente marino y costero; además, de estudios de campo relacionados con las ciencias ambientales y la acuicultura.

La asignatura reviste una importancia estratégica, al proporcionar herramientas teóricas y metodológicas esenciales para la identificación de patrones, tendencias y relaciones entre variables que permitan explicar fenómenos en ambientes naturales y experimentales con rigor científico. Contribuye de manera directa a la consolidación de las competencias profesionales al fomentar en el estudiantado la capacidad para integrar y analizar información compleja, desarrollar modelos conceptuales y numéricos, y sustentar propuestas para el aprovechamiento sostenible de los sistemas marinos. Asimismo, promueve actitudes orientadas a la objetividad, responsabilidad ética y pensamiento crítico, necesarias para el ejercicio profesional en contextos interdisciplinarios y con pertinencia social.

## **III. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE**

Analizar datos provenientes del medio marino, terrestre y experimental, mediante el uso de métodos de inferencia, diseño experimental, modelación estadística y procesamiento multivariado de datos, con el propósito de interpretar fenómenos complejos, sustentar decisiones técnico-científicas y generar propuestas fundamentadas en evidencia cuantitativa, con objetividad, pensamiento crítico, ética profesional y responsabilidad social en contextos multidisciplinarios.

## **IV. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE**

Portafolio de evidencia que contenga los reportes técnicos donde se plantean y resuelven diversos problemas de estadística de las ciencias naturales, de origen experimental, bibliográfico o simulado, que requiera el uso de diversas técnicas de inferencia estadística, diseño experimental o análisis multivariado, integrando herramientas computacionales y de inteligencia artificial. El documento deberá evidenciar la correcta aplicación de los métodos estudiados, el análisis crítico de los resultados y una reflexión sobre la pertinencia de la solución desde una perspectiva científica, social y de sostenibilidad ambiental, demostrando pensamiento crítico, apego a la verdad y uso ético de las tecnologías digitales.

## **V. COMPETENCIA PROFESIONAL DEL PERFIL DE EGRESO A LA QUE CONTRIBUYE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE**

### **Oceanología**

Generar e integrar información pertinente del medio marino y costero a partir de la aplicación del método científico, técnicas y tecnologías de vanguardia en las áreas de la química, física, matemáticas, biología y geología, para coadyuvar en la explicación de fenómenos naturales e



impactos generados por las actividades humanas, con honestidad, ética, pensamiento sistemático y trabajo colaborativo

### **Licenciatura en Biotecnología en Acuicultura**

Desarrollar procesos biotecnológicos y técnicas de cultivo optimizadas, a través del uso de herramientas bioquímicas, microbiológicas y biotecnológicas, para mejorar la calidad, inocuidad y valor nutricional de los productos acuícolas, con responsabilidad, ética profesional y respeto por el ambiente.

### **Licenciatura en Ciencias Ambientales**

Diagnosticar problemáticas socioecosistémicas mediante el análisis multidisciplinario para visibilizar las causas y consecuencias que los originan así como esquematizar estrategias de solución, con un enfoque integral y un firme compromiso social.

## **VI. EJE TRANSVERSAL AL QUE CONTRIBUYE**

Pensamiento crítico, excelencia y vanguardia.

## **VII. DESARROLLO POR UNIDADES**

### **Unidad I. Fundamentos básicos de estadística inferencial**

#### **Competencia**

Analizar datos reales o simulados, relacionados a las ciencias naturales, a través del procesamiento de variables cualitativas y cuantitativas para inferir características de una población, con una actitud crítica y objetividad.

#### **Contenido**

- 1.1. Conceptos básicos de poblaciones y muestras.
- 1.2. Tipos de variables
  - 1.2.1. Cualitativas
  - 1.2.2. Cuantitativas
- 1.3. Escalas de medición
- 1.4. Muestreo y experimentación
  - 1.4.1. Tipos de muestreo
  - 1.4.2. Elementos de diseño experimental
- 1.5. Intervalos de confianza para muestras grandes y chicas.
  - 1.5.1. Medias (Normal, t-Student)
  - 1.5.2. Proporciones (Normal, t-Student)
  - 1.5.3. Varianzas ( $\chi^2$ )
- 1.6. Contrastes de hipótesis para muestras grandes y chicas
  - 1.6.1. Medias (Normal, t-Student)
  - 1.6.2. Proporciones (Normal, t-Student)
  - 1.6.3. Varianzas ( $\chi^2$ )

**Duración**

4 horas

**Unidad II. Estimación y contraste de hipótesis para dos muestras****Competencia**

Establecer diferencias entre parámetros de dos poblaciones con base a los estimadores muestrales, para hacer inferencias respecto a las medidas de tendencia central y de dispersión, con una actitud crítica y propositiva.

**Contenido**

- 2.1. Pruebas de normalidad
  - 2.1.1. Gráficas
  - 2.1.2. Shapiro-Wilk y Kolmogorov-Smirnov
- 2.2. Errores tipo I y II
- 2.3. Diferencia entre medias (Normal, t-Student)
  - 2.3.1. Independientes con varianzas iguales (Prueba Fisher)
  - 2.3.2. Independientes con varianzas distintas (Prueba Fisher)
  - 2.3.3. Dependientes
- 2.4. Diferencia entre proporciones (Normal,  $\chi^2$ )
- 2.5. Potencia y estimación del tamaño mínimo de muestra
- 2.6. Pruebas no paramétricas
  - 2.6.1. Mann-Whitney
  - 2.6.2. Wilcoxon

**Duración**

4 horas

**Unidad III. Análisis de varianza con 2 o más muestras.****Competencia**

Analizar datos de dos o más muestras de las ciencias naturales, mediante el uso de métodos paramétricos y no paramétricos, para hacer inferencias respecto a las medidas de tendencia central de las poblaciones con una actitud crítica, propositiva y reflexiva.

**Contenido**

- 3.1. Análisis de varianza
  - 3.1.1. Requisitos de ANOVA
    - 3.1.1.1. Pruebas de normalidad (Kolmogorov-Smirnov y Shapiro Wilks)
    - 3.1.1.2. Pruebas de homocedasticidad (Levene y Bartlett)
  - 3.1.2. ANOVA de una vía
- 3.2. Contrastes y comparaciones múltiples
- 3.3. ANOVA de bloques (2 vías, sin réplicas)
- 3.4. ANOVA de dos vías con réplicas

### 3.5. Pruebas no paramétricas

#### 3.5.1. Kruskal-Wallis

#### 3.5.2. Friedman

#### 3.5.3. Tablas de contingencia (*Chi cuadrado*)

### **Duración**

4 horas

## **Unidad IV Introducción al análisis multivariado.**

### **Competencia**

Interpretar la relación entre dos variables cuantitativas o cualitativas, mediante modelos matemáticos para tomar decisiones sobre diversos fenómenos con actitud crítica, metódica y persistente.

### **Contenido**

#### 4.1. Coeficientes de asociación entre dos o más variables

##### 4.1.1. Asociación lineal de Pearson

##### 4.1.2. Asociación de Spearman

##### 4.1.3. Correlación ( $r$ ) y determinación ( $r^2$ )

#### 4.2. Asociación entre una variable independiente y otra dependiente

##### 4.2.1. Regresión lineal

##### 4.2.2. Regresión polinomial

##### 4.2.3. Regresión exponencial

##### 4.2.4. Análisis de tendencias

### **Duración**

4 horas

## **VIII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER**

### **Unidad I. Introducción y repaso de fundamentos básicos de estadística**

#### **Taller 0: Familiarización con los paquetes programáticos a utilizar en el curso (semana 1).**

### **Duración**

5 horas

### **Procedimiento**

1. Atiende las indicaciones de su docente para el desarrollo del taller y para el desarrollo del reporte que debe presentarse al finalizar esta semana de trabajo.
2. Atiende las indicaciones de su docente sobre el uso básico de los diversos paquetes de programación que se utilizarán durante el curso.

3. Practica de forma individual con apoyo de su docente y pares de clase, las formas básicas de captura de datos para cada uno de los paquetes de programática que se utilizaran durante el curso (hoja de cálculo y programas especializados para estadística).
4. Practica de forma individual con apoyo de su docente y pares de clase, las formas de realizar operaciones aritméticas básicas para cada uno de los paquetes de programática que se utilizaran durante el curso (hoja de cálculo y programas especializados para estadística). Utiliza los datos capturados durante el paso 3 para apoyarte en esto.
5. Practica de forma individual con apoyo de su docente y pares de clase, las formas de llamar funciones básicas predefinidas para cada uno de los paquetes de programática que se utilizaran durante el curso (hoja de cálculo y programas especializados para estadística). Utiliza los datos capturados durante el paso 3 para apoyarte en esto.
6. Practica de forma individual con apoyo de su docente y pares de clase, las formas de visualizar tus datos de forma gráfica, para cada uno de los paquetes de programática que se utilizaran durante el curso (hoja de cálculo y programas especializados para estadística). Utiliza los datos capturados durante el paso 3 para apoyarte en esto.
7. Practica de forma individual con apoyo de su docente y pares de clase, las formas de insertar imágenes, logos y gráficos en general para cada uno de los paquetes de programática que se utilizaran durante el curso (hoja de cálculo y programas especializados para estadística).
8. Analiza de forma crítica las ventajas y desventajas que cada uno de los programas informáticos le ofrecen.
9. Discute con los compañeros y el maestro, cuáles serían los posibles escenarios en los que convendría más utilizar un paquete informático en comparación a los otros.
10. Incorpora todo en el reporte del taller.

### **Recursos de apoyo**

- Computadora con hoja de cálculo.
- Paquetes especializados para estadística.

### **Taller 1: Estimación de parámetros desconocidos mediante intervalos de confianza para muestras grandes (semana 2).**

#### **Duración**

2 horas

#### **Procedimiento**

1. Atiende las indicaciones de su docente para el desarrollo del taller y del reporte que debe presentarse al finalizar la semana.
2. Captura en la computadora los datos a trabajar para los diversos problemas planteados.
3. Identifica los tipos de variable y la naturaleza del problema a resolver en cada caso.
4. Identifica el tipo de estadístico que interesa trabajar en cada uno de los conjuntos de datos, la distribución de probabilidad y por ende, las fórmulas correctas a utilizar, según las características particulares de cada problema.
5. Estima un intervalo de confianza apropiado para cada uno de los conjuntos de datos dados.

6. Interpreta los resultados obtenidos.
7. Analiza y compara las diferencias que distinguen en cada problema, los estadísticos, distribuciones de probabilidad y fórmulas correctas a utilizar.
8. Discute los análisis de los pasos 6 y 7 con sus pares y docente.
9. Utiliza la retroalimentación para posiblemente corregir el análisis de los pasos 6 y 7.
10. Incorpora todo esto en el reporte del taller

### **Recursos de apoyo**

- Computadora con hoja de cálculo o un paquete especializado para estadística.

## **Taller 2: Estimación de parámetros desconocidos mediante intervalos de confianza para muestras pequeñas (semana 2).**

### **Duración**

3 horas

### **Procedimiento**

1. Atiende las indicaciones de su docente para el desarrollo del taller y del reporte que debe presentarse al finalizar esta semana.
2. Captura en la computadora los datos a trabajar para los diversos problemas que se plantean.
3. Identifica los tipos de variable y la naturaleza del problema a resolver en cada caso.
4. Identifica los estadísticos que interesa trabajar en cada uno de los conjuntos de datos, la distribución de probabilidad y por ende, las fórmulas correctas a utilizar según las características particulares de cada problema.
5. Estima un intervalo de confianza apropiado para cada uno de los conjuntos de datos dados.
6. Interpreta los resultados obtenidos.
7. Analiza y compara las diferencias que distinguen cada problema, los estadísticos, distribuciones de probabilidad y fórmulas correctas a utilizar.
8. Extiende el análisis para incluir los casos trabajados en el taller 1.
9. Discute tus observaciones de los pasos 6, 7 y 8 con sus pares y docente.
10. Utiliza la retroalimentación para posiblemente corregir el análisis de los pasos 6, 7 y 8.
11. Incorpora todo esto en el reporte del taller.

### **Recursos de apoyo**

- Computadora con hoja de cálculo o un paquete especializado para estadística.

## **Taller 3: Contraste de hipótesis para muestras grandes (semana 3).**

### **Duración**

5 horas

### **Procedimiento**

1. Atiende las indicaciones de su docente para el desarrollo del taller y del reporte que debe presentarse al finalizar esta semana.
2. Captura en la computadora los datos a trabajar para los diversos problemas que se plantean.
3. Identifica los estadísticos que interesa trabajar en cada uno de los conjuntos de datos.
4. Plantea un contraste de hipótesis adecuado para cada problema, capturando la esencia particular de las conjeturas que se pretenden comprobar o desmentir en cada uno de los conjuntos de datos dados.
5. Identifica, según el tipo de estadístico de interés en cada problema, la distribución de probabilidad adecuada para trabajar cada uno de los contrastes de hipótesis y por ende, las fórmulas correctas a utilizar según las características particulares de cada problema.
6. Resuelve cada contraste de hipótesis planteado.
7. Interpreta los resultados obtenidos.
8. Analiza y compara las diferencias que distinguen cada problema, los estadísticos, distribuciones de probabilidad y fórmulas correctas a utilizar.
9. Analiza las principales diferencias que distinguen los problemas a resolver con contrastes de hipótesis, en comparación a los problemas a resolver con intervalos de confianza de los talleres 1 y 2.
10. Discute las observaciones de los pasos 6, 7, 8 y 9 con sus pares y docente.
11. Utiliza la retroalimentación para posiblemente corregir el análisis de los pasos 6, 7, 8 y 9.
12. Incorpora todo esto en el reporte del taller

### **Recursos de apoyo**

- Computadora con hoja de cálculo o un paquete especializado para estadística.

### **Taller 4: Contraste de hipótesis para muestras pequeñas (semana 4).**

#### **Duración**

5 horas

#### **Procedimiento**

1. Atiende las indicaciones de su docente para el desarrollo del taller y del reporte que debe presentar al finalizar la semana.
2. Captura en la computadora los datos a trabajar para los diversos problemas que se plantean.
3. Identifica los estadísticos que interesa trabajar en cada uno de los conjuntos de datos.
4. Plantea un contraste de hipótesis adecuado para cada problema, capturando la esencia particular de las conjeturas que se pretenden comprobar o desmentir en cada uno de los conjuntos de datos.
5. Identifica, según el tipo de estadístico de interés, la distribución de probabilidad adecuada para trabajar cada uno de estos contrastes de hipótesis y por ende, las fórmulas correctas a utilizar según las características particulares de cada problema.

6. Resuelve cada contraste de hipótesis planteado.
7. Interpreta los resultados obtenidos.
8. Analiza y compara las diferencias que distinguen en cada problema, los estadísticos, distribuciones de probabilidad y fórmulas correctas a utilizar.
9. Analiza las principales diferencias que distinguen las muestras grandes de las pequeñas y por ende, las distribuciones de probabilidad adecuadas, incluyendo el análisis de los resultados obtenidos en el taller 3.
10. Discute las observaciones de los pasos 6, 7, 8 y 9 con sus pares y docente.
11. Utiliza la retroalimentación para posiblemente corregir el análisis de los pasos 6, 7, 8 y 9.
12. Incorpora todo esto en el reporte del taller

### **Recursos de apoyo**

- Computadora con hoja de cálculo o un paquete especializado para estadística.

## **Unidad II. Estimación y contraste de hipótesis para dos muestras**

### **Taller 5: Pruebas de normalidad (semana 5)**

#### **Duración**

2 horas

#### **Procedimiento**

1. Atiende las indicaciones de su docente para el desarrollo del taller y del reporte que se presenta al final de la semana.
2. Captura en la computadora los datos a trabajar para los diversos problemas que se plantean.
3. Identifica los estadísticos que interesa trabajar en cada uno de los conjuntos de datos.
4. Realiza pruebas gráficas de normalidad para cada conjunto de datos.
5. Realiza pruebas analíticas de normalidad para cada conjunto de datos.
6. Interpreta los resultados obtenidos.
7. Analiza las ventajas y desventajas de los métodos gráficos y analíticos que se utilizan, poniendo particular atención a los casos en que cada técnica es más apropiada.
8. Reflexiona sobre las implicaciones que las pruebas de normalidad tienen sobre la elección del método a trabajar.
9. Analiza el posible impacto que esto tiene sobre los resultados obtenidos en talleres pasados.
10. Incorpora todo esto en el reporte del taller.

### **Recursos de apoyo**

- Computadora con hoja de cálculo o un paquete especializado para estadística.

## **Taller 6: Intervalos de confianza para la diferencia de parámetros provenientes de 2 muestras (semana 5).**

### ***Duración***

3 horas

### ***Procedimiento***

1. Atiende las indicaciones de su docente para el desarrollo del taller y del reporte que debe presentar al finalizar esta semana.
2. Captura en la computadora los datos a trabajar para los diversos problemas que se plantean.
3. Identifica los estadísticos que interesa trabajar en cada uno de los conjuntos de datos.
4. Identifica, según el tipo de estadístico de interés en cada problema, la distribución de probabilidad adecuada y por ende, las fórmulas correctas a utilizar según las características particulares de cada problema.
5. Estima un intervalo de confianza apropiado para cada uno de los conjuntos de datos dados.
6. Interpreta los resultados obtenidos.
7. Analiza las principales diferencias que aplican a los distintos tipos de estadísticos, a muestras grandes y pequeñas y a las distribuciones de probabilidad adecuadas en cada caso.
8. Discute el análisis con sus pares y docente.
9. Incorpora todo esto en el reporte del taller.

### ***Recursos de apoyo***

- Computadora con hoja de cálculo o un paquete especializado para estadística.

## **Taller 7: Contraste de hipótesis para 2 muestras grandes (semana 6).**

### ***Duración***

5 horas

### ***Procedimiento***

1. Atiende las indicaciones de su docente para el desarrollo del taller y del reporte que debe presentar al finalizar la semana.
2. Captura en la computadora los datos a trabajar para los diversos problemas que se plantean.
3. Identifica los estadísticos que interesa trabajar en cada uno de los conjuntos de datos.
4. Plantea un contraste de hipótesis adecuado para cada problema, capturando la esencia particular de las conjeturas que se pretenden comprobar o desmentir en cada uno de los conjuntos de datos dados.
5. Identifica, según el tipo de estadístico de interés en cada problema, la distribución de probabilidad adecuada para trabajar cada uno de estos contrastes de hipótesis y por ende, las fórmulas correctas a utilizar según las características particulares de cada problema.



6. Resuelve los contrastes de hipótesis planteados.
7. Interpreta los resultados obtenidos.
8. De los pasos 3, 4 y 5, analiza y compara las diferencias que distinguen, en cada problema, los estadísticos de interés, distribuciones de probabilidad y fórmulas correctas a utilizar.
9. Analiza las similitudes y diferencias que existen entre estos problemas y los problemas resueltos en talleres previos, particularmente con los talleres 3 y 4.
10. Incorpora todo esto en el reporte del taller.

### **Recursos de apoyo**

- Computadora con hoja de cálculo o un paquete especializado para estadística.

## **Taller 8: Contraste de hipótesis para muestras pequeñas (semana 7).**

### **Duración**

5 horas

### **Procedimiento**

1. Atiende las indicaciones de su docente para el desarrollo del taller y del reporte que debe presentar al finalizar la semana.
2. Captura en la computadora los datos a trabajar para los diversos problemas que se plantean.
3. Identifica los estadísticos que interesa trabajar en cada uno de los conjuntos de datos.
4. Plantea un contraste de hipótesis adecuado para cada problema, capturando la esencia particular de las conjeturas que se pretenden comprobar o desmentir en cada uno de los conjuntos de datos dados.
5. Identifica, según el tipo de estadístico de interés en cada problema, la distribución de probabilidad adecuada para trabajar cada uno de los contrastes de hipótesis y por ende, las fórmulas correctas a utilizar, según las características particulares de cada problema.
6. Resuelve los contrastes de hipótesis planteados.
7. Interpreta los resultados obtenidos.
8. De los pasos 3, 4 y 5, analiza y compara las diferencias que distinguen en cada problema, los estadísticos de interés, distribuciones de probabilidad y fórmulas correctas a utilizar.
9. Analiza las similitudes y diferencias que existen entre estos problemas y los problemas resueltos en talleres previos, particularmente con el taller 7.
10. Incorpora todo esto en el reporte del taller.

### **Recursos de apoyo**

- Computadora con hoja de cálculo o un paquete especializado para estadística.

## **Taller 9: Pruebas no paramétricas (semana 8).**

### **Duración**

5 horas

### **Procedimiento**

1. Atiende las indicaciones de su docente para el desarrollo del taller y para la elaboración del reporte que debe presentar al finalizar esta semana.
2. Captura en la computadora los datos a trabajar para los diversos problemas que se plantean.
3. Identifica los estadísticos que interesa trabajar en cada uno de los conjuntos de datos.
4. Plantea un contraste de hipótesis adecuado para cada problema, capturando la esencia particular de las conjeturas que se pretenden comprobar o desmentir en cada uno de los conjuntos de datos dados.
5. Identifica, según el tipo de estadístico de interés en cada problema, la distribución de probabilidad adecuada para trabajar cada uno de los contrastes de hipótesis y por ende, las fórmulas correctas a utilizar, según las características particulares de cada problema.
6. Resuelve los contrastes de hipótesis planteados.
7. Interpreta los resultados obtenidos.
8. Analiza y compara las diferencias que distinguen a cada problema, los estadísticos de interés, distribuciones de probabilidad y fórmulas correctas a utilizar.
9. Analiza las similitudes y diferencias que existen entre estos problemas y los planteados en talleres previos, particularmente con los talleres 6 y 7.
10. Incorpora todo esto en el reporte del taller.

### **Recursos de apoyo**

- Computadora con hoja de cálculo o un paquete especializado para estadística.

## **Unidad III: Estimación y contraste de hipótesis con dos o más muestras.**

### **Taller 10: Análisis de varianzas de 1 vía (Semana 9).**

#### **Duración**

5 horas

#### **Procedimiento**

1. Atiende las indicaciones de su docente para el desarrollo del taller y del reporte que debe presentar al finalizar esta semana.
2. Captura en la computadora los datos a trabajar para los diversos problemas que se plantean.
3. Identifica los tipos de variable y la naturaleza del problema a resolver en cada caso.
4. Escribe de manera formal el contraste de hipótesis adecuado que la Anova nos ofrece en cada uno de los problemas a resolver.
5. Analiza la naturaleza fija de los contrastes de hipótesis que las Anovas plantean, en comparación con la libertad que ofrecen los contrastes de hipótesis de una y dos muestras.
6. Identifica las fórmulas correctas a utilizar para la resolución de las ANOVAS de 1 vía.
7. Resuelve las ANOVAS de cada problema.
8. Interpreta los resultados.

9. Analiza la posible necesidad de aplicar análisis adicional a la Anova (pruebas post hoc), dependiendo de los resultados obtenidos.
10. Incorpora todo esto en el reporte del taller.

### **Recursos de apoyo**

- Computadora con hoja de cálculo o un paquete especializado para estadística.

### **Taller 11: Análisis de varianzas de 2 vías, sin réplicas (Semana 10).**

#### **Duración**

5 horas

#### **Procedimiento**

1. Atiende las indicaciones de su docente para el desarrollo del taller y del reporte que debe presentar al finalizar la semana.
2. Captura en la computadora los datos a trabajar para los diversos problemas que se plantean.
3. Identifica los tipos de variable y la naturaleza del problema a resolver en cada caso.
4. Escribe de manera formal los contrastes de hipótesis adecuados que la ANOVA de 2 vías, sin réplicas, nos ofrece en cada uno de los problemas a resolver.
5. Analiza las similitudes y diferencias entre las hipótesis planteadas en las ANOVAS de 1 vía en comparación con las ANOVAS de 2 vías sin réplicas.
6. Identifica las fórmulas correctas a utilizar para la resolución de las ANOVAS de 2 vías sin réplicas.
7. Resuelve las ANOVAS de cada problema.
8. Interpreta los resultados.
9. Analiza la posible necesidad de aplicar análisis adicional a las ANOVAS (pruebas post hoc), dependiendo de los resultados obtenidos.
10. Incorpora todo esto en el reporte del taller.

### **Recursos de apoyo**

- Computadora con hoja de cálculo o un paquete especializado para estadística.

### **Taller 12: Análisis de varianzas de 2 vías, con réplicas (Semana 11).**

#### **Duración**

5 horas

#### **Procedimiento**

1. Atiende las indicaciones de su docente para el desarrollo del taller y del reporte que debe presentar al finalizar la semana.
2. Captura en la computadora los datos a trabajar para los diversos problemas que se plantean.
3. Identifica los tipos de variable y la naturaleza del problema a resolver en cada caso.

4. Escribe de manera formal los contrastes de hipótesis adecuados que la ANOVA de 2 vías, con réplicas, nos ofrece en cada uno de los problemas a resolver.
5. Analiza las similitudes y diferencias entre las hipótesis planteadas en las ANOVAS de 2 vías con réplicas, en comparación con las ANOVAS de 2 vías sin réplicas y las ANOVAS de 1 vía.
6. Identifica las fórmulas correctas a utilizar para la resolución de las ANOVAS de 2 vías con réplicas.
7. Resuelve las ANOVAS de cada problema.
8. Interpreta los resultados.
9. Analiza la posible necesidad de aplicar análisis adicional a las ANOVAS (pruebas post hoc), dependiendo de los resultados obtenidos.
10. Incorpora todo esto en el reporte del taller.

### **Recursos de apoyo**

- Computadora con hoja de cálculo o un paquete especializado para estadística.

### **Taller 13: Pruebas de normalidad, pruebas de homocedasticidad y soluciones no paramétricas en ANOVAS (Semana 12).**

#### **Duración**

5 horas

#### **Procedimiento**

1. Atiende las indicaciones de su docente para el desarrollo del taller y del reporte que debe presentar al finalizar la semana.
2. Captura en la computadora los datos a trabajar para los diversos problemas que se plantean.
3. Identifica los tipos de variable y la naturaleza del problema a resolver en cada caso.
4. Escribe de manera formal los contrastes de hipótesis adecuados para las ANOVAS de cada problema.
5. Realiza pruebas de normalidad en cada problema.
6. Realiza pruebas de homocedasticidad.
7. Analiza los resultados obtenidos en los pasos 6 y 7.
8. Analiza el impacto que esto tiene sobre los supuestos teóricos en los que se basan las soluciones en talleres pasados, particularmente los talleres 10, 11 y 12.
9. Resuelve las ANOVAS planteadas en cada problema, según los métodos paramétricos o no paramétricos que correspondan
10. Interpreta los resultados.
11. Analiza las similitudes y diferencias entre las formas paramétricas y no paramétricas de trabajar.
12. Analiza la posible necesidad de aplicar análisis adicional a las ANOVAS (pruebas post, gráficas de nodos...), dependiendo de los resultados obtenidos.
13. Incorpora todo esto en el reporte del taller.

### **Recursos de apoyo**

- Computadora con hoja de cálculo o un paquete especializado para estadística.

### **Taller 14: Pruebas post hoc en ANOVAS (Semana 13).**

#### **Duración**

5 horas

#### **Procedimiento**

1. Atiende las indicaciones de su docente para el desarrollo del taller y del reporte que debe presentar al finalizar la semana.
2. Captura en la computadora los datos a trabajar para los diversos problemas que se plantean.
3. Identifica los tipos de variable y la naturaleza del problema a resolver en cada caso.
4. Escribe de manera formal los contrastes de hipótesis adecuados para las ANOVAS de cada problema.
5. Resuelve las ANOVAS planteadas en cada problema
6. Interpreta los resultados y de ser necesario, aplica métodos post hoc a los problemas resueltos
7. Incorpora todo esto en el reporte del taller

### **Recursos de apoyo**

- Computadora con hoja de cálculo o un paquete especializado para estadística.

### **Unidad IV: Introducción al análisis multivariado.**

### **Taller 15: Ajustes lineales (Semana 14).**

#### **Duración**

5 horas

#### **Procedimiento**

1. Atiende las indicaciones de su docente para el desarrollo del taller y del reporte que debe presentar al finalizar la semana.
2. Captura en la computadora los datos a trabajar para los diversos problemas que se plantean.
3. Identifica los tipos de variable y la naturaleza del problema a resolver en cada caso.
4. Elabora una gráfica de dispersión para cada caso.
5. Analiza la gráfica de dispersión para tener una idea del tipo de modelo más adecuado a utilizar en cada caso.
6. Analiza la gráfica de dispersión para tener una idea de la bondad esperada del ajuste en cada caso.
7. Plantea y resuelve un modelo lineal para cada problema.
8. Elabora, para cada caso, una tabla en donde se comparen los datos originales contra el modelo elaborado.

9. Utiliza las tablas del paso 8 para elaborar una gráfica de tu modelo contra la dispersión original de los datos, para cada caso.
10. Analiza las gráficas del paso 9 para determinar, por inspección, la bondad de los ajustes de cada problema. Compara esto con lo que esperabas en tu análisis del paso 6.
11. Calcula el coeficiente de correlación para los ajustes lineales obtenidos.
12. Calcula el coeficiente de determinación para los ajustes lineales obtenidos.
13. Analiza los coeficientes obtenidos para determinar, de forma analítica, la bondad de los ajustes de cada problema. Compara esto con lo obtenido en tus análisis de los pasos 6 y 10.
14. Incorpora todo esto en el reporte del taller.

### **Recursos de apoyo**

- Computadora con hoja de cálculo o un paquete especializado para estadística.

### **Taller 16: Ajustes polinomiales (Semana 15).**

#### **Duración**

5 horas

#### **Procedimiento**

1. Atiende las indicaciones de su docente para el desarrollo del taller y del reporte que debe presentar al finalizar la semana.
2. Captura en la computadora los datos a trabajar para los diversos problemas que se plantean.
3. Identifica los tipos de variable y la naturaleza del problema a resolver en cada caso.
4. Elabora una gráfica de dispersión para cada caso.
5. Analiza la gráfica de dispersión para tener una idea del tipo de modelo más adecuado a utilizar en cada caso.
6. Analiza la gráfica de dispersión para tener una idea de la bondad esperada del ajuste en cada caso.
7. Plantea y resuelve un modelo lineal para cada problema.
8. Plantea y resuelve un modelo polinomial para cada problema.
9. Elabora, para cada caso, una tabla en donde se comparen los datos originales contra los modelos lineal y polinomial.
10. Utiliza las tablas del paso 8 para elaborar una gráfica de los modelos lineal y polinomial contra la dispersión original de los datos, para cada caso.
11. Analiza las gráficas del paso 10 para determinar, por inspección, la bondad de los ajustes de cada problema. Compara esto con lo esperado en el análisis del paso 6, poniendo atención a las diferencias y similitudes obtenidas en los modelos lineal y polinomial.
12. Calcula los coeficientes de determinación para los ajustes lineales y polinomiales obtenidos.
13. Analiza los coeficientes de determinación para determinar, de forma analítica, la bondad de los ajustes lineales y polinomiales de cada problema y contrasta con lo obtenido en los análisis de los pasos 6 y 11.

14. Compara las bondades de ajuste de los modelos lineales contra los polinomiales de cada ejercicio, sopesando con la complejidad de los modelos.
15. Incorpora todo esto en el reporte del taller.

### **Recursos de apoyo**

- Computadora con hoja de cálculo o un paquete especializado para estadística.

## **Taller 17: Ajustes exponenciales (Semana 16).**

### **Duración**

5 horas

### **Procedimiento**

1. Atiende las indicaciones de su docente para el desarrollo del taller y del reporte que debe presentar al finalizar la semana.
2. Captura en la computadora los datos a trabajar para los diversos problemas que se plantean.
3. Identifica los tipos de variable y la naturaleza del problema a resolver en cada caso.
4. Elabora una gráfica de dispersión para cada caso.
5. Analiza la gráfica de dispersión para tener una idea del tipo de modelo más adecuado a utilizar en cada caso.
6. Analiza la gráfica de dispersión para tener una idea de la bondad esperada del ajuste en cada caso.
7. Plantea y resuelve un modelo lineal para cada problema.
8. Plantea y resuelve un modelo polinomial para cada problema.
9. Plantea y resuelve un modelo exponencial para cada problema.
10. Elabora, para cada caso, una tabla en donde se comparen los datos originales contra los modelos lineal, polinomial y exponencial.
11. Utiliza las tablas del paso 8 para elaborar una gráfica de los modelos lineal, polinomial y exponencial, contra la dispersión original de los datos, para cada caso.
12. Analiza las gráficas del paso 11 para determinar, por inspección, la bondad de los ajustes de cada problema. Compara con lo esperado en el análisis del paso 6, poniendo atención a las diferencias y similitudes obtenidas con los distintos modelos.
13. Calcula los coeficientes de determinación para cada uno de los ajustes obtenidos.
14. Analiza los coeficientes de determinación para determinar, de forma analítica, la bondad de los ajustes obtenidos en cada problema. Compara esto con lo obtenido en los análisis de los pasos 6 y 12.
15. Compara las bondades de los ajustes de cada ejercicio, sopesando con la complejidad de cada uno de los modelos planteados.
16. Incorpora todo esto en el reporte del taller.

### **Recursos de apoyo**

- Computadora con hoja de cálculo o un paquete especializado para estadística.

## VIII. MÉTODO DE TRABAJO

### Encuadre

El primer día de clase, cada docente debe establecer de forma clara y formal:

- La metodología de trabajo.
- Criterios de evaluación y rúbricas.
- Reglas sobre la calidad y entrega de trabajos académicos.
- Derechos y obligaciones del docente y los estudiantes.

Esto debe quedar registrado y comunicado por medios institucionales (como Blackboard o correo institucional).

### Estrategia de enseñanza

- Estudio de caso
- Aprendizaje basado en problemas
- Debates
- Discusión guiada
- Instrucción guiada

### Estrategia de aprendizaje

- Investigación documental
- Investigación empírica
- Trabajo colaborativo

## X. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

### Criterios de acreditación

Para tener derecho a examen ordinario y extraordinario cada estudiante debe cumplir con los porcentajes de asistencia que establece el Estatuto Escolar vigente. La calificación es en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 60.

### Criterios de evaluación

Los siguientes valores representan una sugerencia, que se puede ajustar (de forma razonable) según lo acordado durante el encuadre del curso.

|                                   |      |
|-----------------------------------|------|
| Evaluaciones parciales            | 40%  |
| Portafolio de prácticas de taller | 30%  |
| Tareas                            | 30%  |
| Total                             | 100% |



## XI. REFERENCIAS

### Recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

- Escandón, J. S. (2023). El uso de la calculadora en la probabilidad y estadística con el propósito de reducir la ansiedad. *Revista Ingeniería, Matemáticas y Ciencias de la Información*, 10(19), 33-44. <http://dx.doi.org/10.21017/rimci.2023.v10.n19.a127>
- Obando López, J.; Arango Londoño, N. (2019). *Probabilidad y estadística*. Fondo Editorial EIA, <https://libcon.rec.uabc.mx:2321/es/ereader/uabc/125705?>
- Quinn, G. P., & Keough, M. J. (2023). *Experimental design and data analysis for biologists*. Cambridge University Press.
- Ronald E. Walpole Raymond H. Myers Sharon L. Myers Keying Ye (2022). *Probabilidad y Estadística para Ingeniería y Ciencias*. Pearson Hispano América. <https://uabc.vitalsource.com/books/9786073256681>
- Stephens, L. J., & Spiegel, M. R. (2020). *Estadística*. McGraw-Hill Interamericana

### Recursos de acceso libre o complementarios externos

- Crash course (2018). Crash Course Statistics Preview (Youtube). [https://www.youtube.com/watch?v=zouPoc49xbk&list=PL8dPuuaLjXtNM\\_Y-bUAhbISAdWRnmBUcr](https://www.youtube.com/watch?v=zouPoc49xbk&list=PL8dPuuaLjXtNM_Y-bUAhbISAdWRnmBUcr)
- Gulaty, J. (2025). Python practical introduction to statistical inference: t tests, ANOVA, chi square. Statology <https://www.statology.org/python-practical-introduction-to-statistical-inference-t-tests-anova-chi-square/>
- Khan Academy. (2025). Estadística de secundaria. Autor. <https://es.khanacademy.org/math/probability>
- Laraway, S., Rogers, R., y Kormanik, K. (2022). Estadística. Udacity. <https://www.udacity.com/course/statistics--st095>

## XII. PERFIL DOCENTE

Licenciatura en Matemáticas, Estadística, Ciencias del Mar, Biotecnología, Ingeniería o áreas afines, preferentemente con grado mínimo de Maestría. Con experiencia en el uso aplicado de la estadística en biología, ciencias del mar, ingeniería o área afín, preferentemente con experiencia docente mínima de dos años, así como el manejo de herramientas ofimáticas (como Excel o LibreOffice Calc) y software estadístico (como R o SPSS). Es indispensable contar con la capacidad para vincular los contenidos teóricos con ejemplos prácticos del ámbito de las ciencias del mar. Se valoran cualidades como su actitud colaborativa y compromiso con la formación integral del estudiantado.



**PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE**

**I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN**

|                                            |                                                                                                                                                               |
|--------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Unidad académica:</b>                   | Facultad de Ciencias Marinas, Ensenada.                                                                                                                       |
| <b>Programa educativo:</b>                 | Licenciatura en Biotecnología en Acuicultura                                                                                                                  |
| <b>Plan de Estudios:</b>                   | 2026-2                                                                                                                                                        |
| <b>Nombre de la unidad de aprendizaje:</b> | Fisiología                                                                                                                                                    |
| <b>Clave:</b>                              |                                                                                                                                                               |
| <b>Distribución horaria:</b>               | Horas Clase: 02<br>Horas Taller: 01<br>Horas Laboratorio: 03<br>Horas Práctica de Campo: 00<br>Horas Clínicas: 00<br>Horas Extra-clase: 02<br><br>Créditos:08 |
| <b>Eta de formación:</b>                   | Disciplinaria                                                                                                                                                 |
| <b>Carácter:</b>                           | Obligatoria                                                                                                                                                   |
| <b>Requisito:</b>                          | Ninguno.                                                                                                                                                      |
| <b>Modalidad de impartición:</b>           | Presencial                                                                                                                                                    |
| <b>Equipo de diseño<sup>1</sup>:</b>       | María Teresa Viana Castrillón<br>Emyr Saúl Peña Marín<br>Fernando Barreto Curiel                                                                              |
| <b>Subdirección que aprueba el PUA:</b>    | Patricia Alvarado Graef                                                                                                                                       |
| <b>Fecha:</b>                              | 25 de febrero de 2026                                                                                                                                         |
| <b>Aprobación y registro:</b>              |                                                                                                                                                               |

## **II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE**

La unidad de aprendizaje de Fisiología resulta esencial dentro del campo de la biotecnología en acuicultura, ya que permite explicar cómo dichas variables afectan el metabolismo, la homeostasis, el estrés y la capacidad adaptativa de los organismos cultivados. Esta comprensión es indispensable para el diseño de estrategias que optimicen su bienestar, productividad y sustentabilidad en sistemas de cultivo. Desde una perspectiva formativa, esta unidad de aprendizaje desarrolla en el estudiantado competencias científicas y técnicas que incluyen la capacidad de analizar datos fisiológicos, diseñar experimentos con rigor metodológico y aplicar los conocimientos adquiridos en la solución de problemáticas acuícolas reales. Asimismo, promueve valores como la responsabilidad ambiental, el pensamiento crítico y el compromiso con la producción sustentable de organismos acuáticos. Esta unidad de aprendizaje es obligatoria y se ubica en la etapa disciplinaria del programa educativo de Biotecnología en Acuicultura y está adscrita al área de conocimiento de Biotecnología.

## **III. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE**

Analizar los procesos fisiológicos de los organismos acuáticos en interrelación con las principales variables bióticas y abióticas, mediante la investigación bibliográfica de los fundamentos teóricos de la fisiología y su efecto en organismos acuícolas, para proponer soluciones a los problemas en los sistemas acuícolas, con actitud crítica y respeto al medio ambiente.

## **IV. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE**

- Reportes de laboratorio en formato científico.
- Presentación final de un tema de investigación aplicada a la fisiología de organismos acuáticos, donde muestre dominio del tópico asignado, que incluya el uso de al menos 5 referencias científicas.

## **V. COMPETENCIA PROFESIONAL DEL PERFIL DE EGRESO A LA QUE CONTRIBUYE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE**

Implementar y adaptar tecnologías de cultivo y manejo acuícola, mediante el análisis técnico de sistemas existentes y la aplicación de soluciones innovadoras acordes a distintas especies y entornos, para mejorar la producción de especies de importancia comercial de forma eficiente y sostenible, respondiendo a las condiciones socioambientales y económicas del país, con ética profesional y responsabilidad.

## **VI. EJE TRANSVERSAL AL QUE CONTRIBUYE**

Compromiso con la responsabilidad social; Excelencia; Vanguardia.

## **VII. DESARROLLO POR UNIDADES**

### **Unidad I. Introducción a la Fisiología**

#### **Competencia**

Analizar los distintos procesos fisiológicos, como adaptación, aclimatación, estrés y homeostasis, por medio del análisis de fuentes especializadas y casos de estudio para utilizarlos como base del manejo de organismos acuáticos, con actitud crítica y de respeto al medio ambiente.

#### **Contenido**

- 1.1. Desarrollo evolutivo e inicio de la aerobiosis y pluricelularidad
- 1.2. Diversidad de ambientes y de las variables de importancia acuícola en el medio.
- 1.3. Adaptación, aclimatación y aclimatización y evolución.
- 1.4. Homeostasis y métodos de autorregulación de los organismos (a nivel celular y de los organismos pluricelulares).

#### **Duración**

02 horas

### **Unidad II. Membrana celular**

#### **Competencia**

Analizar la base de la fisiología celular animal y vegetal como unidad de desarrollo, mediante el análisis de fuentes especializadas y casos de estudio, para comprender el inicio a la pluricelularidad y desarrollo de organismos complejos, así como, los efectos de las principales variables bióticas y abióticas sobre los organismos acuáticos, con actitud crítica y de respeto al medio ambiente.

#### **Contenido**

- 2.1 Célula animal y vegetal
  - 2.1.1 Organelos de importancia celular
  - 2.1.2 Membranas celulares
  - 2.1.3 Pinocitosis y transporte a través de las membranas
  - 2.1.4 Transporte pasivo
  - 2.1.5 Transporte activo
  - 2.1.6. Epitelios y comunicación celular

#### **Duración**

04 horas

### **Unidad III. Osmorregulación de los organismos acuáticos**

#### **Competencia**

Analizar la fisiología adaptativa de los organismos acuáticos ante el cambio de la salinidad en el ambiente, a través de la aplicación de los principios de regulación iónica y osmótica, para establecer opciones de manejo en especies de importancia económica o estudios de especies con potencial acuícola, con actitud objetiva y responsable con el medio ambiente.

#### **Contenido**

- 3.1. Introducción a la osmorregulación
- 3.2. Agua y solutos
- 3.3. Cálculo de la presión y concentración osmótica.
- 3.4. Condicionantes del ambiente acuático.
- 3.5. Tipos de osmorregulación.
  - 3.5.1. Capacidad reguladora: Como regulan las células
  - 3.5.2. Osmoconformadores, osmorreguladores y tipos de osmoregulación
  - 3.5.3. Regulación de volumen.
  - 3.5.4. Cálculo del punto isoosmótico
  - 3.5.5. Regulación osmótica e iónica en teleósteos dulce acuícolas.
  - 3.5.6. Regulación osmótica e iónica en teleósteos marinos.
  - 3.5.7. Regulación osmótica e iónica en elasmobranquios.
  - 3.5.8. Casos de estudio de osmorregulación en especies acuícolas de importancia comercial.

#### **Duración**

08 horas

### **Unidad IV. Homeostasis, respiración y metabolismo**

#### **Competencia**

Analizar la capacidad de respuesta de los organismos ante el cambio de la concentración de oxígeno disuelto en el ambiente a través del estudio de la fisiología respiratoria en un ambiente acuático a nivel de branquias, intercambio gaseoso y respiración celular para entender el manejo de especies de importancia económica o estudios de especies con potencial acuícola, con actitud objetiva, responsable y respeto al medio ambiente.

#### **Contenido**

- 4.1. Bases de respiración de un organismo pluricelular
- 4.2. Cálculos de presión, solubilidad de gases a diferentes temperaturas y transformación de unidades
- 4.3. Gases y el ambiente externo de los organismos

- 4.4. Órganos respiratorios y captación de oxígeno
- 4.5. Pigmentos respiratorios
- 4.6. Temperatura y sus efectos sobre la solubilidad e intercambio gaseoso
- 4.7. Modificaciones anatómicas que compensan el intercambio gaseoso
- 4.8. Metabolismo
  - 4.8.1. El metabolismo y su dependencia a la concentración de oxígeno
  - 4.8.2. Límites mínimos y máximos de oxígeno disuelto
  - 4.8.3. Estrés respiratorio

### ***Duración***

09 horas

## **Unidad V. Termotolerancia y respuesta adaptativa**

### ***Competencia***

Analizar la relación entre el metabolismo y su nicho térmico a través de la caracterización de la respuesta de los organismos ante los cambios de la temperatura ambiental, por medio del análisis de fuentes especializadas y resolución de casos de estudio, para establecer planes de manejo de especies acuícolas de importancia económica, con actitud objetiva y respetuosa del medio ambiente.

### ***Contenido***

- 5.1. Animales poiquilothermos, homeothermos y ectothermos
  - 5.1.1. Termotolerancia en los organismos acuáticos y cómo se logra la homeostasis
- 5.2. Efecto de la temperatura sobre las funciones fisiológicas
  - 5.2.1. Q<sub>10</sub>, concepto y aplicación
  - 5.2.2. Extremos de temperatura, límites de vida, tolerancia
  - 5.2.3. Tolerancia a bajas temperaturas y adaptación
  - 5.2.4. Aclimatación térmica y tasa metabólica
- 5.3. Regulación de la temperatura y diferencia con los organismos acuáticos.
  - 5.3.1. Adaptación en peces: "Rete mirabile"
  - 5.3.2. Eficiencia energética y costo de regulación (homeothermos)
  - 5.3.3. Importancia del tamaño corporal en la adaptación a la temperatura
- 5.4. Adaptaciones metabólicas.
  - 5.4.1. Hibernación: El caso de quistes de Artemia y peces del amazonas
  - 5.4.2. Eficiencia alimenticia de acuerdo con la temperatura del medio vs. eficiencia total
- 5.5. Temperatura preferida.
- 5.6. Límites térmicos de los organismos (Temperatura Letal Incipiente y Temperatura Crítica Máxima).
- 5.7. Casos de estudio sobre la influencia de la temperatura en especies acuícolas de importancia comercial.

***Duración***

09 horas

**VIII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER****Unidad I. Introducción a la Fisiología****Práctica 1: Práctica 1: Bases de la fisiología celular*****Duración***

01 hora

***Procedimiento***

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Elabora el diseño metodológico de la práctica que proponga un tema de interés dentro de la fisiología animal y/o vegetal.
3. Desarrolla una búsqueda bibliográfica del tema propuesto
4. Elabora hipótesis de los resultados a obtener durante la práctica.
5. Recibe retroalimentación docente.

***Recursos de apoyo***

- Computadora o celular con internet y cámara.
- Proyector.

**Unidad II. Membrana celular****Práctica 2: Diferenciación celular*****Duración***

01 hora

***Procedimiento***

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Elabora el diseño metodológico de la práctica para determinar las principales diferencias de estructura y composición de membrana celular entre células animales y vegetales.
3. Elabora hipótesis de los resultados a obtener durante la práctica.
4. Recibe retroalimentación docente.

### **Recursos de apoyo**

- Computadora o celular con internet y cámara.
- Proyector.

### **Práctica 3: Osmosis**

#### **Duración**

02 horas

#### **Procedimiento**

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Elabora el diseño metodológico para evaluar los conceptos básicos de ósmosis, a partir del uso de papas y membranas semipermeables expuestos a gradientes osmóticos.
3. Elabora hipótesis de los resultados a obtener durante la práctica.
4. Recibe retroalimentación docente.

### **Recursos de apoyo**

- Computadora o celular con internet y cámara.
- Proyector.

## **Unidad III. Osmorregulación de los organismos acuáticos**

### **Práctica 4: Osmoregulación en células sanguíneas**

#### **Duración**

02 horas

#### **Procedimiento**

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Elabora el diseño para obtener sangre de tilapias del Nilo por medio de punción del pedúnculo caudal
3. Elabora un diseño para la exposición de sangre a diferentes salinidades y dar seguimiento bajo microscopio compuesto durante 30 minutos.
4. Realiza hipótesis sobre los resultados a obtener durante la práctica.
5. Recibe retroalimentación docente.

### **Recursos de apoyo**

- Computadora o celular con internet y cámara.
- Proyector



## **Práctica 5: Glándula verde en camarón**

### ***Duración***

02 horas

### ***Procedimiento***

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Elabora el diseño metodológico para diseccionar y reconocer la glándula salina y sus estructuras en camarón.
3. Realiza hipótesis sobre los resultados a obtener durante la práctica.
4. Recibe retroalimentación docente.

### ***Recursos de apoyo***

- Computadora o celular con internet y cámara.
- Proyector.

## **Unidad IV. Homeostasis, respiración y metabolismo**

## **Práctica 6: Morfofisiología de Peces**

### ***Duración:***

01 hora

### ***Procedimiento***

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Elabora el diseño metodológico para realizar la disección de un pez e identificar órganos y sistemas.
3. Realiza hipótesis sobre los resultados a obtener durante la práctica.
4. Recibe retroalimentación docente.

### ***Recursos de apoyo***

- Computadora o celular con internet y cámara.
- Proyector.

### **Práctica 7: Morfofisiología de Moluscos**

#### ***Duración***

01 hora

#### ***Procedimiento***

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Elabora el diseño metodológico para realizar la disección de un molusco e identificar órganos y sistemas.
3. Realiza hipótesis sobre los resultados a obtener durante la práctica.
4. Recibe retroalimentación docente.

### ***Recursos de apoyo***

- Computadora o celular con internet y cámara.
- Proyector.

### **Práctica 8: Carga parasitaria y homeostasis**

#### ***Duración***

02 horas

#### ***Procedimiento***

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Elabora el diseño metodológico para realizar disección de un pez y buscar los daños a nivel tejido que endo y ectoparásitos generan.
3. Realiza hipótesis sobre los resultados a obtener durante la práctica.
4. Recibe retroalimentación docente.

### **Recursos de apoyo**

- Computadora o celular con internet y cámara.
- Proyector.

## **Unidad V. Temperatura y Respuesta adaptativa**

### **Práctica 9: Termotolerancia**

#### **Duración**

01 hora

#### **Procedimiento**

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Elabora el diseño metodológico para exponer tilapias a diferentes temperaturas y determinar el efecto sobre el metabolismo.
3. Genera una hipótesis sobre los resultados a obtener durante la práctica.
4. Recibe retroalimentación docente.

#### **Recursos de apoyo**

- Computadora o celular con internet y cámara.
- Proyector.

### **Práctica 10: Maduración y desove**

#### **Duración**

02 horas

#### **Procedimiento**

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Elabora el diseño metodológico para diseñar e identificar las gónadas, así como el desarrollo de los gametos.
3. Genera una hipótesis sobre los resultados a obtener durante la práctica.
4. Recibe retroalimentación docente.

**Recursos de apoyo**

- Computadora o celular con internet y cámara.
- Proyector.

**Práctica 11: Transporte iónico en organismos acuáticos****Duración**

02 horas

**Procedimiento**

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Propone métodos para el transporte de organismos vivos considerando los requerimientos fisiológicos y la infraestructura a utilizar.
3. Genera una hipótesis sobre los resultados a obtener durante la práctica.
4. Recibe retroalimentación docente.

**Recursos de apoyo**

- Computadora o celular con internet y cámara.
- Proyector.

## VIII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO

### Unidad I: Introducción a la Fisiología

#### Práctica 1: Bases de la fisiología celular

##### **Duración**

03 horas

##### **Procedimiento**

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Selecciona un tema de interés dentro de la fisiología animal y/o vegetal.
3. Integra con su docente la idea y el tema a desarrollar como reporte de práctica.
4. Desarrolla el reporte de práctica a mano, con formato científico de un tópico elegido dentro del tema de la práctica.
5. Recibe orientación y retroalimentación docente durante el desarrollo y escritura del reporte de práctica.
6. Entrega el reporte de práctica al final de la práctica.

##### **Recursos de apoyo**

- Computadora o celular con internet.
- Manual de prácticas.

### Unidad II. Membrana celular

#### Práctica 2: Diferenciación celular

##### **Duración**

03 horas

##### **Procedimiento**

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Evalúa laminillas de cortes histológicos de diferentes tejidos vegetales y animales.
3. Determinar las principales diferencias de estructura y composición de membrana celular entre células animales y vegetales.
4. Integra con su docente la idea y el tema a desarrollar como reporte de práctica.
5. Desarrolla reporte de práctica a mano, con formato científico de un tópico elegido dentro del tema de la práctica.
6. Recibe orientación y retroalimentación docente durante el desarrollo y escritura del reporte de práctica.
7. Entrega el reporte de práctica al final de la práctica.

### **Recursos de apoyo**

- Computadora o celular con internet.
- Manual de prácticas.
- Muestras de laminillas con cortes histológicos
- Equipo y material de laboratorio.

### **Práctica 3: Ósmosis**

#### **Duración**

06 horas

#### **Procedimiento**

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de dos ensayos para el entendimiento del tema y desarrollo de la práctica.
2. Desarrolla un primer ensayo de exposición de trozos de papa a tres diferentes concentraciones osmóticas.
3. Determina la ganancia o pérdida de peso y longitud de los trozos de papa.
4. Desarrolla un ensayo de exposición de membranas de plástico semipermeables con almidón como soluto interno diluido.
5. Mide el tiempo de paso del agua hacia dentro de la bolsa, utilizando yodo como indicador de paso.
6. Integra con su docente los conceptos a desarrollar en el reporte de práctica.
7. Desarrolla reporte de práctica a mano, con formato científico.
8. Recibe orientación y retroalimentación docente durante el desarrollo y escritura del reporte de práctica.
9. Entrega el reporte de práctica al final de la práctica.

### **Recursos de apoyo**

- Computadora o celular con internet.
- Manual de prácticas.
- Muestras de papa y almidón.
- Equipo y material de laboratorio.

## **Unidad III. Osmorregulación de los organismos acuáticos**

### **Práctica 4: Osmoregulación en células sanguíneas**

#### **Duración**

03 horas

#### **Procedimiento**

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de un ensayo para el entendimiento del tema y desarrollo de la práctica.

2. Aplica eugenol a tilapias del Nilo para anestesiadas.
3. Manipula a las tilapias anestesiadas para extraer sangre con jeringa por medio del pedúnculo caudal.
4. Coloca la sangre dentro de un tubo con anticoagulante.
5. Regresa las tilapias a agua limpia y oxigenada para su recuperación.
6. Combina la sangre con soluciones hiposmóticas, isosmóticas e hiperosmóticas en proporción 1:1.
7. Coloca una gota de sangre se cada solución en un portaobjetos con su cubreobjetos
8. Registra durante 30 minutos el desarrollo morfológico de las células sanguíneas y compara sus resultados.
9. Integra con su docente los conceptos a desarrollar en el reporte de práctica.
10. Desarrolla reporte de práctica a mano, con formato científico.
11. Recibe orientación y retroalimentación docente durante el desarrollo y escritura del reporte de práctica.
12. Entrega el reporte de práctica al final de la práctica.

### **Recursos de apoyo**

- Computadora o celular con internet y cámara.
- Manual de prácticas.
- Organismos acuáticos.
- Equipo y material de laboratorio.
- Tilapia.
- Microscopio compuesto.

### **Práctica 5: Glándula verde en camarón**

#### **Duración**

03 horas

#### **Procedimiento**

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de un ensayo para el entendimiento del tema y desarrollo de la práctica.
2. Recibe de su docente un camarón fijado en formol.
3. Manipula con pinsas y bajo estereoscopio el cefalotórax de camarón para identificar la glándula antenal o glándula verde.
4. Identifica al microscopio las estructuras asociadas a la glándula verde .
5. Integra con su docente los conceptos a desarrollar en el reporte de práctica.
6. Desarrolla reporte de práctica a mano, con formato científico.
7. Recibe orientación y retroalimentación docente durante el desarrollo y escritura del reporte de práctica.
8. Entrega el reporte de práctica al final de la práctica.

### **Recursos de apoyo**

- Computadora o celular con internet.
- Manual de prácticas.
- Muestra de organismos acuáticos
- Equipo y material de laboratorio.
- Microscopio compuesto
- Camarón

## **Unidad IV. Homeostasis, respiración y metabolismo**

### **Práctica 6: Morfofisiología de Peces**

#### **Duración**

03 horas

#### **Procedimiento**

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de un ensayo para el entendimiento del tema y desarrollo de la práctica.
2. Recibe de su docente un pez muerto entero y fresco.
3. Disecciona el pez y separa sus órganos.
4. Identifica los diferentes órganos y sistemas del pez.
5. Conoce la función de cada órgano y sistema del pez
6. Integra con su docente los conceptos a desarrollar en el reporte de práctica.
7. Desarrolla reporte de práctica a mano, con formato científico.
8. Recibe orientación y retroalimentación docente durante el desarrollo y escritura del reporte de práctica.
9. Entrega el reporte de práctica al final de la práctica.

### **Recursos de apoyo**

- Computadora o celular con internet.
- Manual de prácticas.
- Muestra de organismos acuáticos
- Equipo y material de laboratorio.
- Peces.

### **Práctica 7: Morfofisiología de Moluscos**

#### **Duración**

03 horas

#### **Procedimiento**

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de un ensayo para el entendimiento del tema y desarrollo de la práctica.



2. Recibe de su docente un bivalvo, cefalópodo o gasterópodo entero y fresco.
3. Disecciona con guantes el molusco y separa sus órganos.
4. Identifica los diferentes órganos y sistemas del molusco.
5. Conoce la función de los órganos y sistemas de molusco.
6. Integra con su docente los conceptos a desarrollar en el reporte de práctica.
7. Desarrolla reporte de práctica a mano, con formato científico.
8. Recibe orientación y retroalimentación docente durante el desarrollo y escritura del reporte de práctica.
9. Entrega el reporte de práctica al final de la práctica.

### **Recursos de apoyo**

- Computadora o celular con internet.
- Manual de prácticas.
- Muestra de organismos acuáticos
- Equipo y material de laboratorio.
- Moluscos

## **Práctica 8: Carga parasitaria y homeostasis**

### **Duración**

06 horas

### **Procedimiento**

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de un ensayo para el entendimiento del tema y desarrollo de la práctica.
2. Recibe de su docente un pez muerto entero y fresco.
3. Disecciona con guantes el pez y separa sus órganos, buscando la presencia de exo o endo parásitos asociados a branquias, piel, sistema digestivo, músculo, corazón, hígado, entre otros.
4. Identifica los diferentes parásitos encontrados en el pez.
5. Investiga los efectos del desbalance fisiológico asociados a carga parasitaria en peces.
6. Integra con su docente los conceptos a desarrollar en el reporte de práctica.
7. Desarrolla reporte de práctica a mano, con formato científico.
8. Recibe orientación y retroalimentación de su docente durante el desarrollo y escritura del reporte de práctica.
9. Entrega el reporte de práctica al final de la práctica.

### **Recursos de apoyo**

- Computadora o celular con internet.
- Manual de prácticas.
- Muestra de organismos acuáticos.
- Equipo y material de laboratorio.

## Unidad V. Temperatura y Respuesta adaptativa

### Práctica 9: Termotolerancia

#### **Duración**

06 horas

#### **Procedimiento**

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de un ensayo para el entendimiento del tema y desarrollo de la práctica.
2. Recibe de su docente juveniles de tilapia del Nilo de 5 a 10 g de peso
3. Coloca tres recipientes con agua a tres temperaturas diferentes dentro del rango de tolerancia de la tilapia, con intervalo de separación de 8 °C entre recipientes.
4. Coloca las tilapias en los diferentes recipientes y se espera 10 minutos para el acondicionamiento de estas.
5. Mide la tasa respiratoria bronquial a las tres diferentes temperaturas, a través del conteo de movimiento opercular durante un minuto.
6. Mide los movimientos realizados durante un minuto en las tres diferentes temperaturas.
7. Regresa a las tilapias a su temperatura óptima para su recuperación.
8. Investiga los efectos fisiológicos asociados a la temperatura y el metabolismo en peces.
9. Integra con su docente los conceptos a desarrollar en el reporte de práctica.
10. Desarrolla reporte de práctica a mano, con formato científico.
11. Recibe orientación y retroalimentación docente durante el desarrollo y escritura del reporte de práctica.
12. Entrega el reporte de práctica al final de la práctica.

### Práctica 10: Maduración y desove

#### **Duración**

06 horas

#### **Procedimiento**

10. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de un ensayo para el entendimiento del tema y desarrollo de la práctica.
11. Recibe de su docente un bivalvo entero y fresco.
12. Disecciona con guantes el molusco y separa sus órganos, con enfoque a gónadas y sistema reproductivo.
13. Toma muestras de gónadas para observar sus características bajo microscopio.
14. Integra con su docente los conceptos a desarrollar en el reporte de práctica.
15. Desarrolla reporte de práctica a mano, con formato científico.
16. Recibe orientación y retroalimentación de su docente durante el desarrollo y escritura del reporte de práctica.
17. Entrega el reporte de práctica al final de la práctica.

### **Recursos de apoyo**

- Computadora o celular con internet.
- Manual de prácticas.
- Muestra de organismos acuáticos.
- Equipo y material de laboratorio.

## **Práctica 11: Transporte de organismos acuáticos vivos**

### **Duración**

06 horas

### **Procedimiento**

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Selecciona una especie acuática y etapa de vida de interés para realizar protocolo de traslado, restringido a crustáceos y peces.
3. Investiga los requerimientos de oxígeno y temperatura de la especie a transportar.
4. Elabora un protocolo de transporte de organismos vivos considerando los requerimientos fisiológicos y la infraestructura a utilizar.
5. Integra con su docente la idea, procedimiento para transporte.
6. Desarrolla el reporte de práctica a mano, con formato científico de un tópico elegido dentro del tema de la práctica.
7. Recibe orientación y retroalimentación de su docente durante el desarrollo y escritura del reporte de práctica.
8. Entrega el reporte de práctica al final de la práctica.

### **Recursos de apoyo**

- Computadora o celular con internet.
- Manual de prácticas.

## **XI. MÉTODO DE TRABAJO**

### **Encuadre**

El primer día de clase cada docente debe establecer la forma de trabajo, criterios de evaluación, calidad de los trabajos académicos, derechos y obligaciones docente-estudiante.

### **Estrategias de enseñanza**

- Aprendizaje basado en casos
- Aprendizaje basado en preguntas
- Aprendizaje basado en problemas
- Aprendizaje basado en proyectos
- Aprendizaje colaborativo

- Discusión guiada
- Estudio de caso
- Instrucción directa o guiada
- Proyectos integradores o interdisciplinarios
- Simulación de casos reales

### **Estrategias de aprendizaje**

- Aprendizaje autorregulado
- Investigación acción participativa
- Investigación documental
- Investigación empírica
- Práctica reflexiva
- Resolución de problemas
- Toma de apuntes estratégicos
- Trabajo colaborativo

## **X. CRITERIOS DE EVALUACIÓN**

### **Criterios de acreditación**

Para tener derecho a examen ordinario y extraordinario cada estudiante debe cumplir con los porcentajes de asistencia que establece el Estatuto Escolar vigente. La calificación es en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 60 al final de la materia.

### **Criterios de evaluación**

|                                |      |
|--------------------------------|------|
| - Evaluaciones parciales       | 50%  |
| - Prácticas taller/laboratorio | 40%  |
| - Presentación final           | 10%  |
| Total                          | 100% |

## **XI. REFERENCIAS**

### **Recursos de la biblioteca física y digital de la UABC**

David, H. E. (1998). *Physiology of fishes* (2nd ed.). CRC Press. [clásica]

David, H. E. (2006). *Physiology of fishes* (3rd ed.). CRC Press; Taylor & Francis. [clásica]

Hill, R. W., Cavanaugh, D. J., & Anderson, M. (2022). *Animal physiology* (5th ed.). Oxford University Press.

Santos, F. E. (2011). *Fundamentos básicos de fisiología vegetal y animal*. Pearson Hispanoamérica. <https://uabc.vitalsource.com/books/9788483227350> [clásica]

### Recursos de acceso libre o complementarios externos

Araujo, A. N., San Andres, C. F., Nguyen, K. Q., Corby, S. T. L., Rhodes, M. A., García, J., Roy, L. A., & Davis, D. A. (2025). Effects of minimum dissolved oxygen setpoints for aeration in semi-intensive pond production of Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*). *Aquaculture*, 594, 741376.

<https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2024.741376>

Dildar, T., Cui, W., Ikhwanuddin, M., & Ma, H. (2025). Aquatic organisms in response to salinity stress: Ecological impacts, adaptive mechanisms, and resilience strategies. *Biology*, 14(6), 667. <https://doi.org/10.3390/biology14060667>

Islam, Md. J., Kunzmann, A., & Slater, M. J. (2022). Responses of aquaculture fish to climate change-induced extreme temperatures: A review. *Journal of the World Aquaculture Society*, 53, 314–366. <https://doi.org/10.1111/jwas.12852>

Olvera-Sánchez, S., Gómez-Chang, E., Flores-Herrera, O., & Martínez, F. (2023). Las mitocondrias: sus funciones, las relaciones con otros organelos, la supervivencia celular y la medicina mitocondrial. *TIP Revista Especializada en Ciencias Químico-Biológicas*, 26, 1–11. <https://doi.org/10.22201/fesz.23958723e.2023.547>

## XII. PERFIL DOCENTE

Licenciatura o ingeniería en áreas afines a Biología, Biotecnología en Acuicultura, Ingeniería en Acuicultura o Ciencias del Mar, preferentemente con estudios de posgrado (maestría o doctorado) o experiencia comprobable en el área acuícola. Se requiere experiencia profesional relacionada con la unidad de aprendizaje y al menos dos años de docencia en temas como nutrición, fisiología o producción de organismos acuáticos. Asimismo, debe ser una persona proactiva, con actitud positiva, tolerante, con habilidades de comunicación efectiva, que motive la participación estudiantil y promueva el pensamiento crítico y el trabajo colaborativo.



**PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE**

**I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN**

|                                            |                                                                                                                                                               |
|--------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Unidad académica:</b>                   | Facultad de Ciencias Marinas, Ensenada                                                                                                                        |
| <b>Programa educativo:</b>                 | Biotecnología en Acuicultura                                                                                                                                  |
| <b>Plan de Estudios:</b>                   | 2026-2                                                                                                                                                        |
| <b>Nombre de la unidad de aprendizaje:</b> | Sistemas en Acuicultura                                                                                                                                       |
| <b>Clave:</b>                              |                                                                                                                                                               |
| <b>Distribución horaria:</b>               | Horas Clase: 02<br>Horas Taller: 01<br>Horas Laboratorio: 03<br>Horas Práctica de Campo: 00<br>Horas Clínicas: 00<br>Horas Extra-clase: 02<br><br>Créditos:08 |
| <b>Etapas de formación:</b>                | Disciplinaria                                                                                                                                                 |
| <b>Carácter:</b>                           | Obligatoria                                                                                                                                                   |
| <b>Requisito:</b>                          | Ninguno.                                                                                                                                                      |
| <b>Modalidad de impartición:</b>           | Presencial                                                                                                                                                    |
| <b>Equipo de diseño:</b>                   | Conal David True<br>Juan Gabriel Correa Reyes<br>Ángel Raúl Herrera Gutiérrez<br>Salvador Villasuso Palomares<br>Fernando Barreto Curiel                      |
| <b>Subdirección que aprueba el PUA:</b>    | Patricia Alvarado Graef                                                                                                                                       |
| <b>Fecha:</b>                              | 25 de febrero de 2026                                                                                                                                         |
| <b>Aprobación y registro:</b>              |                                                                                                                                                               |

## II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

La finalidad de la unidad de aprendizaje es que el estudiantado desarrolle la habilidad de diseño y funcionamiento de instalaciones de los sistemas de producción acuícola, así como el manejo eficiente de las densidades, alimentación, control de enfermedades y desempeño de organismos. Proporciona los conocimientos y bases necesarias para la asignatura de Ingeniería de Proyectos. Se ubica en la etapa disciplinaria, es de carácter obligatorio y pertenece al área de conocimiento de Producción Acuícola.

## III. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Diseñar y adaptar los componentes y su integración en sistemas de cultivo para organismos acuáticos, a través de normas, métodos y técnicas innovadoras de la acuicultura, para la preservación, producción y reproducción de los organismos, con una actitud de compromiso y honestidad en el desarrollo sustentable del país.

## IV. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE

Recurso gráfico y/o audiovisual (video, infografía, presentación, etc.), que demuestre las relaciones entre los componentes que debe integrar un sistema de acuicultura.

## V. COMPETENCIA PROFESIONAL DEL PERFIL DE EGRESO A LA QUE CONTRIBUYE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Implementar y adaptar tecnologías de cultivo y manejo acuícola, mediante el análisis técnico de sistemas existentes y la aplicación de soluciones innovadoras acordes a distintas especies y entornos, para mejorar la producción de especies de importancia comercial de forma eficiente y sostenible, respondiendo a las condiciones socioambientales y económicas del país, con ética profesional y responsabilidad.

## VI. EJE TRANSVERSAL AL QUE CONTRIBUYE

Excelencia, Compromiso con la responsabilidad social.

## VII. DESARROLLO POR UNIDADES

### Unidad I. Principios de los sistemas en acuicultura

#### **Competencia**

Distinguir los principios básicos del cultivo de organismos acuáticos, a través de la revisión y comprensión de los fundamentos de los sistemas en acuicultura, para la selección de los procesos óptimos de un sistema de cultivo, con objetividad y claridad.

#### **Contenido**

##### 1.1. Generalidades

- 1.1.1. Historia de los sistemas de producción acuícola
- 1.1.2. Terminología y nomenclatura
- 1.1.3. Comparación de un sistema de producción extensivo vs intensivos
- 1.1.4. Ventajas y desventajas de los diferentes sistemas de producción acuícola
- 1.1.5. Conceptos de rentabilidad de los sistemas de producción acuícola
- 1.1.6. Resumen de algunos casos de éxito y fracaso en sistemas de producción
- 1.2. Fuentes y requisitos de calidad del agua
- 1.3. Unidades de cultivo
  - 1.3.1. Tipo y selección de estanques y tanques de cultivo
  - 1.3.2. Densidad y capacidad de carga de cultivo
  - 1.3.3. Ejemplos de diseño
  - 1.3.4. Manejo de densidades y mortalidad

### ***Duración***

06 horas

## **Unidad II. Componentes básicos para los sistemas en acuicultura**

### ***Competencia***

Analizar los diferentes procesos de diseño de cultivo mediante los componentes básicos en los sistemas de producción acuícola para la selección del sistema adecuado al organismo y nivel de producción, con pensamiento crítico y responsabilidad.

### ***Contenido***

- 2.1. Transporte y mecánica de fluidos
  - 2.1.1. Tipo y selección de tuberías
  - 2.1.2. Conexiones y accesorios para tuberías
  - 2.1.3. Métodos de unión y fijación de tuberías
  - 2.1.4. Tipo y selección de canales
  - 2.1.5. Pérdidas por fricción estática y dinámica en tuberías y canales
- 2.2. Circulación
  - 2.1.1. Bombas de agua
  - 2.1.2. Tipos y selección de bombas de agua
  - 2.1.3. Cálculo de la potencia y costo de bombeo
  - 2.1.4. Bombeo por air-lift
  - 2.1.5. Tipos de bombeo por air-lift
  - 2.1.6. Diseño de bombeo por air-lift
- 2.3. Remoción de sólidos
  - 2.3.1. Generación y caracterización de los sólidos
  - 2.3.2. Mecanismos de remoción de sólidos
  - 2.3.3. Manejo, utilización y disposición de sólidos
- 2.4. Transferencia de gases
  - 2.4.1. Fundamentos de los gases disueltos en el agua
  - 2.4.2. Aireación vs Oxigenación (A-0)
  - 2.4.3. Sistemas de A-0



- 2.4.4. Sistemas de de-gasificación
- 2.4.5. Evaluación de eficiencia de los sistemas de A-O
- 2.4.6. Ejemplos de cálculo de diseño y consumo eléctrico de los sistemas de A-O
- 2.5. Biofiltración
  - 2.5.1. Conceptos y definiciones
  - 2.5.2. Componentes básicos de un SRA
  - 2.5.3. Clasificación de biofiltración
  - 2.5.4. Principios básicos en el diseño y construcción de los biofiltros
  - 2.5.5. Ejemplo de dimensionamiento de los biofiltros

***Duración:***

18 horas

**Unidad III. Componentes secundarios para los sistemas en acuicultura**

***Competencia***

Analizar los diferentes procesos de diseño de cultivo mediante la integración de los componentes básicos con componentes secundarios en los sistemas de producción acuícola para la selección del sistema adecuado al organismo y nivel de producción, con pensamiento crítico y responsabilidad.

***Contenido***

- 3.1. Desinfección y bioseguridad
  - 3.1.1. Teoría de la desinfección
  - 3.1.2. Desinfección química
  - 3.1.3. Desinfección con luz ultravioleta
  - 3.1.4. Desinfección con ozono
  - 3.1.5. Otros métodos de desinfección y aplicaciones
  - 3.1.6. Sanidad e inocuidad acuícola
- 3.2. Instrumentación, control y monitoreo de sistemas de producción acuícola
  - 3.2.1. Parámetros, variables y/o condiciones a monitorear
  - 3.2.2. Opciones de equipo
  - 3.2.3. Infraestructura mínima de operación
  - 3.2.4. Sistemas de respaldo eléctrico
  - 3.2.5. Sistemas de monitoreo basados en equipo de cómputo
  - 3.2.6. Diseño y mantenimiento de sistemas de control y alerta
  - 3.2.7. Consejos para construcción y diseño
- 3.3. Control de la temperatura
  - 3.3.1. Fuentes de energía para el calentamiento o enfriamiento del agua
  - 3.3.2. Calentamiento
  - 3.3.3. Equipos utilizados en la acuicultura para el calentamiento del agua
  - 3.3.4. Enfriamiento
  - 3.3.5. Equipos utilizados en la acuicultura para el enfriamiento del agua
  - 3.3.6. Dimensionamiento y costo energético de un equipo para calentar y/o enfriar el agua

***Duración***

06 horas

**Unidad IV. Aplicación de sistemas de producción acuícola en otras actividades de producción*****Competencia***

Integrar y operar sistemas de producción acuícola en conjunto con sistemas secundarios de producción (plantas, organismos terrestres, entre otros) por medio de los aspectos fundamentales de los sistemas de producción acuícola, para generar productos de calidad, con eficiencia, ética profesional y compromiso.

***Contenido***

- 4.1. Acuacultura integral
  - 4.1.1. Introducción a la acuaponía
  - 4.1.2. Introducción a la rizipiscicultura
  - 4.1.3. Introducción a la piscicultura asociada

***Duración***

02 horas

## VIII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER

### Unidad II. Componentes básicos para los sistemas en acuacultura

#### Práctica 1: Clarificadores

##### ***Duración***

04 horas

##### ***Procedimiento***

1. Recibe instrucciones proporcionadas por el docente.
2. Forma grupos de trabajo.
3. Realiza una investigación bibliográfica sobre diferentes tipos de clarificadores con sus ventajas y desventajas.
4. Determina el material necesario para la construcción y el correcto funcionamiento de un clarificador.
5. Selecciona y calcula el tipo y cantidad de sustrato.
6. Determina los parámetros de la calidad del agua que deben medir para conocer el funcionamiento de un clarificador.
7. Calcula la capacidad de carga del clarificador.
8. Recibe retroalimentación del docente.
9. Elabora un reporte.

##### ***Recursos de apoyo***

- Computadora o Tablet.
- Internet.
- Calculadora.
- Papel y pluma-lápiz para realizar los cálculos.

#### Práctica 2: Filtros fluidizados de arena

##### ***Duración:***

04 horas

##### ***Procedimiento***

1. Recibe instrucciones proporcionadas por el docente.
2. Forma grupos de trabajo.
3. Realiza una investigación bibliográfica sobre las características y funcionamiento de filtros fluidizados de arena.
4. Determina el material necesario para instalar un filtro fluidizado de arena.
5. Selecciona dos tipos de sustrato a utilizar en el filtro fluidizado.
6. Calcula la capacidad de carga del filtro fluidizado.
7. Calcula la cantidad de medio necesario.

8. Calcula la velocidad mínima del agua para fluidizar el medio.
9. Recibe retroalimentación del docente.
10. Elabora un reporte.

#### ***Recursos de apoyo***

- Computadora o Tablet.
- Internet.
- Calculadora.
- Papel y pluma-lápiz para realizar los cálculos.

### **Unidad IV. Aplicación de sistemas de producción acuícola en otras actividades de producción**

#### **Práctica 3: Acuaponía**

##### ***Duración***

08 horas

##### ***Procedimiento***

1. Recibe instrucciones proporcionadas por el docente.
2. Forma grupos de trabajo.
3. Realiza una investigación bibliográfica sobre los diferentes sistemas de producción utilizados en la Hidroponía y Acuaponía.
4. Realiza una investigación bibliográfica sobre plantas y organismos acuáticos compatibles para su cultivo simultáneo.
5. Determina qué parámetros fisicoquímicos del agua son necesarios medir diariamente para un cultivo acuapónico.
6. Determina el material y equipo necesario para instalar un sistema acuapónico funcional.
7. Visita un sistema acuapónico en la Facultad y compáralo con las investigaciones previamente realizadas.
8. Recibe retroalimentación del docente.
9. Elabora un reporte.

#### ***Recursos de apoyo***

- Computadora o Tablet.
- Internet.
- Cámara fotográfica.

## **IX. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO**

### **Unidad II. Componentes básicos para los sistemas en Acuicultura**

#### **Práctica 1: Tuberías, conexiones, adhesivos, lubricantes y materiales de sujeción utilizados en los sistemas de acuicultura**

##### ***Duración:***

03 horas

##### ***Procedimiento***

1. Recibe instrucciones proporcionadas por el docente.
2. Forma grupos de trabajo.
3. Realiza una investigación bibliográfica de los diferentes tipos de tuberías, conexiones, adhesivos, lubricantes y materiales de sujeción utilizados normalmente en la acuicultura.
4. Interactúa con el material de PVC disponible.
5. Recibe retroalimentación del docente.
6. Elabora un reporte.

##### ***Recursos de apoyo***

- Computadora, Tablet y/o cámara fotográfica.
- Internet.
- Papel y pluma-lápiz para realizar anotaciones.

#### **Práctica 2: Bombas de agua y eficiencia de bombeo**

##### ***Duración:***

06 horas

##### ***Procedimiento***

1. Recibe instrucciones proporcionadas por el docente.
2. Forma grupos de trabajo.
3. Realiza una investigación bibliográfica sobre las características, el tipo, los componentes y la función de diferentes bombas de agua y aire utilizadas en los sistemas acuícolas.
4. Interactúan con los diferentes tipos de bombas disponibles en el laboratorio.
5. Realizará una gráfica de eficiencia de una bomba, con base en diferentes diámetros de tubería y alturas de columna de agua.
6. Recibe retroalimentación del docente.
7. Elabora un reporte.

##### ***Recursos de apoyo***

- Computadora, Tablet y/o cámara fotográfica.

- Internet.
- Cronómetro.
- Papel y pluma-lápiz para realizar anotaciones.

### **Práctica 3: Diseño de toma de agua de mar**

#### ***Duración:***

06 horas

#### ***Procedimiento***

1. Recibe instrucciones proporcionadas por el docente.
2. Forma grupos de trabajo.
3. Realiza un levantamiento topográfico de acuerdo a una ruta proporcionada por el docente.
4. Realizará el cálculo de la distancia y diferencial de altura desde el punto de bombeo hasta donde se ubicará el reservorio de agua.
5. Calcula el diámetro de tubería y potencia de bomba más adecuados de acuerdo con la información proporcionada por el docente.
6. Calcula la potencia y el costo energético de la bomba con la información proporcionada por el docente.
7. Cotiza el material y equipo necesario para instalar la toma de agua calculada.
8. Recibe retroalimentación del docente.
9. Elabora un reporte.

#### ***Recursos de apoyo***

- Computadora, Tablet y/o cámara fotográfica.
- Internet.
- Papel y pluma-lápiz para realizar anotaciones.
- Cámara fotográfica.
- Nivel topográfico con tripode.
- Estadal.
- Cinta métrica.
- Plomada.

### **Práctica 4: Clarificadores**

#### ***Duración***

09 horas

#### ***Procedimiento***

1. Recibe instrucciones proporcionadas por el docente.
2. Forma grupos de trabajo.
3. Instala un clarificador de medio granular.
4. Determina la cantidad de nitrógeno necesario para activar el clarificador

5. Mide diariamente el NAT, N-NO<sub>2</sub>, N-NO<sub>3</sub>, temperatura, OD, salinidad y pH.
6. Gráfica los parámetros medidos para establecer la relación entre los parámetros y el clarificador.
7. Recibe retroalimentación del docente.
8. Elabora reporte.

### **Recursos de apoyo**

- Computadora o Tablet.
- Internet.
- Calculadora.
- Papel y pluma-lápiz para realizar los cálculos.
- Balanza analítica.
- Kits colorimétricos de medición de calidad del agua.
- Multiparámetro.
- Refractómetro.
- Fuente de nitrógeno.

## **Práctica 5: Filtros fluidizados de arena**

### **Duración:**

06 horas

### **Procedimiento**

1. Recibe instrucciones proporcionadas por el docente.
2. Forma grupos de trabajo.
3. Instala un filtro fluidizado utilizando el tipo de sustrato y velocidad de flujo previamente seleccionados en la parte de taller.
4. Mide el flujo de agua entrando al filtro
5. Calcula el porcentaje de fluidización del sustrato.
6. Realiza una comparación entre los datos teóricos y experimentales
7. Integra y procesa los resultados obtenidos en la práctica.
8. Recibe retroalimentación del docente.
9. Elabora reporte.

### **Recursos de apoyo**

- Computadora o Tablet.
- Internet.
- Calculadora.
- Cronómetro.
- Papel y pluma-lápiz para realizar los cálculos.
- Contenedores plásticos.

## Práctica 6: Filtros biológicos

### **Duración:**

06 horas

### **Procedimiento**

1. Recibe instrucciones proporcionadas por el docente.
2. Forma grupos de trabajo.
3. Instala un filtro biológico del tipo de cama empacada (Beads) con material suministrado por el docente.
4. Calculará el flujo de agua y volumen del sustrato de acuerdo a los materiales suministrados por el docente.
5. Calcula la capacidad de carga del filtro de acuerdo con el volumen de “Beads” utilizados y a la tasa volumétrica de nitrificación de NAT.
6. Integra y procesa los resultados obtenidos en la práctica.
7. Recibe retroalimentación del docente.
8. Elabora reporte.

### **Recursos de apoyo**

- Computadora o Tablet.
- Internet.
- Calculadora.
- Papel y pluma-lápiz para realizar los cálculos.

## **Unidad IV. Aplicación de sistemas de producción acuícola en otras actividades de producción**

## Práctica 7: Acuaponía

### **Duración**

12 horas

### **Procedimiento**

1. Recibe instrucciones proporcionadas por el docente.
2. Forma grupos de trabajo.
3. Selecciona las plantas con las cuales trabajar.
4. Germina las plantas seleccionadas.
5. Instala el sistema de producción acuícola con el material proporcionado por el docente.
6. Selecciona un organismo acuático de relevancia acuícola compatible con los requerimientos de las plantas seleccionadas.
7. Siembra los organismos acuáticos en el sistema de producción acuícola.
8. Mide diariamente la calidad del agua en el sistema de producción acuícola.
9. Realiza biometrías cada semana de los peces y las plantas



10. Realiza ajustes de las tasas de alimentación de los organismos acuáticos, con base en los resultados obtenidos de las biometrías y la cantidad de plantas en cada uno de los sistemas.
11. Recibe retroalimentación del docente.
12. Elabora reporte.

### **Recursos de apoyo**

- Computadora o Tablet.
- Internet.
- Sistema de producción acuícola.
- Charolas de germinación.
- Tierra de germinación.
- Balanza.
- Cinta métrica.
- Kits colorimétricos de medición de calidad del agua.
- Multiparámetro.
- Refractómetro.
- Papel y pluma-lápiz para registrar información.

## **X. MÉTODO DE TRABAJO**

### **Encuadre**

El primer día de clase, cada docente debe establecer de forma clara y formal:

- La metodología de trabajo.
- Criterios de evaluación y rúbricas.
- Reglas sobre la calidad y entrega de trabajos académicos.
- Derechos y obligaciones del docente y los estudiantes.

Esto debe quedar registrado y comunicado por medios institucionales (como Blackboard o correo institucional).

### **Estrategia de enseñanza**

- Aprendizaje basado en casos
- Aprendizaje basado en problemas
- Discusión guiada
- Estudio de caso
- Instrucción directa o guiada
- Simulación de casos reales

## Estrategia de aprendizaje

- Investigación documental
- Investigación empírica
- Exposición de resoluciones de casos prácticos
- Práctica reflexiva
- Trabajo colaborativo
- Técnica expositiva

## XI. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

### Criterios de acreditación

- Para tener derecho a examen ordinario y extraordinario cada estudiante debe cumplir con los porcentajes de asistencia que establece el Estatuto Escolar vigente. La calificación es en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 60.
- La evaluación del curso se realizará de acuerdo con los siguientes porcentajes por actividad: teoría y taller 60%, laboratorio 30% y tareas 10% de la calificación final de la materia.
- La evaluación en la parte teórica y taller (60%) se realizará promediando la calificación obtenida de los tres exámenes parciales que se realizarán a lo largo del curso. No hay reposición de exámenes.
- La evaluación del laboratorio (40%) se realizará promediando las calificaciones obtenidas en los diferentes reportes de prácticas realizadas (aproximadamente 8).
- La evaluación de las tareas (10%) se realizará promediando las calificaciones obtenidas en las diferentes tareas asignadas a lo largo del curso (aproximadamente 12).
- En caso de que el estudiantado no realice alguno de los reactivos de calificación (examen, tarea o reporte de laboratorio), a ese reactivo se le asignará la calificación de cero y será promediado y ponderado con las calificaciones de los otros reactivos de evaluación de cada sesión de evaluación.
- Solo se justificarán faltas a clases y/o laboratorios cuando estos vengan firmados por el subdirector de la facultad. En este punto el estatuto escolar marca que el estudiante podrá solicitar su justificante de inasistencia a la dirección, dentro de los 5 días hábiles siguientes a la fecha en que haya podido reanudar sus estudios.
- El estudiantado podrá exentar el Examen Ordinario, solo si tiene un promedio igual o superior a 80.00 en el promedio de todos los reactivos de evaluación que comprende el curso. Si la calificación del Ordinario es menor que el promedio obtenido en el curso, la calificación final será la del ordinario (no se realizarán promedios, ni se redondeará la calificación).
- Todos los reactivos de evaluación tendrán una fecha de entrega específica, la cual será previamente pactada entre el profesor y los alumnos. Un retraso en el anterior punto será acreedor a una sanción de diez puntos sobre cien de la calificación del elemento de evaluación por día de retraso.
- La calificación mínima aprobatoria del curso será de 60 en escala de 100. Sin embargo, se deben de acreditar tanto la parte de teoría-taller y laboratorio para tener derecho a calificación final.

## Criterios de evaluación

|                          |             |
|--------------------------|-------------|
| - Evaluaciones parciales | 60%         |
| - Prácticas laboratorio  | 40%         |
| - Tareas                 | 10%         |
| <b>Total</b>             | <b>100%</b> |

## XII. REFERENCIAS

### Recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

Goddek, S. (2020). *Aquaponics food production systems: Combined aquaculture and hydroponic production technologies for the future* (1st ed.). Springer Open.

Huguenin, J. E. (2002). *Design and operating guide for aquaculture seawater systems*. Elsevier. [clásica]

Lawson, T. B. (Ed.). (1994). *Fundamentals of aquacultural engineering*. Kluwer Academic Publishers. [clásica]

Lekang, O. I. (2020). *Aquaculture engineering* (3rd ed.). Wiley-Blackwell.

Resh, H. M. (2013). *Hydroponic food production: A definitive guidebook for the advanced home gardener and commercial hydroponic grower* (7th ed.). CRC Press. [clásica]

Stickney, R. R. (2016). *Acuicultura: Texto introductorio* (T. Pérez-Sánchez, Trad.). Editorial Acribia. [clásica]

Spotte, S. (1979). *Fish and invertebrate culture: Water management in closed systems* (2nd ed.). John Wiley & Sons. [clásica]

Timmons, M. B., Guerdat, T. L., & Vinci, B. J. (2018). *Recirculating aquaculture* (4th ed.). Ithaca Publishing Company.

Timmons, M. B., & Losordo, T. M. (Eds.). (1994). *Aquaculture water reuse systems: Engineering design and management*. Elsevier Science. [clásica]

### Recursos de acceso libre o complementarios externos

Bregnballe, J. (2015). *A guide to recirculation aquaculture: An introduction to the new environmentally friendly and highly productive closed fish farming systems*. Food and

Agriculture Organization of the United Nations & Eurofish.

<https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/a0297773-095a-4ae7-9a89-5a3bfb48abc7/content>

### **XIII. PERFIL DOCENTE**

Licenciatura en Acuicultura o área afín. Preferente contar con grado de Maestría o Doctorado en Acuicultura, Biotecnología Marina, Biotecnología en Acuicultura o área afín, con experiencia mínima de 2 años impartiendo docencia, participación en proyectos de divulgación científica o investigación interdisciplinaria. Entre las cualidades deseables se encuentran el pensamiento crítico, organización, ética profesional, capacidad para motivar al estudiantado sin experiencia previa, apertura al diálogo y manejo de recursos didácticos innovadores, así como valores de paciencia, respeto, humildad, entusiasmo, tolerancia y estimular la creatividad y el trabajo colaborativo.



PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

|                                                       |                                                                                                                                                            |               |                 |                  |
|-------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|-----------------|------------------|
| <b>Unidad académica:</b>                              | Facultad de Ciencias Marinas, Ensenada                                                                                                                     |               |                 |                  |
| <b>Programa educativo:</b>                            | Oceanología<br>Licenciatura en Biotecnología en Acuicultura<br>Licenciatura en Ciencias Ambientales                                                        |               |                 |                  |
| <b>Plan de Estudios:</b>                              |                                                                                                                                                            |               |                 |                  |
| <b>Nombre de la unidad de aprendizaje:</b>            | Microbiología                                                                                                                                              |               |                 |                  |
| <b>Clave:</b>                                         |                                                                                                                                                            |               |                 |                  |
| <b>Distribución horaria:</b>                          | Horas Clase: 02<br>Horas Taller: 01<br>Horas Laboratorio: 03<br>Horas Práctica de Campo: 00<br>Horas Extra-clase: 02<br><br>Créditos:08                    |               |                 |                  |
| <b>Características del PUA por programa educativo</b> | <b>Programa educativo</b>                                                                                                                                  | <b>Etapas</b> | <b>Carácter</b> | <b>Requisito</b> |
|                                                       | Oceanología                                                                                                                                                | Disciplinaria | Obligatorio     | Ninguno          |
|                                                       | Licenciatura en Biotecnología en Acuicultura                                                                                                               | Disciplinaria | Obligatorio     | Ninguno          |
|                                                       | Licenciatura en Ciencias Ambientales                                                                                                                       | Básica        | Obligatorio     | Ninguno          |
| <b>Modalidad de impartición:</b>                      | Presencial                                                                                                                                                 |               |                 |                  |
| <b>Equipo de diseño:</b>                              | Natalie Millán Aguiñaga<br>Hortencia Silva Jiménez<br>Bernardino Ricardo Eaton González<br>Josué Rodolfo Villegas Mendoza<br>Andrea Yazmín Zamora Quintero |               |                 |                  |
| <b>Subdirección que aprueba el PUA:</b>               | Patricia Alvarado Graef                                                                                                                                    |               |                 |                  |
| <b>Fecha:</b>                                         | 25 de febrero de 2026                                                                                                                                      |               |                 |                  |
| <b>Aprobación y registro:</b>                         |                                                                                                                                                            |               |                 |                  |

## II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

La unidad de aprendizaje de Microbiología tiene como propósito que el alumnado distinga los principales microorganismos y los procesos donde intervienen, así como su manejo mediante el uso de técnicas de laboratorio para ayudar a resolver problemas sociales relacionados con enfermedades, explotación comercial, diagnóstico y control, tratamientos de aguas residuales, producción de metabolitos, entre otros de una forma responsable y con responsabilidad social.

## III. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Diferenciar los microorganismos que se encuentran en la naturaleza a través de sus características morfológicas, bioquímicas y de cultivo, para identificar y evaluar su papel en la naturaleza con compromiso y responsabilidad.

## IV. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE

Bitácora de los reportes de laboratorio donde el estudiante registre y analice las actividades experimentales, integrando fundamentos teóricos, resultados y conclusiones para fortalecer sus competencias científicas y técnicas.

## V. COMPETENCIA PROFESIONAL DEL PERFIL DE EGRESO A LA QUE CONTRIBUYE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

### **Oceanología**

Generar e integrar información pertinente del medio marino y costero a partir de la aplicación del método científico, técnicas y tecnologías de vanguardia en las áreas de la química, física, matemáticas, biología y geología, para coadyuvar a la explicación de fenómenos naturales e impactos generados por las actividades humanas, con honestidad, ética, pensamiento sistemático y trabajo colaborativo.

### **Licenciatura de Biotecnología en Acuicultura**

Desarrollar procesos biotecnológicos y técnicas de cultivo optimizadas, a través del uso de herramientas moleculares, microbiológicas y biotecnológicas, para mejorar la calidad, inocuidad y valor nutricional de los productos acuícolas, con responsabilidad, ética profesional y respeto por el ambiente.

### **Licenciatura en Ciencias Ambientales**

Diagnosticar problemáticas socio ecosistémicas mediante el análisis multidisciplinario para visibilizar las causas y consecuencias que los originan, así como esquematizar estrategias de solución, con un enfoque integral y un firme compromiso social.

## VI. EJE TRANSVERSAL AL QUE CONTRIBUYE

Compromiso con la Responsabilidad Social y Excelencia.

## VII. DESARROLLO POR UNIDADES

### Unidad I. Fundamentos y características de procariotas

#### **Competencia**

Distinguir las características de la célula procariota, mediante lectura científica y prácticas de laboratorio, para relacionar su importancia en la naturaleza, así como generadores de enfermedades, de una forma responsable y curiosidad científica.

#### **Contenido**

- 1.1. Importancia de la microbiología
- 1.2. Breve historia de la microbiología
- 1.3. Clasificación bacteriana (filogenética, morfológica y fisiológica)
- 1.4. Estructura celular de células procariotas
  - 1.4.1. Tamaños y formas
  - 1.4.2. Componentes externos: pili, fimbrias, cápsula, esporas, tipos de flagelos
  - 1.4.3. Pared celular de Bacterias (Gram positiva y negativa)
- 1.5. Arqueas, características, taxonomía
- 1.6. Cianobacterias, características, taxonomía

#### **Duración**

6 horas

### Unidad II. Protozoarios, hongos y virus

#### **Competencia**

Distinguir las principales características de los protozoarios, hongos y virus, mediante la revisión de la literatura científica y prácticas de laboratorio, para relacionar su impacto en la naturaleza y en patologías en el ser humano y en los animales, con responsabilidad y cuidado del ambiente.

#### **Contenido**

- 2.1. Características generales de los protozoarios
  - 2.1.1. Clasificación
  - 2.1.2. Ciclos de vida
  - 2.1.3. Importancia de los protozoos en la naturaleza y como agentes patógenos
- 2.2. Características generales de los hongos
  - 2.2.1. Clasificación
  - 2.2.2. Importancia de los hongos en la naturaleza y como agentes patógenos
- 2.3. Características generales de los virus

- 2.3.1. Clasificación
- 2.3.2. Ciclos de vida
- 2.3.4. Bacteriófagos
- 2.3.5. Importancia de los virus en la naturaleza

### ***Duración***

6 horas

## **Unidad III. Crecimiento bacteriano**

### ***Competencia***

Emplear diferentes métodos de cultivo y diagnóstico, mediante prácticas de laboratorio y uso de reactivos, para identificarlos y cuantificar su crecimiento, de una forma responsable y de cuidado al ambiente.

### ***Contenido***

- 3.1. Crecimiento bacteriano
  - 3.1.1. División celular
  - 3.1.2. Curva de crecimiento bacteriano
  - 3.1.3. Medidas de crecimiento microbiano; biomasa, conteo directo, turbidez, membrana
- 3.2 Factores de crecimiento
  - 3.2.1 Influencia del ambiente en el crecimiento (pH, temperatura, salinidad, oxígeno)
- 3.3 Control de los microorganismos
  - 3.2.1. Métodos Físicos: calor, frío, filtración, radiación
  - 3.2.2. Métodos Químicos: Fenoles, alcoholes, halógenos, metales pesados, aldehídos, etc.

### ***Duración***

6 horas

## **Unidad IV. Nutrición microbiana**

### ***Competencia***

Examinar los diferentes requerimientos nutricionales que presentan los microorganismos, mediante literatura científica y práctica de laboratorio, para identificarlos de acuerdo con sus características fisiológicas con organización y disciplina.

### ***Contenido***

- 4.1. Macronutrientes y micronutrientes
  - 4.1.1 Requerimientos nutricionales de Carbono, Hidrógeno y Oxígeno
  - 4.1.2 Requerimientos nutricionales de Nitrógeno, Fósforo y Azufre
  - 4.1.3. Medios de cultivo: sintético o definido, complejo



***Duración***

4 horas

**Unidad V. Metabolismo microbiano*****Competencia***

Analizar los diferentes tipos de metabolismo que presentan los microorganismos, mediante literatura científica y práctica de laboratorio para identificarlos de acuerdo con sus características fisiológicas, con organización y disciplina.

***Contenido***

- 5.1. Divisiones metabólicas y formas de obtención de energía, electrones y carbono
  - 5.1.1. Fototrofia, quimiotrofia, litotrofia, organotrofia, autotrofia y heterotrofia
- 5.2. Rutas metabólicas (e.g. glucólisis, fermentación)
  - 5.2.1. Potenciales redox asociados al metabolismo microbiano

***Duración***

6 horas

**Unidad VI. Ecología microbiana*****Competencia***

Comparar las formas de vida microbiana en sus diferentes ambientes, a través del análisis de sus características biológicas y fisicoquímicas, para distinguir su adaptación y sobrevivencia, de una forma objetiva y responsable.

***Contenido***

- 6.1 Interacciones microbianas: simbiosis, parasitismo, comensalismo, etc.
- 6.2. Microambientes y nichos microbianos
- 6.3. Biofilms y tapetes microbianos
- 6.4. Comunidades microbianas y su estructura en ecosistemas naturales
  - 6.4.1. Microorganismos en la biósfera (suelo, aire, agua)
  - 6.4.2 Ambiente terrestre
  - 6.4.3 Procesos en ambiente lacustre
  - 6.4.4. Hábitat marino

***Duración***

4 horas

## VIII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER

### Unidad I. Historia y características de las procariotas

#### Práctica 1: Línea del tiempo de la historia de la microbiología

##### **Duración**

2 horas

##### **Procedimiento**

1. Recibe instrucciones por parte del docente.
2. Se reúne en equipos para discutir los personajes más importantes de la microbiología.
3. Elabora la línea del tiempo en una herramienta de diseño para presentación en su dispositivo electrónico.
4. Socializa al grupo la información recabada.
5. Se agrega el resultado al portafolio de evidencias de taller
6. Recibe retroalimentación docente.

##### **Recursos de apoyo**

- Cuaderno de apuntes.
- Libro de Microbiología.
- Dispositivo electrónico.

#### Práctica 2: Diferenciación estructural de procariotas

##### **Duración**

1 hora

##### **Procedimiento**

1. Recibe instrucciones por parte del docente.
2. Elabora en equipos una tabla comparativa de las características morfológicas y fisiológicas de las células procariotas en español e inglés.
3. Socializa al grupo la información recabada.
4. Agrega el resultado al portafolio de evidencias de taller y recibe retroalimentación docente.

##### **Recursos de apoyo**

- Cuaderno de apuntes
- Libro de Microbiología
- Dispositivo electrónico

## Unidad II. Protozoarios, hongos y virus

### Práctica 3: Importancia de los protozoarios y hongos

#### **Duración**

1 hora

#### **Procedimiento**

1. Recibe instrucciones por parte del docente.
2. Revisa y discute en equipos artículos de divulgación científica en inglés sobre protozoarios y hongos.
3. Elabora mapa conceptual de la importancia de los protozoarios y los hongos en el ambiente en una herramienta de diseño para presentación en su dispositivo electrónico, con los conceptos principales en español e inglés.
4. Socializa al grupo la información recabada.
5. Agrega el resultado al portafolio de evidencias de taller y recibe retroalimentación docente.

#### **Recursos de apoyo**

- Artículos de divulgación en inglés relacionados con protozoarios y hongos
- Cuaderno de apuntes
- Dispositivo electrónico

### Práctica 4: Diferencias entre los microorganismos (bacterias, protozoarios y hongos)

#### **Duración**

1 hora

#### **Procedimiento**

1. Recibe instrucciones por parte del docente.
2. Elabora en equipos una tabla comparativa de las características morfológicas y fisiológicas de bacterias, protozoarios y hongos.
3. Elabora tabla comparativa entre bacterias, protozoarios y hongos en su libreta de apuntes y/o su dispositivo electrónico.
4. Socializa al grupo la información recabada.
5. Agrega el resultado al portafolio de evidencias de taller y recibe retroalimentación docente.

#### **Recursos de apoyo**

- Cuaderno de apuntes
- Dispositivo electrónico

## Práctica 5: Importancia de los virus

### **Duración**

1 hora

### **Procedimiento**

1. Recibe instrucciones por parte del docente.
2. Revisa y discute en equipos artículos de divulgación científica en inglés sobre virus.
3. Elabora un mapa conceptual de la importancia de los virus en el ambiente en una herramienta de diseño para presentación en su dispositivo electrónico, con los conceptos principales en español e inglés.
4. Socializa al grupo la información recabada.
5. Agrega el resultado al portafolio de evidencias de taller y recibe retroalimentación docente.

### **Recursos de apoyo**

- Artículo de divulgación en inglés relacionado con virus
- Cuaderno de apuntes
- Dispositivo electrónico

## Unidad III: Crecimiento bacteriano

## Práctica 6: Curva de crecimiento

### **Duración**

3 horas

### **Procedimiento**

1. Recibe instrucciones por parte del docente.
2. Revisa y discute en equipos el material base sobre técnicas y artículos aplicados sobre la curva de crecimiento.
3. Diseña un diagrama que ilustre las diferentes fases de la curva de crecimiento, utilizando datos hipotéticos o experimentales proporcionados por el docente.
4. Resuelve problemas de crecimiento exponencial bacteriano, aplicando fórmulas de tasa de crecimiento y tiempo de duplicación para interpretar el comportamiento de una población microbiana.
5. Socializa al grupo los resultados obtenidos, comparando las interpretaciones de cada equipo.
6. Agrega el resultado al portafolio de evidencias del taller y recibe retroalimentación docente.

### **Recursos de apoyo**

- Datos para graficar
- Excel para graficar
- Fórmulas de tasa de crecimiento

## Práctica 7: Unidades formadoras de colonias (UFC)

### **Duración**

2 horas

### **Procedimiento**

1. Recibe instrucciones por parte del docente.
2. Revisa y discute en equipos el material base sobre técnicas y artículos aplicados sobre análisis de muestras que involucren el conteo de UFC.
3. Realiza en equipo de trabajo diagramas de flujo sobre los procedimientos para los análisis respectivos y analiza resultados de casos brindados por el docente.
4. Sintetiza la información en gráficas, tablas y determina los resultados con base en las normas técnicas pertinentes.
5. Socializa al grupo los resultados como informe técnico.
6. Agrega el resultado al portafolio de evidencias de taller y recibe retroalimentación docente.

### **Recursos de apoyo**

- Base de información con problemas de cálculo de UFC/mL
- Dispositivo electrónico con paquete de hoja de cálculo y graficado
- Fórmulas asociadas para la preparación de muestras, diluciones seriadas y su análisis
- Base de información sobre normas oficiales

## Unidad IV: Nutrición microbiana

### Práctica 8: Factores de crecimiento

### **Duración**

1 hora

### **Procedimiento**

1. Recibe instrucciones por parte del docente.
2. Revisa y discute en equipos el material base sobre microbiología predictiva, principalmente diseños experimentales y resultados de casos asociados al crecimiento de organismos en diferentes matrices.
3. Sintetiza en equipos los diseños experimentales analizados, haciendo énfasis en las variables y tratamientos aplicados, que influyen en el crecimiento de los organismos, así mismo, enlista los resultados revisados.
4. Sintetiza la información identificando el efecto de los factores de crecimiento en los microorganismos y su aplicación y consecuencia en casos prácticos aplicados a su disciplina.
5. Socializa los resultados al grupo en forma de una infografía, enfatizando gráficas que muestran el crecimiento y los factores que lo afectan.

6. Agrega el resultado al portafolio de evidencias de taller y recibe retroalimentación docente.

### **Recursos de apoyo**

- Base de información con conceptos sobre microbiología predictiva y casos prácticos que incluyan diseños experimentales claros
- Dispositivo electrónico para revisión de documentos digitales y para el manejo de imágenes y gráficos
- Videos cortos sobre uso de software para microbiología predictiva

## **Unidad V: Metabolismo microbiano**

### **Práctica 9: Metabolismo asociado a reacciones redox**

#### **Duración**

2 horas

#### **Procedimiento**

1. Recibe instrucciones por parte del docente.
2. Revisa, discute y analiza en equipos lecturas o material científico sobre procesos redox en microorganismos, con énfasis en fermentación, respiración y fotosíntesis.
3. Identifica y discute ejemplos de pares redox biológicamente relevantes y su función dentro de las rutas metabólicas.
4. Resuelve ejercicios relacionados con el cálculo del potencial redox.
5. Elabora un mapa conceptual o esquema digital que muestre la relación entre el potencial redox y las rutas metabólicas microbianas (fotosíntesis, respiración, fermentación, etc.).
6. Socializa con el grupo las soluciones de los problemas.
7. Agrega el resultado al portafolio de evidencias de taller y recibe retroalimentación docente.

### **Recursos de apoyo**

- Artículos de divulgación
- Dispositivo electrónico

## **Unidad VI: Ambientes microbianos y ecología microbiana**

### **Práctica 10: Ambientes extremos y microorganismos extremófilos**

#### **Duración**

2 horas

#### **Procedimiento**

1. Recibe instrucciones por parte del docente.
2. Revisa, discute y analiza en equipos artículos de divulgación científica sobre organismos extremófilos.

3. Elabora un mapa conceptual de la importancia de los microorganismos extremófilos en una herramienta de diseño para presentación en su dispositivo electrónico.
4. Socializa al grupo la información recabada.
5. Agrega el resultado al portafolio de evidencias de taller y recibe retroalimentación docente.

### **Recursos de apoyo**

- Artículos de divulgación
- Dispositivo electrónico

## **IX. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO**

### **Unidad I: Historia y características de las procariotas**

#### **Práctica 1: Normas de bioseguridad en el laboratorio y funcionamiento del laboratorio de microbiología**

##### **Duración**

3 horas

##### **Procedimiento**

1. Analiza las normas de seguridad dentro del laboratorio de microbiología.
2. Reconoce todos los equipos que se utilizarán rutinariamente y su funcionamiento (autoclave, incubadoras y su funcionamiento en caso de un accidente).
3. Analiza las instrucciones de cómo se realiza un reporte de laboratorio.

##### **Recursos de apoyo**

- Diapositivas
- Proyector
- Manual de laboratorio
- Equipos de laboratorio: autoclave, incubadora, balanza, microscopio compuesto, espectrofotómetro.

#### **Práctica 2: Medios de cultivo sólidos y líquidos, inoculación y conteo de microorganismos de suelo y/o acuáticos**

##### **Duración**

9 horas

##### **Procedimiento**

1. Prepara medios de cultivo, siguiendo las indicaciones del manual de laboratorio y del profesor.
2. Colecta muestras ambientales de suelo o agua de mar.
3. Hace diluciones seriadas.
4. Realiza inoculación de placas y tubos de ensayo.
5. Incuba y analiza los resultados a las 24 y 48 horas.

6. Elabora un reporte de la práctica.

**Recursos de apoyo**

- Cajas petri
- Navecillas para pesar
- Espátula
- Papel secante
- Agua destilada
- Algodón
- Papel aluminio
- Tubos de ensayo
- Gradilla
- Pipetas graduadas
- Matraces erlenmeyer
- Mechero Fisher
- Encendedor
- Etanol 70%
- Guantes de asbesto
- Guantes de nitrilo o látex
- Marcador indeleble

**Práctica 3: Observación morfológica de colonias bacteriana**

**Duració**

3 horas

**Procedimiento**

1. Observa las diferentes morfologías de colonias bacterianas obtenidas en los cultivos sólidos de la práctica 2.
2. Hace anotaciones sobre el tamaño, forma, borde, transparencia, brillo, color, textura, elevación y consistencia de las colonias.
3. Selecciona una colonia y la aísla en un medio sólido utilizando la técnica aséptica y de estría cruzada.
4. Incuba la caja de Petri a temperatura ambiente durante 24 a 48 horas y analiza resultados.
5. Elabora un reporte de la práctica.

**Recursos de apoyo**

- Guantes de látex o nitrilo
- Cubrebocas
- Mechero Fisher
- Asas bacteriológicas
- Marcador indeleble
- Regla graduada
- Encendedor



- Papel secante
- Etanol 70%
- Píseta con agua destilada

#### **Práctica 4: Tinción de Gram y observación de estructuras bacterianas**

##### ***Duración***

6 horas

##### ***Procedimiento***

1. Realiza diferentes técnicas de tinción para visualizar los microorganismos.
2. Prepara varios frotis del cultivo a examinar.
3. Tiñe cada preparación con el colorante indicado.
4. Examina cada tinción bajo el microscopio con el objetivo de inmersión y observa sus diferencias.
5. Anota las características principales.
6. Elabora un reporte de la práctica.

##### ***Recursos de apoyo***

- Cajas Petri con cultivo bacteriano
- Mechero Fisher
- Encendedor
- Asa bacteriológica
- Portaobjetos
- Cubreobjetos
- Microscopio compuesto
- Vaso de precipitados
- Guantes de látex o nitrilo
- Aceite de inmersión
- Set de colorantes para tinción de Gram
- Azul de metileno
- Verde malaquita
- Ácido fosfomolibdico
- Verde de metilo

#### **Práctica 5: Evaluación de la movilidad bacteriana mediante medio semisólido**

##### ***Duración***

6 horas

##### ***Procedimiento***

1. Determina y compara la capacidad de movilidad de diferentes cepas bacterianas utilizando un medio semisólido.
2. Prepara medios semisólidos y deja solidificar.

3. Inocula una pequeña cantidad de la cepa bacteriana con una aguja estéril.
4. Incuba por al menos 48 horas.
5. Observa la dispersión de las bacterias a lo largo del tubo, registrando el avance del crecimiento.
6. Anota las características principales.
7. Elabora un reporte de la práctica.

#### **Recursos de apoyo**

- Medios semisólidos en tubos de ensayo.
- Cajas Petri con cultivo bacteriano.
- Autoclave.
- Aguja de inoculación.
- Incubadora.
- Cinta testigo.
- Balanza.

### **Unidad III: Crecimiento bacteriano**

#### **Práctica 6: Curva de crecimiento bacteriano y cálculo de los parámetros de crecimiento.**

##### **Duración**

9 horas

##### **Procedimiento**

1. Prepara los medios de cultivo para preparar un pre-cultivo.
2. Incuba por 24 horas.
3. Inocula en un caldo nutritivo con este pre-inóculo.
4. Incuba a temperatura ambiente con agitación constante.
5. A diferentes intervalos de tiempo, toma muestras y mide el crecimiento microbiano mediante un espectrofotómetro.
6. Registra las densidades ópticas en cada punto.
7. Calcula promedios y desviación estándar utilizando un dispositivo electrónico con un paquete de hojas de cálculo.
8. Construye una curva de crecimiento.
9. Identifica cada una de las fases de crecimiento.
10. Calcula la tasa de crecimiento.
11. Elabora un reporte de la práctica.

#### **Recursos de apoyo**

- Medios de cultivo.
- Matraces.
- Espectrofotómetro.
- Celdas espectrofotométricas.
- Caja Petri con cultivo bacteriano.
- Asa bacteriológica.

- Mechero Fisher.
- Encendedor.
- Etanol 70%.
- Guantes de látex o nitrilo.
- Marcador indeleble.
- Papel secante.
- Aluminio.
- Algodón.
- Pipetas graduadas.
- Pipeteador.
- Cinta testigo.
- Autoclave.
- Balanza.

#### **Unidad IV: Nutrición microbiana.**

#### **Práctica 7: Factores ambientales y nutricionales que afectan el crecimiento bacteriano.**

##### ***Duración***

6 horas

##### ***Procedimiento***

1. Prepara un pre-cultivo de una muestra ambiental.
2. Sistemáticamente inocula tubos de ensayo con caldo nutritivo sometidos a diferentes condiciones de temperatura, salinidad y pH.
3. Incubar muestras por 24 horas.
4. Observa cambios en la turbidez.
5. Elabora un reporte de la práctica.

##### ***Recursos de apoyo***

- Medios de cultivo.
- Tubos de ensayo.
- Papel secante.
- Etanol 70%.
- Mechero Fisher.
- Encendedor.
- Guantes de látex o nitrilo.
- Cajas petri.
- Pipetas graduadas.
- Pipeteador.
- Aluminio.
- Cinta testigo.
- Vaso de precipitados.

## Unidad V: Metabolismo microbiano.

### Práctica 8: Detección de enzimas y capacidad de fermentación en bacterias mediante pruebas químicas sencillas.

#### **Duración**

6 horas

#### **Procedimiento**

1. Prepara y siembra en tres medios diferentes: uno para la prueba de amilasa (medio con almidón), otro para la prueba de catalasa (gota de  $H_2 O_2$  ) y el tercero para la fermentación de carbohidratos (medio con glucosa e indicador de pH).
2. Incuba los tubos o placas a 37°C durante 24-48 horas según la prueba.
3. Añade yoduro después de la incubación y observa halos claros para la prueba de amilasa,
4. Coloca una gota de  $H_2 O_2$  en una bacteria sembrada y observa burbujas para la prueba de catalasa
5. Verifica cambios de color o producción de gas en los tubos con indicador para la fermentación,
6. Analiza y registra los resultados.
7. Elabora un reporte de la práctica.

#### **Recursos de apoyo**

- Medios de cultivo.
- Peróxido de hidrógeno.
- Medio con glucosa e indicador de pH como fenolftaleína.
- Cajas petri.
- Incubadora.
- Autoclave.
- Cinta testigo.
- Tubos de ensaye.
- Guantes de látex o nitrilo.
- Papel secante.
- Etanol 70%.

## X. MÉTODO DE TRABAJO

### Encuadre

El primer día de clase, cada persona docente debe establecer de forma clara y formal:

- La metodología de trabajo.
- Criterios de evaluación y rúbricas.
- Reglas sobre la calidad y entrega de trabajos académicos.
- Derechos y obligaciones del docente y los estudiantes.

Esto debe quedar registrado y comunicado por medios institucionales (como Blackboard o correo institucional).

### **Estrategia de enseñanza**

- Estudio de caso
- Aprendizaje basado en problemas
- Aprendizaje basado en casos
- Aprendizaje basado en preguntas
- Técnica expositiva
- Discusión guiada
- Instrucción guiada

### **Estrategia de aprendizaje**

- Investigación documental
- Investigación empírica
- Exposición de resoluciones de casos prácticos
- Trabajo colaborativo
- Técnica expositiva
- Mapas conceptuales
- Cuadros comparativos
- Infografías
- Ejercicios prácticos
- Técnicas de laboratorio

## **XI. CRITERIOS DE EVALUACIÓN**

### **Criterios de acreditación**

Para tener derecho a los exámenes ordinario y extraordinario, cada estudiante debe cumplir con los porcentajes de asistencia que establece el Estatuto Escolar vigente. La calificación es en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 60.

## Criterios de evaluación

|                                                |             |
|------------------------------------------------|-------------|
| - Evaluaciones parciales.....                  | 30%         |
| - Portafolio de prácticas taller .....         | 30%         |
| - Bitácora de los reportes de laboratorio..... | 40%         |
| <b>Total.....</b>                              | <b>100%</b> |

## XII. REFERENCIAS

### Recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

Cappuccino, J. G., & Welsh, C. T. (2019). *Microbiology: A laboratory manual* (12th ed., loose-leaf ed.). Pearson.

Hernández Beristain, P. E. (2021). *Microbiología, virología e ingeniería genética: Introducción y sobre su investigación*. Independiente.

Madigan, M. T., Martinko, J. M., Bender, K. S., Buckley, D. H., & Stahl, D. A. (2015). *Brock: Biología de los microorganismos* (14.<sup>a</sup> ed.). Pearson. [clásica]

Munn, C. (2019). *Marine microbiology: Ecology & applications* (3rd ed.). CRC Press. [clásica]

### Recursos de acceso libre o complementarios externos

Parte, A. C., Sardà Carbasse, J., Meier-Kolthoff, J. P., Reimer, L. C., & Göker, M. (2020). List of Prokaryotic names with Standing in Nomenclature (LPSN) moves to the DSMZ. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 70(11), 5607–5612. <https://doi.org/10.1099/ijsem.0.004332>

USDA-ERRC. (s. f.). *Predictive Microbiology Information Portal (ComBase)*. <https://portal.errc.ars.usda.gov/PMIPHome.aspx>

## XIII. PERFIL DOCENTE

Licenciatura en Biología, Oceanología, Biotecnología en Acuicultura, Ciencias Ambientales o área afín, con conocimientos y experiencia en teoría y laboratorio en microbiología; preferentemente con estudios de posgrado y dos años de experiencia docente. Ser una persona proactiva, analítica y que fomente el trabajo en equipo. Recomendable contar con certificación del idioma inglés B1 o equivalente.



**PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE**

**I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN**

|                                            |                                                                                                                                                               |
|--------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Unidad académica:</b>                   | Facultad de Ciencias Marinas, Ensenada.                                                                                                                       |
| <b>Programa educativo:</b>                 | Licenciatura en Biotecnología en Acuicultura                                                                                                                  |
| <b>Plan de Estudios:</b>                   | 2026.2                                                                                                                                                        |
| <b>Nombre de la unidad de aprendizaje:</b> | Economía Circular Acuícola                                                                                                                                    |
| <b>Clave:</b>                              |                                                                                                                                                               |
| <b>Distribución horaria:</b>               | Horas Clase: 02<br>Horas Taller: 02<br>Horas Laboratorio: 00<br>Horas Práctica de Campo: 00<br>Horas Clínicas: 00<br>Horas Extra-clase: 02<br><br>Créditos:06 |
| <b>Etapas de formación:</b>                | Disciplinaria                                                                                                                                                 |
| <b>Carácter:</b>                           | Obligatoria                                                                                                                                                   |
| <b>Requisito:</b>                          | Administración de Empresas Acuícolas                                                                                                                          |
| <b>Modalidad de impartición:</b>           | Presencial                                                                                                                                                    |
| <b>Equipo de diseño:</b>                   | Miroslava Vivanco Aranda<br>José Alberto Zepeda Domínguez                                                                                                     |
| <b>Subdirección que aprueba el PUA:</b>    | Patricia Alvarado Graef                                                                                                                                       |
| <b>Fecha:</b>                              | 25 de febrero de 2026                                                                                                                                         |
| <b>Aprobación y registro:</b>              |                                                                                                                                                               |

## **II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE**

La unidad de aprendizaje de Economía Circular Acuícola tiene el propósito de formar profesionistas capaces de analizar y proponer modelos de producción acuícola integrando los aspectos financieros, económicos, ambientales, tecnológicos y sociales para optimizar la gestión eficiente de recursos, reducir impactos, fortalecer la competitividad y sostenibilidad del sector acuícola. Así mismo, busca que el alumnado comprenda la importancia de evaluar la viabilidad económica, funcionalidad ambiental y distribución social justa de los proyectos acuícolas, considerando factores legales, administrativos, financieros, económicos, ambientales y sociales. La asignatura se ubica en la etapa disciplinaria, es de carácter obligatorio, forma parte del área de conocimiento de Gestión Estratégica para la Acuicultura Sostenible y tiene como requisito haber aprobado la asignatura de Administración de Empresas Acuícolas.

## **III. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE**

Analizar los principios y conocimientos de economía circular así como aplicarlos a los sistemas acuícolas, mediante la integración de herramientas económicas, tecnológicas, ambientales y sociales, con el propósito de optimizar el aprovechamiento de recursos y procesos productivos para garantizar la viabilidad económica, reducir los impactos ambientales y generar beneficios sociales que fortalezcan la sostenibilidad y competitividad del sector acuícola, asumiendo una actitud crítica, ética y de responsabilidad socioambiental.

## **IV. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE**

1. Proyecto Integral donde se identifique el flujo de insumos y residuos, diagnostique la gestión productiva y económica de una empresa o sistema acuícola y proponga estrategias o acciones concretas de mejora basadas en modelos de economía circular y transformación azul, considerando costos, normatividad vigente y sostenibilidad ambiental (funcionalidad ecosistémica, viabilidad económica, equidad social).
2. Un portafolio de evidencias que reflejen el desarrollo progresivo de las prácticas del taller, debe incluir los reportes de cada taller en el formato establecido y una reflexión crítica sobre la importancia de la economía circular y transformación azul, la eficiencia productiva, la reducción de residuos y optimización de recursos.

## **V. COMPETENCIA PROFESIONAL DEL PERFIL DE EGRESO A LA QUE CONTRIBUYE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE**

Diseñar y gestionar proyectos acuícolas integrales, utilizando metodologías participativas, modelos de negocio sustentables y herramientas tecnológicas de acuicultura, para atender problemáticas productivas, sociales y ambientales en contextos locales y regionales, con actitud emprendedora, ética profesional, compromiso y responsabilidad social.



## **VI. EJE TRANSVERSAL AL QUE CONTRIBUYE**

Excelencia y Compromiso con la Responsabilidad Social.

## **VII. DESARROLLO POR UNIDADES**

### **Unidad I. Fundamentos de Economía Acuícola y Economía Circular.**

#### **Competencia**

Identificar los fundamentos de la economía acuícola y los principios de la economía circular y transformación azul, mediante el análisis del uso y gestión de recursos en los sistemas productivos, para valorar su impacto en la sostenibilidad, eficiencia y rentabilidad del sector, con pensamiento crítico y responsabilidad ambiental.

#### **Contenido**

- 1.1. Conceptos básicos de economía acuícola.
- 1.2. Naturaleza del problema económico: escasez, elección y sostenibilidad.
- 1.3. Principios y aplicaciones de la economía circular en la acuicultura.
- 1.4. Bioeconomía y administración eficiente de recursos biológicos.
- 1.5. Modelos de producción circular: casos de éxito en acuicultura.

#### **Duración**

06 horas

### **Unidad II. Innovación y ecoeficiencia en la acuicultura.**

#### **Competencia**

Identificar tecnologías limpias y prácticas de ecoinnovación aplicadas a los sistemas acuícolas, mediante el uso de herramientas biotecnológicas, para reducir impactos ambientales y optimizar el uso de recursos, con ética profesional y compromiso sostenible.

#### **Contenido**

- 2.1. Tecnologías limpias y ecoinnovación en sistemas acuícolas.
- 2.2. Biorremediación, biomonitorización y biosensores en la acuicultura.
- 2.3. Mejoras biotecnológicas para la mitigación del impacto ambiental.

#### **Duración**

06 horas

### **Unidad III. Producción Azul y Aprovechamiento Sostenible.**

#### **Competencia**

Identificar estrategias de aprovechamiento sostenible de los recursos marinos y costeros, mediante la revisión y análisis del enfoque de transformación azul, para impulsar la innovación, competitividad y diversificación de la producción acuícola, con actitud crítica, responsabilidad social y ambiental.

#### **Contenido**

- 3.1. Definición y principios de la transformación azul.
- 3.2. Estrategias para el desarrollo sostenible en la producción acuícola.
- 3.3. Biodiversidad marina como fuente de innovación biotecnológica.

#### **Duración**

06 horas

### **Unidad IV. Gobernanza y Políticas para la Acuicultura Sostenible.**

#### **Competencia**

Analizar las políticas públicas, normativas e incentivos que regulan y promueven la sostenibilidad en la acuicultura, mediante la evaluación de instrumentos nacionales e internacionales, para proponer estrategias de gestión con impacto social, ambiental y económico, con ética profesional, actitud crítica y compromiso sostenible.

#### **Contenido**

- 4.1. Políticas públicas nacionales e internacionales para la economía circular y la acuicultura sostenible.
- 4.2. Incentivos, certificaciones y estándares de sostenibilidad.
- 4.3. Participación comunitaria y gobernanza en la gestión acuícola.

#### **Duración**

07 horas

### **Unidad V. Innovación Comercial: Empaques Inteligentes y Trazabilidad.**

#### **Competencia**

Distinguir estrategias tecnológicas y normativas para el diseño de empaques inteligentes y sistemas de trazabilidad, mediante la aplicación de principios de economía circular y transformación azul, y normas internacionales, para fortalecer la competitividad, calidad y seguridad alimentaria de los productos acuícolas, con una actitud analítica, visión emprendedora y responsabilidad socioambiental.

#### **Contenido**

- 5.1. Innovaciones en empaques inteligentes: sensores, indicadores de frescura y vida útil.
- 5.2. Sistemas de trazabilidad: importancia, tecnologías y normatividad aplicable.

5.3. Requisitos de exportación y certificación de productos acuícolas sostenibles.

***Duración***

07 horas

## **VIII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER**

### **Unidad I. Fundamentos de Economía Acuícola y Economía Circular.**

#### **Práctica 1: Diagnóstico de circularidad y eficiencia en sistemas acuícolas.**

***Duración***

06 hora

***Procedimiento***

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Integra equipos.
3. Analiza un caso real o simulado de unidad de producción acuícola.
4. Identifica flujos de materia, energía, agua y residuos.
5. Propón acciones iniciales de circularidad (reutilización, reciclaje, valorización).
6. Discute el equilibrio entre rentabilidad económica y sostenibilidad ambiental.
7. Entrega reporte sobre las acciones iniciales de circularidad y su argumentación.
8. Recibe retroalimentación docente.

***Recursos de apoyo***

- Computadora con acceso a internet.
- Acceso a bases de datos (FAO, CONAPESCA).
- Software para procesar textos (CANVAS, Powerpoint, etc.)

### **Unidad II. Innovación y ecoeficiencia en la Acuicultura.**

#### **Práctica 2: Diseño de estrategias de ecoinnovación y tecnologías limpias.**

***Duración***

06 hora

***Procedimiento***

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Identifica tecnologías limpias aplicables (biofiltros, recirculación, energía renovable, etc.).
3. Evalúa su viabilidad técnica y económica.
4. Propón una mejora biotecnológica o tecnológica para optimizar recursos.
5. Diseña una ficha técnica con costos, beneficios y reducción de impactos.
6. Presenta el resultado en foro de discusión grupal.
7. Entrega reporte con la ficha técnica con costos, beneficios y reducción de impactos.

8. Recibe retroalimentación docente.

### **Recursos de apoyo**

- Computadora con acceso a internet.
- Software para presentaciones (CANVAS, Powerpoint, etc.).
- Documentos (FAO, OCDE) sobre innovación verde.

## **Unidad III. Producción Azul y Aprovechamiento Sostenible.**

### **Práctica 3: Modelación de un sistema productivo bajo enfoque de transformación azul.**

#### **Duración**

06 hora

#### **Procedimiento**

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Revisa los principios de la transformación azul y su aplicación al sector pesquero-acuícola.
3. Identifica recursos biológicos y subproductos aprovechables en un sistema local.
4. Estima los beneficios económicos, sociales y ecológicos del modelo.
5. Presenta un póster o infografía con el modelo propuesto.
6. Recibe retroalimentación docente.

### **Recursos de apoyo**

- Computadora con acceso a internet.
- Material bibliográfico de ONU Medio Ambiente y FAO.
- Software para presentaciones (CANVAS, Powerpoint, etc.).

## **Unidad IV. Gobernanza y políticas para la acuacultura sostenible.**

### **Práctica 4: Análisis de políticas públicas y certificaciones de sostenibilidad.**

#### **Duración**

07 hora

#### **Procedimiento**

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Investiga políticas nacionales e internacionales que fomenten la economía circular y la acuacultura sostenible (FAO, SEMARNAT, SENASICA, ASC, BAP, GlobalG.A.P.).
3. Elabora una tabla comparativa de incentivos, regulaciones y estándares.
4. Selecciona un caso de certificación real (estándar mexicana o internacional).
5. Evalúa sus beneficios e implicaciones normativas y sociales.

6. Propón recomendaciones para fortalecer la política pública o su aplicación local.
7. Entrega reporte con la ficha técnica con costos, beneficios y reducción de impactos.
8. Recibe retroalimentación docente.

### ***Recursos de apoyo***

- Computadora con acceso a internet.
- Material bibliográfico oficial, documentos normativos, guías FAO/OCDE, legislación mexicana vigente.
- Bases de datos de unidades económicas certificadas con estándares internacionales (ASC, BAP)
- Software para presentaciones (CANVAS, Powerpoint, etc.).

## **Unidad V. Innovación Comercial: Empaques Inteligentes y Trazabilidad.**

### **Práctica 5: Diseño de un prototipo de empaque inteligente y sistema de trazabilidad.**

#### ***Duración***

07 hora

#### ***Procedimiento***

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Identifica las necesidades e intereses del consumidor en seguridad alimentaria y trazabilidad.
3. Diseña un empaque inteligente (simulado).
4. Define el flujo de trazabilidad del producto (desde cultivo hasta exportación).
5. Reporta la trazabilidad del producto incluyendo aspectos normativos, de certificación y de costo-beneficio.
6. Presenta de manera oral el proyecto ante el grupo como producto final del curso.
7. Recibe retroalimentación docente.

### ***Recursos de apoyo***

- Computadora con acceso a internet.
- Material bibliográfico oficial, bases de datos normativas (NOM, ISO, etc.), guías FAO/OCDE, legislación mexicana vigente.
- Software para presentaciones (CANVAS, Powerpoint, etc.).

## **IX. MÉTODO DE TRABAJO**

### **Encuadre**

El primer día de clase, cada docente debe establecer de forma clara y formal:

- La metodología de trabajo.
- Criterios de evaluación y rúbricas.
- Reglas sobre la calidad y entrega de trabajos académicos.
- Derechos y obligaciones del docente y los estudiantes.

Esto debe quedar registrado y comunicado por medios institucionales (como Blackboard o correo institucional).

### **Estrategia de enseñanza**

- Aprendizaje basado en casos
- Aprendizaje basado en preguntas
- Aprendizaje basado en problemas
- Aprendizaje basado en proyectos
- Aprendizaje colaborativo
- Discusión guiada
- Estudio de caso
- Instrucción directa o guiada
- Proyectos integradores o interdisciplinarios
- Resolución de problemas reales con actores sociales
- Simulación de casos reales

### **Estrategia de aprendizaje**

- Aprendizaje autorregulado
- Desarrollo de proyectos sociales o productivos
- Investigación acción participativa
- Investigación documental
- Práctica reflexiva / Práctica reflexiva en campo
- Resolución de problemas
- Toma de apuntes estratégicos
- Trabajo colaborativo

- Trabajo de campo autónomo o investigativo

## X. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

### Criterios de acreditación

Para tener derecho a examen ordinario y extraordinario cada estudiante debe cumplir con los porcentajes de asistencia que establece el Estatuto Escolar vigente. La calificación es en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 60.

### Criterios de evaluación

|                          |      |
|--------------------------|------|
| Evaluaciones Parciales   | 30%  |
| Portafolio de Evidencias | 40%  |
| Proyecto Integral        | 30%  |
| Total                    | 100% |

## XI. REFERENCIAS

### Recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

Engle, C. R. (2010). *Aquaculture economics and financing: Management and analysis*. Wiley-Blackwell. ISBN 978-0-8138-1301-1.

Engle, C. R., Quagrainie, K. K., & Dey, M. M. (2016). *Seafood and aquaculture marketing handbook* (2nd ed.). Wiley-Blackwell. ISBN 978-1-118-84550-9.

Landau, M. (1992). *Introduction to aquaculture*. John Wiley & Sons. [clásica] ISBN 0-471-61146-8.

Pillay, T. V. R., & Kutty, M. N. (2005). *Aquaculture: Principles and practices*. Blackwell Publishing. ISBN 1-4051-0532-1.

PinSun, L., & Engle, C. R. (2006). *Shrimp culture: Economics, market & trade*. Wiley-Blackwell. ISBN 978-0-8138-2655-4.

Stickney, R. R. (2005). *Aquaculture: An introductory text*. CABI Publishing. ISBN 0-85199-081-9.

### Recursos de acceso libre o complementarios externos

Ellen MacArthur Foundation. (2021). The circular economy in detail. <https://ellenmacarthurfoundation.org/topics/circular-economy-introduction/overview>

- European Commission. (2021). Eco-Innovation Action Plan (EcoAP). [https://environment.ec.europa.eu/eco-innovation\\_en](https://environment.ec.europa.eu/eco-innovation_en)
- European Food Safety Authority. (2022). Smart packaging and food safety review. EFSA Journal, 20(6), 7144. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2022.7144>
- FAO. (2020). Guidelines for catch documentation schemes. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. <https://www.fao.org/3/ca7968en/ca7968en.pdf>
- FAO. (2021). Code of conduct for responsible fisheries. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. <https://www.fao.org/fishery/code/en>
- FAO. (2022). Blue transformation: Roadmap for aquatic food systems sustainability. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. <https://www.fao.org/3/cc2468en/cc2468en.pdf>
- Global Dialogue on Seafood Traceability. (2021). GDST 1.0 standards and guidelines. <https://traceability-dialogue.org/resources/gdst-standards-and-guidelines/>
- OCDE. (2020). The circular economy in cities and regions: Synthesis report. Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos. <https://www.oecd.org/cfe/circular-economy-cities.htm>
- Programa Nacional de Pesca y Acuicultura Sustentables 2020–2024. (2023). Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER) / CONAPESCA. <https://www.gob.mx/conapesca/documentos/programa-nacional-de-pesca-y-acuicultura-sustentables-2020-2024>
- UNEP. (2019). Sustainable innovation and circularity in blue economy sectors. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. <https://wedocs.unep.org/handle/20.500.11822/31983>

## **XII. PERFIL DOCENTE**

La persona docente deberá contar título de licenciatura de Economía acuícola o área afín preferentemente con posgrado en Administración/Gestión/Manejo de Recursos Marinos, Transformación Azul, o Bioeconomía Pesquera y/o Acuícola o área afín, con dos años de experiencia probada en el área y en el sector ejecutivo, específicamente en la coordinación de proyectos y experiencia docente especializada en el diseño de estrategias de formación activa centrada en el estudiante. Además, ser una persona proactiva, analítica, ética, inclusiva, objetiva, respetuosa, responsable, y con habilidades para fomentar la creatividad y promotora del aprendizaje autónomo y colaborativo.





**PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE**

**I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN**

|                                            |                                                                                                                                                               |
|--------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Unidad académica:</b>                   | Facultad de Ciencias Marinas, Ensenada.                                                                                                                       |
| <b>Programa educativo:</b>                 | Biotecnología en Acuicultura                                                                                                                                  |
| <b>Plan de Estudios:</b>                   | 2026-2                                                                                                                                                        |
| <b>Nombre de la unidad de aprendizaje:</b> | Genética Acuícola                                                                                                                                             |
| <b>Clave:</b>                              |                                                                                                                                                               |
| <b>Distribución horaria:</b>               | Horas Clase: 02<br>Horas Taller: 04<br>Horas Laboratorio: 00<br>Horas Práctica de Campo: 00<br>Horas Clínicas: 00<br>Horas Extra-clase: 02<br><br>Créditos:08 |
| <b>Etapas de formación:</b>                | Disciplinaria                                                                                                                                                 |
| <b>Carácter:</b>                           | Obligatoria                                                                                                                                                   |
| <b>Requisito:</b>                          | Ninguno                                                                                                                                                       |
| <b>Modalidad de impartición:</b>           | Presencial                                                                                                                                                    |
| <b>Equipo de diseño:</b>                   | Luis Manuel Enríquez Paredes<br>Nelva Lorena Victoria Cota<br>Alicia Abadía Cardoso                                                                           |
| <b>Subdirección que aprueba el PUA:</b>    | Patricia Alvarado Graef                                                                                                                                       |
| <b>Fecha:</b>                              | 25 de febrero de 2026                                                                                                                                         |
| <b>Aprobación y registro:</b>              |                                                                                                                                                               |

## II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

La unidad de aprendizaje Genética Acuícola tiene como propósito proporcionar a cada estudiante una formación integral en los principios y herramientas de la genética aplicados al contexto acuícola, combinando conocimientos fundamentales de genética mendeliana, poblacional y cuantitativa con el uso de metodologías modernas de análisis genético y bioinformático. Aborda aspectos relevantes para el diseño y evaluación de programas de mejoramiento genético mediante crianza selectiva, desde la estimación de parámetros genéticos hasta la implementación de estrategias basadas en selección fenotípica, genómica o asistida por marcadores. Su importancia radica en su contribución al diseño y evaluación de programas de mejoramiento genético sostenibles, orientados a incrementar la productividad, conservar la diversidad genética y mitigar impactos ambientales en los sistemas acuícolas. A través de esta unidad, el alumnado desarrollará habilidades analíticas y prácticas, adquirirá competencias técnicas en el manejo de software especializado, y fortalecerá valores como la responsabilidad ambiental, el pensamiento crítico y el compromiso con una acuicultura ecosistémica y regenerativa. Se trata de una unidad teórico-práctica, se ubica en la etapa disciplinaria, es de carácter obligatorio y pertenece al área de conocimiento de Biotecnología, se recomienda que las y los estudiantes que cursen esta unidad cuenten con conocimientos previos en biología celular y molecular, estadística y estadística avanzada.

## III. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Integrar principios, herramientas y métodos genéticos al diseño, evaluación y mejora de programas de crianza selectiva en acuicultura, mediante el uso de modelos de genética mendeliana, poblacional y cuantitativa, con apoyo de software especializado, para optimizar la productividad y sostenibilidad de los sistemas acuáticos, actuando con ética, responsabilidad ambiental y compromiso social.

## IV. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE

### A) Evidencia de desempeño

Ejecutar análisis genéticos mediante software especializado (e.g. R, GenAlEx, Arlequin, WOMBAT, BLUPF90) y el uso de herramientas computacionales para calcular parámetros genéticos (frecuencias, heterocigosidad,  $F_{st}$ , parentesco, heredabilidad, valores reproductivos) a partir de datos reales o simulados. Se espera que muestren precisión técnica para el manejo de datos e interpretación de resultados trabajando en equipo.

### B) Evidencia integradora de producto

Proyecto técnico de diseño de un programa de mejora genética, preferentemente a través de crianza selectiva, en una especie acuícola de interés comercial para la región o el país.

- Diseño teórico de un programa de crianza selectiva que integra los conocimientos adquiridos durante la unidad, justificando la elección de caracteres, el diseño del esquema de selección, los parámetros genéticos a utilizar, incluyendo las herramientas

estadísticas o bioinformáticas, y los indicadores para la evaluación de impacto productivo y ecológico.

- Entrega de documento técnico y presentación oral ante el grupo.

## **V. COMPETENCIA PROFESIONAL DEL PERFIL DE EGRESO A LA QUE CONTRIBUYE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE**

Diseñar e implementar estrategias de manejo acuícola resilientes y sostenibles, mediante el análisis de riesgos ambientales, la adaptación de tecnologías apropiadas y la integración de enfoques socio-ecosistémicos, para mitigar los impactos del cambio climático y fortalecer la sostenibilidad en toda la cadena de valor acuícola, con responsabilidad ambiental y social, con pensamiento crítico, ética profesional y compromiso social.

## **VI. EJE TRANSVERSAL AL QUE CONTRIBUYE**

Compromiso con la responsabilidad social

## **VII. DESARROLLO POR UNIDADES**

### **Unidad I. Introducción e historia de la genética aplicada a la acuicultura**

#### **Competencia**

Analizar la evolución histórica y los avances conceptuales de la genética aplicada a la acuicultura, mediante la revisión de experimentos clave y desarrollos técnicos, para comprender su impacto en el mejoramiento genético sostenible, con actitud crítica y reflexiva en un contexto de responsabilidad ambiental.

#### **Contenido**

- 1.1. Historia general de la genética
  - 1.1.1. Experimentos de Mendel y formulación de las leyes de la herencia
    - 1.1.1.1. Diseño experimental y resultados
    - 1.1.1.2. Ley de segregación
    - 1.1.1.3. Ley de distribución independiente
  - 1.1.2. Genética cromosómica y aportes de Morgan
    - 1.1.2.1. Descubrimiento de los cromosomas como portadores de genes
    - 1.1.2.2. Estudios con la mosca de la fruta (*Drosophila melanogaster*)
    - 1.1.2.3. Concepto de ligamiento genético y recombinación
  - 1.1.3. Descubrimiento de la estructura del ADN y genética molecular
    - 1.1.3.1. Modelo de doble hélice por Watson y Crick
    - 1.1.3.2. Bases nitrogenadas y pares de nucleótidos
    - 1.1.3.3. Implicaciones en la transmisión genética
- 1.2. Genética y domesticación de especies
  - 1.2.1. Domesticación en animales terrestres como base conceptual

- 1.2.1.1. Proceso de domesticación y selección artificial
- 1.2.1.2. Cambios fenotípicos y genotípicos asociados
- 1.2.1.3. Comparación con especies acuáticas
- 1.2.2. Selección en peces, crustáceos y moluscos
  - 1.2.2.1. Criterios de selección comunes
  - 1.2.2.2. Técnicas de selección y cruzamiento
  - 1.2.2.3. Casos de éxito en mejoramiento genético acuícola
- 1.2.3. Objetivos: crecimiento, resistencia y calidad
  - 1.2.3.1. Mejoras en tasa de crecimiento y eficiencia alimenticia
  - 1.2.3.2. Resistencia a enfermedades y condiciones ambientales
  - 1.2.3.3. Calidad de producto (carne, sabor, textura)
- 1.3. Consolidación de la genética acuícola moderna
  - 1.3.1. Integración de técnicas moleculares en acuicultura
    - 1.3.1.1. PCR y secuenciación genética
    - 1.3.1.2. Marcadores moleculares y genómica
    - 1.3.1.3. Aplicaciones prácticas en programas de mejoramiento
  - 1.3.2. Riesgos: pérdida de diversidad y consanguinidad
    - 1.3.2.1. Efectos de la endogamia en poblaciones cultivadas
    - 1.3.2.2. Pérdida de variabilidad genética y adaptabilidad
    - 1.3.2.3. Estrategias para mitigación
  - 1.3.3. Retos futuros en sostenibilidad acuícola
    - 1.3.3.1. Integración con acuicultura ecosistémica
    - 1.3.3.2. Uso responsable de biotecnología
    - 1.3.3.3. Conservación genética y manejo adaptativo

### **Duración**

02 horas

## **Unidad II. Fundamentos de genética mendeliana y molecular**

### **Competencia**

Analizar los principios mendelianos y moleculares de la genética, aplicando modelos conceptuales y matemáticos para explicar la transmisión de caracteres y variabilidad genética y su manejo en el cultivo de especies acuáticas, con actitud proactiva y responsabilidad ambiental.

### **Contenido**

- 2.1. Herencia mendeliana
  - 2.1.1. Dominancia, codominancia y alelos múltiples
    - 2.1.1.1. Definición y ejemplos de dominancia simple
    - 2.1.1.2. Codominancia y expresión simultánea de alelos
    - 2.1.1.3. Alelos múltiples y efectos en fenotipos
  - 2.1.2. Cuadros de Punnett y probabilidades de descendencia

- 2.1.2.1. Construcción e interpretación de cuadros
    - 2.1.2.2. Cálculo de probabilidades genotípicas y fenotípicas
    - 2.1.2.3. Aplicaciones en cruzamientos acuícolas
  - 2.1.3. Variabilidad fenotípica y genotípica
    - 2.1.3.1. Conceptos y diferencias
    - 2.1.3.2. Influencia del ambiente
    - 2.1.3.3. Ejemplos en especies acuáticas
- 2.2. Estructura y función del ADN
  - 2.2.1. Replicación y transmisión genética
    - 2.2.1.1. Mecanismos de replicación semiconservativa
    - 2.2.1.2. Enzimas involucradas y control del proceso
    - 2.2.1.3. Implicaciones para la herencia
  - 2.2.2. Transcripción y síntesis de proteínas
    - 2.2.2.1. Proceso de transcripción del ADN a ARN
    - 2.2.2.2. Traducción y ensamblaje proteico
    - 2.2.2.3. Regulación génica y expresión
  - 2.2.3. Mutaciones y su efecto en fenotipos
    - 2.2.3.1. Tipos de mutaciones (puntuales, inserciones, deleciones)
    - 2.2.3.2. Mutaciones somáticas y germinales
    - 2.2.3.3. Consecuencias fenotípicas y adaptación
- 2.3. Herencia no mendeliana
  - 2.3.1. Herencia ligada al sexo
    - 2.3.1.1. Cromosomas sexuales y determinación
    - 2.3.1.2. Ejemplos de caracteres ligados al sexo
    - 2.3.1.3. Implicaciones en programas de cría
  - 2.3.2. Impronta y epigenética
    - 2.3.2.1. Concepto de impronta génica
    - 2.3.2.2. Modificaciones epigenéticas y herencia
    - 2.3.2.3. Impacto en desarrollo y adaptación
  - 2.3.3. Herencia citoplasmática
    - 2.3.3.1. Genes mitocondriales y plastidios
    - 2.3.3.2. Transmisión materna
    - 2.3.3.3. Relevancia en genética acuícola

### ***Duración***

04 horas

## **Unidad III. Genética poblacional en sistemas acuáticos**

### ***Competencia***

Aplicar modelos de genética poblacional, como el equilibrio Hardy-Weinberg y fuerzas evolutivas, mediante el uso de marcadores genéticos, herramientas analíticas y software para el manejo de datos genéticos con el propósito de diagnosticar y gestionar la variabilidad genética en poblaciones acuáticas, con actitud crítica frente al impacto ambiental y compromiso social.

## **Contenido**

- 3.1. Equilibrio Hardy-Weinberg
  - 3.1.1. Condiciones para el equilibrio y su interpretación
    - 3.1.1.1. Suposiciones del modelo
    - 3.1.1.2. Significado biológico del equilibrio
    - 3.1.1.3. Aplicación en poblaciones acuáticas
  - 3.1.2. Cálculo de frecuencias alélicas y genotípicas
    - 3.1.2.1. Fórmulas y ejemplos prácticos
    - 3.1.2.2. Uso de datos fenotípicos y genotípicos
    - 3.1.2.3. Interpretación de resultados
  - 3.1.3. Identificación de desviaciones y sus causas
    - 3.1.3.1. Efecto de migración, selección y deriva
    - 3.1.3.2. Impacto de endogamia
    - 3.1.3.3. Diagnóstico en poblaciones cultivadas
- 3.2. Fuerzas evolutivas y estructura genética
  - 3.2.1. Migración, deriva genética y selección
    - 3.2.1.1. Definición y ejemplos
    - 3.2.1.2. Efectos sobre variabilidad genética
    - 3.2.1.3. Interacción entre fuerzas evolutivas
  - 3.2.2. Endogamia y coeficiente de consanguinidad
    - 3.2.2.1. Cálculo y significado
    - 3.2.2.2. Consecuencias biológicas
    - 3.2.2.3. Control en programas de cría
  - 3.2.3. Flujo génico y aislamiento poblacional
    - 3.2.3.1. Medición y factores que lo afectan
    - 3.2.3.2. Barreras geográficas y reproductivas
    - 3.2.3.3. Implicaciones para manejo genético
- 3.3. Marcadores moleculares en genética poblacional
  - 3.3.1. Marcadores neutros vs. no neutros
    - 3.3.1.1. Definición y diferencias
    - 3.3.1.2. Aplicaciones específicas
    - 3.3.1.3. Ventajas y limitaciones
  - 3.3.2. Marcadores dominantes y codominantes (ej. AFLP vs. microsatélites y SNPs)
    - 3.3.2.1. Características y ejemplos de cada tipo
    - 3.3.2.2. Interpretación de datos genéticos
    - 3.3.2.3. Selección según objetivos del estudio
  - 3.3.3. Elección de marcadores según el objetivo del estudio
    - 3.3.3.1. Estudios de diversidad genética
    - 3.3.3.2. Identificación de linajes y trazabilidad
    - 3.3.3.3. Evaluación de adaptaciones locales

## **Duración**

04 horas

## **Unidad IV. Variación genética en poblaciones naturales y cultivadas**

### **Competencia**

Comparar los niveles de variabilidad genética entre poblaciones naturales y cultivadas, mediante la estimación de parámetros genéticos como tamaño efectivo, consanguinidad y depresión endogámica, para identificar las consecuencias de la domesticación y las estrategias de optimización de la producción acuícola, con actitud crítica y reflexiva en el contexto de la responsabilidad ambiental.

### **Contenido**

#### **4.1. Tamaño efectivo poblacional**

##### **4.1.1. Definición y factores que lo afectan**

4.1.1.1. Concepto de  $N_e$  y diferencias con tamaño censal

4.1.1.2. Influencia de la estructura demográfica

4.1.1.3. Impacto de la variabilidad reproductiva

##### **4.1.2. Tablas de vida y pirámides demográficas**

4.1.2.1. Construcción y análisis

4.1.2.2. Relación con dinámica poblacional

4.1.2.3. Aplicaciones en acuicultura

##### **4.1.3. Relación entre tamaño efectivo y deriva genética**

4.1.3.1. Conceptos de deriva y pérdida de variabilidad

4.1.3.2. Modelos matemáticos y simulaciones

4.1.3.3. Estrategias para mantener  $N_e$  adecuado

##### **4.1.4. Tamaño efectivo en poblaciones cultivadas vs. silvestres**

4.1.4.1. Comparación de valores y causas de diferencias

4.1.4.2. Consecuencias para manejo genético

4.1.4.3. Casos de estudio en acuicultura

#### **4.2. Consanguinidad y depresión endogámica**

##### **4.2.1. Causas y consecuencias genéticas**

4.2.1.1. Orígenes de la consanguinidad

4.2.1.2. Efectos sobre diversidad genética

4.2.1.3. Manifestaciones fenotípicas

4.2.2. Efectos en fitness, supervivencia y reproducción

4.2.2.1. Reducción de aptitud biológica

4.2.2.2. Ejemplos en especies acuáticas

4.2.2.3. Impacto en productividad

##### **4.2.3. Métodos para evitar y controlar endogamia en acuicultura**

4.2.3.1. Planificación de cruzamientos

4.2.3.2. Uso de bancos genéticos

4.2.3.3. Monitoreo genético continuo

#### **4.3. Comparación entre poblaciones naturales y cultivadas**

- 4.3.1. Pérdida de diversidad genética por domesticación
  - 4.3.1.1. Procesos involucrados
  - 4.3.1.2. Evidencias empíricas
  - 4.3.1.3. Impacto en adaptación futura
- 4.3.2. Impacto del manejo y selección sobre variabilidad
  - 4.3.2.1. Prácticas de manejo que afectan diversidad
  - 4.3.2.2. Selección intensiva y consecuencias
  - 4.3.2.3. Estrategias para balancear selección y diversidad
- 4.3.3. Implicaciones para conservación y producción
  - 4.3.3.1. Conservación in situ y ex situ
  - 4.3.3.2. Integración en programas productivos
  - 4.3.3.3. Políticas y recomendaciones

### **Duración**

04 horas

## **Unidad V. Caracteres y genética cuantitativos**

### **Competencia**

Estimar la heredabilidad y varianza fenotípica de caracteres cuantitativos relevantes para el sector acuícola, mediante el uso de herramientas analíticas y programas para el manejo de datos genéticos, con la finalidad de optimizar la selección de reproductores en los programas de mejoramiento genético, con actitud proactiva, responsabilidad ambiental y compromiso social.

### **Contenido**

- 5.1. Características de los caracteres cuantitativos
  - 5.1.1. Distribución continua y base poligénica
    - 5.1.1.1. Diferencias con caracteres mendelianos
    - 5.1.1.2. Modelos genéticos poligénicos
    - 5.1.1.3. Ejemplos en acuicultura
  - 5.1.2. Influencia ambiental y genotipo-ambiente
    - 5.1.2.1. Variación fenotípica ambiental
    - 5.1.2.2. Interacción genotipo-ambiente
    - 5.1.2.3. Diseño experimental para su estudio
  - 5.1.3. Ejemplos en organismos acuáticos (crecimiento, FCR, supervivencia)
    - 5.1.3.1. Caracterización de rasgos relevantes
    - 5.1.3.2. Medición y registro de datos
    - 5.1.3.3. Importancia para mejoramiento
- 5.2. Partición de la varianza fenotípica
  - 5.2.1. Componentes genéticos (A, D, I) y ambientales
    - 5.2.1.1. Varianza aditiva (A)
    - 5.2.1.2. Dominancia (D) e interacción (I)
    - 5.2.1.3. Varianza ambiental
  - 5.2.2. Modelos estadísticos para estimación de varianza



- 5.2.2.1. Análisis de varianza (ANOVA)
  - 5.2.2.2. Modelos lineales mixtos
  - 5.2.2.3. Software y herramientas
- 5.2.3. Interpretación de la variación para selección
  - 5.2.3.1. Importancia de la varianza aditiva
  - 5.2.3.2. Implicaciones para respuesta a la selección
  - 5.2.3.3. Ejemplos prácticos
- 5.3. Estimación de heredabilidad
  - 5.3.1. Métodos experimentales y estadísticos
    - 5.3.1.1. Diseños de experimentos (familias completas, medias familiares)
    - 5.3.1.2. Cálculo de heredabilidad en sentido estricto y amplio
    - 5.3.1.3. Uso de datos fenotípicos y genotípicos
  - 5.3.2. Uso de parentales y medias familiares
    - 5.3.2.1. Estimación con datos parentales
    - 5.3.2.2. Comparación entre familias
    - 5.3.2.3. Aplicación para selección eficiente
  - 5.3.3. Implicaciones para estrategias de mejoramiento
    - 5.3.3.1. Selección basada en heredabilidad
    - 5.3.3.2. Predicción de ganancia genética
    - 5.3.3.3. Integración en programas genéticos

### ***Duración***

04 horas

## **Unidad VI. Modelos de selección genética**

### ***Competencia***

Evaluar las diferencias entre los distintos modelos de selección de pie de cría empleados en los programas de crianza selectiva, mediante la comparación y análisis de parámetros fenotípicos y genéticos y el uso de herramientas analíticas para maximizar la ganancia y diversidad genética, de forma proactiva, con responsabilidad ambiental y compromiso social.

### ***Contenido***

- 6.1. Métodos de selección
  - 6.1.1. Selección masal y familiar
    - 6.1.1.1. Definición y procedimiento
    - 6.1.1.2. Ventajas y desventajas
    - 6.1.1.3. Aplicaciones en acuicultura
  - 6.1.2. Selección asistida por marcadores
    - 6.1.2.1. Conceptos básicos
    - 6.1.2.2. Identificación de QTLs
    - 6.1.2.3. Casos de estudio y eficacia
  - 6.1.3. Selección genómica
    - 6.1.3.1. Genotipado masivo y predicción genética
    - 6.1.3.2. Modelos estadísticos asociados

- 6.1.3.3. Integración en programas actuales
- 6.2. Índices de selección y predicción genética
  - 6.2.1. Uso de criterios múltiples en selección
    - 6.2.1.1. Definición de índices de selección
    - 6.2.1.2. Composición y ponderación de caracteres
    - 6.2.1.3. Ejemplos prácticos
  - 6.2.2. Estimación de valores reproductivos (EBVs)
    - 6.2.2.1. Concepto y cálculo
    - 6.2.2.2. Uso en selección familiar y genómica
    - 6.2.2.3. Validación y precisión
  - 6.2.3. BLUP y modelos lineales mixtos
    - 6.2.3.1. Fundamentos estadísticos
    - 6.2.3.2. Implementación práctica
    - 6.2.3.3. Ventajas sobre métodos tradicionales
- 6.3. Ganancia genética y respuesta a la selección
  - 6.3.1. Modelo de respuesta directa y correlacionada
    - 6.3.1.1. Cálculo y predicción
    - 6.3.1.2. Selección en caracteres correlacionados
    - 6.3.1.3. Ejemplos en acuicultura
  - 6.3.2. Equilibrio entre ganancia y diversidad genética
    - 6.3.2.1. Riesgos de pérdida de diversidad
    - 6.3.2.2. Estrategias para balancear objetivos
    - 6.3.2.3. Manejo de la consanguinidad
  - 6.3.3. Simulación y evaluación en poblaciones acuícolas
    - 6.3.3.1. Herramientas de simulación
    - 6.3.3.2. Evaluación de escenarios
    - 6.3.3.3. Toma de decisiones informada

### ***Duración***

04 horas

## **Unidad VII. Herramientas bioinformáticas y softwares especializados**

### ***Competencia***

Analizar las fuentes de datos genéticos disponibles en bases públicas, mediante el uso de herramientas bioinformáticas y criterios de validez científica, con el propósito de reconocer el origen y naturaleza de los marcadores genéticos empleados en la estimación de parámetros poblacionales de importancia para los programas de crianza selectiva, manteniendo una actitud proactiva y crítica y con honestidad intelectual.

## **Contenido**

### **7.1. Bases de datos genéticas**

- 7.1.1. NCBI, GenBank y Ensembl: funciones y acceso
  - 7.1.1.1. Tipos de datos disponibles
  - 7.1.1.2. Navegación y búsqueda avanzada
  - 7.1.1.3. Descarga y formatos de datos
- 7.1.2. Descarga y organización de secuencias genéticas
  - 7.1.2.1. Estrategias para manejo de grandes volúmenes
  - 7.1.2.2. Clasificación y almacenamiento
  - 7.1.2.3. Integración con software de análisis
- 7.1.3. Curación y validación de datos biológicos
  - 7.1.3.1. Control de calidad de secuencias
  - 7.1.3.2. Identificación de errores comunes
  - 7.1.3.3. Actualización y mantenimiento de bases

### **7.2. Análisis y alineamiento de secuencias**

- 7.2.1. Herramientas de visualización y edición (Chromas, MEGA)
  - 7.2.1.1. Funcionalidades principales
  - 7.2.1.2. Edición manual y automática
  - 7.2.1.3. Interpretación visual
- 7.2.2. Alineamientos múltiples y comparación de variantes
  - 7.2.2.1. Métodos de alineamiento
  - 7.2.2.2. Detección de SNPs y polimorfismos
  - 7.2.2.3. Aplicaciones en genética poblacional
- 7.2.3. Interpretación biológica de secuencias
  - 7.2.3.1. Identificación de genes y regiones funcionales
  - 7.2.3.2. Análisis de variabilidad genética
  - 7.2.3.3. Relación con fenotipos

### **7.3. Estimación de parámetros poblacionales**

- 7.3.1. Uso de GenAEx y Arlequin
  - 7.3.1.1. Instalación y configuración
  - 7.3.1.2. Preparación de datos de entrada
  - 7.3.1.3. Ejecución de análisis básicos
- 7.3.2. Cálculo de distancias genéticas y  $F_{st}$ 
  - 7.3.2.1. Métodos y fórmulas
  - 7.3.2.2. Interpretación de resultados
  - 7.3.2.3. Aplicaciones prácticas
- 7.3.3. Visualización de estructura genética
  - 7.3.3.1. Gráficos y mapas genéticos
  - 7.3.3.2. Uso de softwares complementarios
  - 7.3.3.3. Integración con datos ecológicos

## **Duración**

04 horas

## Unidad VIII. Programa de mejoramiento genético

### Competencia

Planificar un programa de mejoramiento genético acuícola, mediante la integración de los objetivos de crianza, los esquemas de selección, control de la consanguinidad e indicadores productivos de la respuesta a la selección, para contar con propuestas potenciales de desarrollo de programas de crianza selectiva de los recursos genéticos de la región y del país, con actitud innovadora, colaborativa y compromiso social.

### Contenido

- 8.1. Definición de objetivos y caracteres
  - 8.1.1. Selección de caracteres productivos y adaptativos
    - 8.1.1.1. Identificación de caracteres clave
    - 8.1.1.2. Evaluación de importancia relativa
    - 8.1.1.3. Compatibilidad con objetivos de producción
  - 8.1.2. Criterios económicos, sanitarios y ecológicos
    - 8.1.2.1. Análisis costo-beneficio
    - 8.1.2.2. Consideraciones de salud animal
    - 8.1.2.3. Impacto ambiental y sostenibilidad
  - 8.1.3. Priorización de objetivos en sistemas acuícolas
    - 8.1.3.1. Métodos de selección prioritaria
    - 8.1.3.2. Balance entre objetivos múltiples
    - 8.1.3.3. Ajustes según sistema productivo
- 8.2. Diseño de esquemas de selección
  - 8.2.1. Organización de unidades de selección
    - 8.2.1.1. Estructura y tamaño de poblaciones
    - 8.2.1.2. Manejo de reproductores y grupos familiares
    - 8.2.1.3. Control de flujo genético
  - 8.2.2. Planificación generacional y flujo de reproductores
    - 8.2.2.1. Tiempos y ciclos reproductivos
    - 8.2.2.2. Estrategias de cruzamiento
    - 8.2.2.3. Registro y seguimiento de linajes
  - 8.2.3. Control de consanguinidad
    - 8.2.3.1. Monitoreo genético periódico
    - 8.2.3.2. Métodos de minimización de endogamia
    - 8.2.3.3. Uso de software especializado
- 8.3. Evaluación de impacto
  - 8.3.1. Impactos en productividad y eficiencia biológica
    - 8.3.1.1. Medición de mejoras
    - 8.3.1.2. Evaluación de parámetros productivos
    - 8.3.1.3. Retroalimentación para ajustes
  - 8.3.2. Riesgos ecológicos y sociales
    - 8.3.2.1. Evaluación de impactos ambientales
    - 8.3.2.2. Aceptación social y aspectos éticos
    - 8.3.2.3. Estrategias de mitigación

- 8.3.3. Monitoreo y mejora continua
  - 8.3.3.1. Sistemas de seguimiento
  - 8.3.3.2. Indicadores de desempeño genético
  - 8.3.3.3. Actualización y optimización del programa

### ***Duración***

04 horas

## **Unidad IX. Genética acuícola y acuacultura ecosistémica y regenerativa**

### ***Competencia***

Valorar el impacto de la genética acuícola en la práctica de estrategias ecosistémicas y regenerativas de la acuacultura, mediante la evaluación de estrategias de conservación genética y trazabilidad para mejorar la resiliencia y sostenibilidad de sistemas productivos, con actitud crítica, reflexiva y ética profesional.

### ***Contenido***

- 9.1. Bases de la acuacultura ecosistémica
  - 9.1.1. Principios de integración ecológica
    - 9.1.1.1. Interacciones biológicas en sistemas acuáticos
    - 9.1.1.2. Diseño de sistemas integrados
    - 9.1.1.3. Beneficios para la sostenibilidad
  - 9.1.2. Reducción de impacto ambiental
    - 9.1.2.1. Prácticas de manejo sustentable
    - 9.1.2.2. Minimización de contaminantes
    - 9.1.2.3. Uso eficiente de recursos
  - 9.1.3. Resiliencia productiva
    - 9.1.3.1. Adaptación a cambios ambientales
    - 9.1.3.2. Diversidad genética como base de resiliencia
    - 9.1.3.3. Estrategias de manejo adaptativo
- 9.2. Conservación genética y trazabilidad
  - 9.2.1. Marcadores para trazabilidad de linajes
    - 9.2.1.1. Tipos de marcadores utilizados
    - 9.2.1.2. Protocolos para identificación genética
    - 9.2.1.3. Aplicaciones en certificación
  - 9.2.2. Manejo de diversidad genética en sistemas productivos
    - 9.2.2.1. Estrategias para mantener variabilidad
    - 9.2.2.2. Control de flujo génico
    - 9.2.2.3. Integración en programas de mejoramiento
  - 9.2.3. Certificación ecológica de líneas genéticas
    - 9.2.3.1. Normativas y estándares
    - 9.2.3.2. Procedimientos de auditoría
    - 9.2.3.3. Beneficios comerciales y ecológicos
- 9.3. Ética y biotecnología reproductiva

- 9.3.1. Riesgos y beneficios de herramientas genómicas
  - 9.3.1.1. Aplicaciones actuales y potenciales
  - 9.3.1.2. Riesgos asociados a manipulación genética
  - 9.3.1.3. Evaluación de impactos a largo plazo
- 9.3.2. Regulación y bioética
  - 9.3.2.1. Marcos regulatorios nacionales e internacionales
  - 9.3.2.2. Principios bioéticos en acuicultura
  - 9.3.2.3. Participación de comunidades y partes involucradas
- 9.3.3. Responsabilidad ambiental y social
  - 9.3.3.1. Compromiso con la conservación
  - 9.3.3.2. Transparencia y comunicación
  - 9.3.3.3. Fomento de prácticas sostenibles

### ***Duración***

02 horas

## **VIII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER**

### **Unidad I. Introducción e historia de la genética aplicada a la acuicultura**

#### **Práctica 1: Panorama actual y perspectivas de la genética acuícola**

### ***Duración***

04 horas

### ***Procedimiento***

1. Atiende las indicaciones generales de su docente para el desarrollo del taller.
2. Observa con atención los video-documentales relacionados con los retos e innovaciones en la producción animal, tomando notas de los puntos clave.
3. Investiga con ayuda de herramientas de IA y bases de datos especializadas, publicaciones recientes sobre la demanda global de proteína de origen animal.
4. Analiza el papel que juega la acuicultura en la seguridad alimentaria y en el cumplimiento de los objetivos y metas de desarrollo sustentable (ODS).
5. Contrasta la información obtenida sobre la acuicultura con la de la producción tradicional de animales terrestres, identificando ventajas, limitaciones y desafíos.
6. Elabora una línea de tiempo con los eventos más importantes en el desarrollo de la genética, utilizando herramientas de IA para apoyar la visualización.
7. Organiza una discusión grupal con la coordinación de su docente para debatir los avances más significativos en genética y su impacto en la producción acuícola sustentable.
8. Resuelve dudas y aporta ejemplos relacionados con la genética acuícola moderna y sus aplicaciones.
9. Integra toda la información y evidencia recolectada en un documento digital (PowerPoint, Canvas u otro formato) que sintetice los resultados del taller.
10. Revisa y edita el documento final para asegurar claridad, coherencia y pertinencia.

11. Entrega el documento de evidencias a su docente dentro del plazo establecido para su evaluación y retroalimentación.

### **Recursos de apoyo**

- Computadora con conexión a Internet
- Software especializado de acceso libre
- Artículos científicos

## **Unidad II. Fundamentos de genética mendeliana y molecular**

### **Práctica 2: Genética mendeliana**

#### **Duración**

04 horas

#### **Procedimiento**

1. Atiende las instrucciones de su docente.
2. Recibe una introducción teórica sobre los principios básicos de la genética mendeliana, incluyendo dominancia, codominancia y alelos múltiples.
3. Aprende la construcción y uso de cuadros de Punnett para predecir probabilidades genotípicas y fenotípicas en descendencia.
4. Realiza ejercicios prácticos de construcción de cuadros de Punnett con distintos tipos de dominancia (simple, codominancia y alelos múltiples) en plataformas de aprendizaje en línea. Por ejemplo "Classical Genetic Simulator" (<https://cgslab.com/>)
5. Investiga ejemplos específicos de herencia mendeliana en especies acuáticas, aplicando los conceptos aprendidos.
6. Estudia los casos de herencia no mendeliana, como la herencia ligada al sexo, impronta y herencia citoplasmática.
7. Analiza ejemplos de herencia no mendeliana en organismos acuáticos y discute sus implicaciones en programas de cría.
8. Participa en actividades grupales para resolver problemas genéticos y discutir resultados.
9. Documenta los ejercicios y conclusiones en un informe o presentación para su entrega.
10. Revisa con su docente las dudas y comentarios sobre los conceptos y ejercicios realizados.

### **Recursos de apoyo**

- Computadora con conexión a Internet
- Software especializado de acceso libre
- Artículos científicos

### Unidad III. Genética poblacional en sistemas acuáticos

#### Práctica 3: Fundamento teórico-matemático de la genética poblacional: HWE

##### **Duración**

04 horas.

##### **Procedimiento**

1. Recibe y revisa las indicaciones generales de su docente para el desarrollo del taller.
2. Estudia los principios del equilibrio Hardy-Weinberg (HWE), sus condiciones y su importancia en genética poblacional.
3. Aprende a calcular frecuencias alélicas y genotípicas utilizando datos fenotípicos y genotípicos.
4. Realiza ejercicios prácticos que incluyan la identificación de desviaciones del equilibrio y sus causas (migración, selección, deriva genética).
5. Profundiza en los conceptos de selección natural y deriva génica, y su efecto sobre la variabilidad genética.
6. Investiga los tipos de marcadores genético-moleculares (dominantes, codominantes, neutros y no neutros) y sus aplicaciones en genética poblacional.
7. Analiza casos prácticos de uso de marcadores en estudios de diversidad genética y trazabilidad en acuicultura.
8. Discute con el grupo las implicaciones de las fuerzas evolutivas sobre la estructura genética de poblaciones acuáticas.
9. Elabora un reporte que incluya cálculos, interpretación de resultados y conclusiones sobre la genética poblacional en sistemas acuáticos.
10. Recibe retroalimentación a partir de los resultados del reporte por parte de su docente.

##### **Recursos de apoyo**

- Computadora con conexión a Internet
- Software especializado de acceso libre
- Artículos científicos

#### Práctica 4: Desviaciones al HWE: Fuerzas evolutivas

##### **Duración**

04 horas

##### **Procedimiento**

1. Atiende las indicaciones generales de su docente para el desarrollo del taller.
2. Aplica métodos para identificar desviaciones del equilibrio Hardy-Weinberg en poblaciones acuáticas.
3. Evalúa la influencia de migración, selección y deriva genética en la estructura poblacional.



4. Analiza diversos tipos de marcadores genéticos y su utilidad en seguimiento genético.
5. Elabora ejemplos prácticos de aplicación de marcadores en programas de acuicultura.
6. Discute en grupo los resultados obtenidos y posibles implicaciones en manejo sustentable.
7. Elabora conclusiones sobre el uso de fundamentos matemáticos en genética poblacional.
8. Documenta las actividades realizadas para entrega, evaluación y retroalimentación.

### **Recursos de apoyo**

- Computadora con conexión a Internet
- Software especializado de acceso libre
- Artículos científicos

## **Unidad IV. Variación genética en poblaciones naturales y cultivadas**

### **Práctica 5: Variación genética en poblaciones: Tamaño efectivo y demografía**

#### **Duración**

04 horas.

#### **Procedimiento**

1. Recibe y revisa las indicaciones generales de su docente para el desarrollo del taller.
2. Comprende el concepto de tamaño efectivo poblacional ( $N_e$ ) y diferencia con el tamaño censal.
3. Analiza los factores que afectan  $N_e$ , incluyendo estructura demográfica y variabilidad reproductiva.
4. Aprende a construir tablas de vida y pirámides demográficas para evaluar dinámica poblacional.
5. Estudia la relación entre tamaño efectivo y deriva genética, utilizando modelos matemáticos.
6. Investiga casos comparativos de  $N_e$  en poblaciones naturales y cultivadas, identificando causas y consecuencias.
7. Evalúa cómo la dinámica poblacional afecta la pérdida de diversidad genética.
8. Participa en actividades prácticas para aplicar conceptos en ejemplos reales.
9. Documenta resultados y análisis en un informe.
10. Recibe retroalimentación de los conceptos estudiados.

### **Recursos de apoyo**

- Computadora con conexión a Internet
- Software especializado de acceso libre
- Artículos científicos

## **Práctica 6: Variación genética en poblaciones: Consanguinidad y depresión endogámica**

### **Duración**

04 horas.

### **Procedimiento**

1. Atiende las indicaciones generales de su docente para el desarrollo del taller.
2. Comprende las causas y consecuencias genéticas de la consanguinidad y depresión endogámica.
3. Evalúa los efectos de la consanguinidad en fitness, supervivencia y reproducción en especies acuáticas.
4. Diseña estrategias para evitar y controlar la endogamia en programas de acuicultura.
5. Planifica cruzamientos y uso de bancos genéticos para conservación.
6. Realiza un análisis comparativo entre poblaciones naturales y cultivadas respecto a pérdida de diversidad genética.
7. Desarrolla recomendaciones para manejo genético sustentable.
8. Presenta y discute los resultados con el grupo.
9. Elabora un informe con conclusiones y propuestas.
10. Recibe retroalimentación por parte de su docente.

### **Recursos de apoyo**

- Computadora con conexión a Internet
- Software especializado de acceso libre
- Artículos científicos

## **Unidad V. Caracteres y genética cuantitativos**

### **Práctica 7: Modelo base de la genética cuantitativa**

#### **Duración**

04 horas.

#### **Procedimiento**

1. Atiende las indicaciones generales de su docente para el desarrollo del taller.
2. Identifica los caracteres cuantitativos y su base poligénica.
3. Estudia la distribución continua y diferencias con caracteres mendelianos.

4. Analiza la influencia ambiental y la interacción genotipo-ambiente en la variación fenotípica.
5. Revisa ejemplos de caracteres cuantitativos en organismos acuáticos (crecimiento, eficiencia alimenticia, supervivencia).
6. Parte la varianza fenotípica en componentes genéticos (aditiva, dominancia, interacción) y ambientales.
7. Aplica modelos estadísticos básicos (ANOVA) para estimación de varianzas.
8. Usa software especializado para análisis estadístico inicial.
9. Documenta resultados preliminares en un reporte.
10. Recibe retroalimentación por parte de su docente.

### ***Recursos de apoyo***

- Computadora con conexión a Internet
- Software especializado de acceso libre
- Artículos científicos

## **Práctica 8: Genética cuantitativa: Heredabilidad**

### ***Duración***

04 horas.

### ***Procedimiento***

1. Atiende las indicaciones generales de su docente para el desarrollo del taller.
2. Aplica modelos estadísticos avanzados (modelos lineales mixtos) para estimación de varianzas.
3. Estima la heredabilidad mediante diseños experimentales y análisis de datos parentales y familiares.
4. Interpreta la heredabilidad y sus implicaciones para estrategias de mejoramiento genético.
5. Usa software especializado para análisis de heredabilidad.
6. Revisa casos prácticos de mejoramiento genético en acuicultura.
7. Elabora un reporte con resultados y discusión.
8. Presenta y discute resultados con el grupo para retroalimentación.
9. Ajusta el análisis con base en los comentarios recibidos.

### ***Recursos de apoyo***

- Computadora con conexión a Internet
- Software especializado de acceso libre
- Artículos científicos

## **Unidad VI. Modelos de selección genética.**

### **Práctica 9: Métodos de selección en acuicultura: Estimación de valores reproductivos**

#### ***Duración***

04 horas.

#### ***Procedimiento***

1. Recibe y revisa las indicaciones generales de su docente para el desarrollo del taller.
2. Define y compara métodos de selección: masal, familiar, asistida por marcadores y selección genómica.
3. Estudia la identificación de QTLs y su uso en selección asistida por marcadores.
4. Introduce el genotipado masivo y modelos estadísticos para selección genómica.
5. Analiza índices de selección y la integración de múltiples caracteres.
6. Calcula valores reproductivos estimados (EBVs) en programas genéticos.
7. Aplica modelos lineales mixtos para predicción genética.
8. Analiza la ganancia genética en caracteres directos.
9. Documenta los métodos y resultados para análisis posterior.
10. Recibe retroalimentación por parte de su docente.

#### ***Recursos de apoyo***

- Computadora con conexión a Internet
- Software especializado de acceso libre
- Artículos científicos

### **Práctica 10: Modelos de selección genética: Respuesta a la selección**

#### ***Duración***

04 horas.

#### ***Procedimiento***

1. Atiende las indicaciones generales de su docente para el desarrollo del taller.
2. Evalúa la respuesta a la selección en caracteres correlacionados.
3. Discute sobre el equilibrio entre ganancia y mantenimiento de diversidad genética.
4. Analiza estrategias para manejo de la consanguinidad en programas de selección.
5. Usa herramientas de simulación para evaluar escenarios y toma de decisiones.
6. Presenta y discute resultados y recomendaciones.
7. Elabora planes de selección sostenible para acuicultura.
8. Evalúa riesgos y propone mitigaciones en programas genéticos.
9. Documenta conclusiones y propuestas para implementación.
10. Recibe retroalimentación por parte de su docente.

### **Recursos de apoyo**

- Computadora con conexión a Internet
- Software especializado de acceso libre
- Artículos científicos

## **Unidad VII. Herramientas bioinformáticas y softwares especializados**

### **Práctica 11: Análisis de datos genético-moleculares I**

#### **Duración**

04 horas

#### **Procedimiento**

1. Atiende las indicaciones generales de su docente para el desarrollo del taller.
2. Introduce bases de datos genéticas (NCBI, GenBank, Ensembl), tipos de datos y búsqueda avanzada.
3. Descarga, organiza y clasifica secuencias genéticas para análisis.
4. Cura y valida datos biológicos, realiza control de calidad y detección de errores comunes.
5. Usa herramientas de visualización y edición de secuencias (Chromas, MEGA).
6. Realiza alineamientos múltiples y comparación de variantes genéticas.
7. Identifica y analiza polimorfismos como STRs y SNPs en poblaciones.
8. Interpreta biológicamente secuencias, identificación de genes y regiones funcionales.
9. Asocia rasgos fenotípicos con el genotipo.
10. Elabora reporte de resultados.
11. Recibe retroalimentación por parte de su docente.

### **Recursos de apoyo**

- Computadora con conexión a Internet
- Software especializado de acceso libre
- Artículos científicos

### **Práctica 12: Análisis de datos genético-moleculares II**

#### **Duración**

04 horas

#### **Procedimiento**

1. Recibe y revisa las indicaciones generales de su docente para el desarrollo del taller.
2. Estima parámetros poblacionales utilizando los programas GenAlEx y Arlequin.
3. Calcula e interpreta distancias genéticas y Fst.
4. Visualiza estructura genética mediante gráficos o mapas.

5. Integra datos genéticos con información ecológica para manejo sustentable.
6. Elabora un informe con los análisis realizados y conclusiones.
7. Presenta los resultados para discusión grupal.
8. Recibe retroalimentación por parte de su docente.
9. Planifica la aplicación de herramientas bioinformáticas en proyectos acuícolas.

### **Recursos de apoyo**

- Computadora con conexión a Internet
- Software especializado de acceso libre
- Artículos científicos

## **Unidad VIII. Programa de mejoramiento genético**

### **Práctica 13: Programas de mejoramiento genético I**

#### **Duración**

04 horas

#### **Procedimiento**

1. Recibe y revisa las indicaciones generales de su docente para el desarrollo del taller.
2. Define y selecciona objetivos y caracteres productivos y adaptativos.
3. Evalúa criterios económicos, sanitarios y ecológicos para la priorización de objetivos.
4. Aplica métodos de selección prioritaria y balance entre múltiples objetivos según sistema productivo.
5. Elabora esquemas de selección, organización de unidades y manejo de reproductores.
6. Planifica la generación y estrategias de cruzamiento para optimizar el flujo genético.
7. Reconoce la necesidad de dar seguimiento a los linajes para el manejo genético.
8. Identifica la importancia de monitorear la consanguinidad mediante métodos y programas especializados.
9. Evalúa el impacto en la productividad y eficiencia biológica, con retroalimentación para ajustes.

### **Recursos de apoyo**

- Computadora con conexión a Internet
- Software especializado de acceso libre
- Artículos científicos

## **Práctica 14: Programas de mejoramiento genético II**

### ***Duración***

04 horas

### ***Procedimiento***

1. Atiende las indicaciones generales de su docente para el desarrollo del taller.
2. Analiza riesgos ecológicos y sociales, con estrategias de mitigación.
3. Implementa sistemas de monitoreo y mejora continua del programa.
4. Ajusta el programa de mejoramiento con base en resultados y retroalimentación.
5. Planifica la integración de nuevas tecnologías en el programa genético.
6. Evalúa la sostenibilidad económica y ambiental del programa.
7. Promueve la capacitación continua del personal involucrado.
8. Documenta avances y elabora propuesta de programa de crianza selectiva.
9. Presenta y discute recomendaciones a modo de retroalimentación.

### ***Recursos de apoyo***

- Computadora con conexión a Internet
- Software especializado de acceso libre
- Artículos científicos

## **Unidad IX. Genética acuícola y acuicultura ecosistémica y regenerativa**

## **Práctica 15: Revisión de propuesta de proyecto técnico de mejoramiento genético**

### ***Duración***

04 horas

### ***Procedimiento***

1. Atiende las indicaciones generales de su docente para el desarrollo del taller.
2. Analiza, en colaboración con su grupo de trabajo y con guía de su docente, la estructura y contenido de su propuesta técnica.
3. Identifica aspectos a mejorar.
4. Recibe retroalimentación por parte de su docente.

### ***Recursos de apoyo***

- Computadora con conexión a Internet
- Software especializado de acceso libre
- Artículos científicos

## Práctica 16: Presentación de propuesta de proyecto técnico de mejoramiento genético

### **Duración**

04 horas

### **Procedimiento**

1. Atiende las indicaciones generales de su docente para el desarrollo del taller.
2. Cada equipo de trabajo entrega el documento de la propuesta técnica y el material audiovisual correspondiente (PowerPoint, Canvas, etc)
3. Cada equipo presenta su propuesta en un tiempo máximo de 20 minutos
4. Cada miembro del equipo responde preguntas del resto del grupo y docentes
5. Recibe retroalimentación por parte de su docente.

### **Recursos de apoyo**

- Computadora con conexión a Internet
- Software especializado de acceso libre
- Artículos científicos

## **XI. MÉTODO DE TRABAJO**

### **Encuadre**

El primer día de clase, cada docente debe establecer de forma clara y formal:

- La metodología de trabajo.
- Criterios de evaluación y rúbricas.
- Reglas sobre la calidad y entrega de trabajos académicos.
- Derechos y obligaciones del docente y los estudiantes.

Esto debe quedar registrado y comunicado por medios institucionales (como Blackboard o correo institucional).

### **Estrategia de enseñanza**

- Aprendizaje basado en problemas
- Aprendizaje basado en proyectos
- Aprendizaje colaborativo
- Discusión guiada
- Estudio de caso
- Instrucción directa o guiada
- Proyectos integradores o interdisciplinarios



## Estrategia de aprendizaje

- Elaboración de organizadores gráficos (infografías, mapas mentales, mapas conceptuales)
- Investigación documental
- Práctica reflexiva
- Resolución de problemas
- Toma de apuntes estratégicos
- Trabajo colaborativo

## X. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

### Criterios de acreditación

Para tener derecho a examen ordinario y extraordinario cada estudiante debe cumplir con los porcentajes de asistencia que establece el Estatuto Escolar vigente. La calificación es en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 60.

### Criterios de evaluación

|                                           |      |
|-------------------------------------------|------|
| - Evaluaciones parciales                  | 30%  |
| - Tareas                                  | 05%  |
| - Análisis genético (Prácticas de taller) | 30%  |
| - Proyecto técnico                        | 35%  |
| Total                                     | 100% |

## XI. REFERENCIAS

### Recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

- Abwao, J., Jung'a, J., Barasa, J. E., Kyule, D., Opiyo, M., Fonda Awuor, J., Ogello, E., Munguti, J. M., & Keya, G. A. (2023). Selective breeding of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*): A strategy for increased genetic diversity and sustainable development of aquaculture in Kenya. *Journal of Applied Aquaculture*, 35(2), 237–256. <https://doi.org/10.1080/10454438.2021.1958728>
- Andersen, L. K., Thompson, N. F., Abernathy, J. W., Ahmed, R. O., Ali, A., Al-Tobasei, R., Beck, B. H., Calla, B., Delomas, T. A., Dunham, R. A., Elsik, C. G., Fuller, S. A., García, J. C., Gavery, M. R., Hollenbeck, C. M., Johnson, K. M., Kunselman, E., Legacki, E. L., Liu, S., Liu, Z., Martin, B., Matt, J. L., May, S. A., & Older, C. E. (2025). Advancing genetic improvement in the omics era: Status and priorities for United States aquaculture. *BMC Genomics*, 26(1), 1–24. <https://doi.org/10.1186/s12864-025-11247-z>

- Awise, J. C. (2012). *Molecular markers, natural history and evolution*. Springer Science & Business Media. [clásica]
- Boudry, P., Allal, F., Aslam, M. L., Bargelloni, L., Bean, T. P., Brard-Fudulea, S., Briec, M. S. O., Calboli, F. C. F., Gilbey, J., Haffray, P., Lamy, J. B., Morvezen, R., Purcell, K., Prodöhl, P. A., Vandeputte, M., Waldbieser, G. C., Sonesson, A. K., & Houston, R. D. (2021). Current status and potential of genomic selection to improve selective breeding in the main aquaculture species of International Council for the Exploration of the Sea (ICES) member countries. *Aquaculture Reports*, 20, 100700. <https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2021.100700>
- Dunham, R. A. (2023). *Aquaculture and fisheries biotechnology: Genetic approaches* (2nd ed.). CABI Publishing. [clásica]
- FAO. (2020). *The state of world fisheries and aquaculture 2020*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <https://doi.org/10.4060/ca9229en>
- Fontdevila, A., & Moya, A. (1999). *Introducción a la genética de poblaciones*. Department of Genetics and Microbiology. [clásica]
- Gjedrem, T., & Baranski, M. (2010). *Selective breeding in aquaculture: An introduction* (Vol. 10). Springer Science & Business Media. [clásica]
- Gjedrem, T., Robinson, N., & Rye, M. (2012). The importance of selective breeding in aquaculture to meet future demands for animal protein: A review. *Aquaculture*, 350–353, 117–129. [clásica]
- Hedrick, P. W. (2011). *Genetics of populations* (4th ed.). Jones & Bartlett Learning. [clásica]
- Hollenbeck, C. M., & Johnston, I. A. (2018). Genomic tools and selective breeding in molluscs. *Frontiers in Genetics*, 9, 253. <https://doi.org/10.3389/fgene.2018.00253>
- Lewin, B. (2017). *Genes XII*. Jones & Bartlett Learning.
- Nguyen, N. H. (2024). Genetics and genomics of infectious diseases in key aquaculture species. *Biology*, 13(1), 29. <https://doi.org/10.3390/biology13010029>
- Nguyen, N. H., Sonesson, A. K., Houston, R. D., & Moghadam, H. (2022). Applications of modern genetics and genomic technologies to enhance aquaculture breeding. *Frontiers in Genetics*, 13, 898857. <https://doi.org/10.3389/fgene.2022.898857>
- Rowe, G., Beebee, T., & Sweet, M. (2017). *An introduction to molecular ecology* (3rd ed.). Oxford University Press.
- Strickberger, M. W. (1988). *Genética* (J. L. Ménsua, Trad.). Omega. (Trabajo original publicado en 1985). [clásica]

Yáñez, J. M., Newman, S., & Houston, R. D. (2015). Genomics in aquaculture to better understand species biology and accelerate genetic progress. *Frontiers in Genetics*, 6, 128. <https://doi.org/10.3389/fgene.2015.00128>

### Recursos de acceso libre o complementarios externos

Álvarez, M. F., Mira, A., & Villaverde, M. L. (2021). *Genes, cromosomas y herencia: La transmisión de la información genética*. Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación, Universidad Nacional de La Plata. [https://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/131491/Documento\\_completo.pdf-PDFA.pdf](https://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/131491/Documento_completo.pdf-PDFA.pdf)

Andersen, K. (Director), & Kuhn, K. (Director). (2014). *Cowspiracy: The sustainability secret* [Documental]. A.U.M. Films; First Spark Media.

CGS Lab. (n.d.). *Classical genetics simulator*. <https://cgslab.com/genetics/index.html>

Dendrome Project. (n.d.). *Quantitative genetics tutorial*. University of California, Davis. <http://dendrome.ucdavis.edu/help/tutorials/quantitative.p>

FAO. (2017). *Marker-assisted selection: Current status and future perspectives in crops, livestock, forestry and fish*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <https://openknowledge.fao.org/handle/20.500.14283/a1120e>

Hamilton, M. B. (2021). *Population genetics*. John Wiley & Sons.

Herron, J. C. (n.d.). *AlleleA1 evolutionary simulator*. University of Washington. <https://faculty.washington.edu/herronjc/a1/>

Jornet, C. H. (Director). (2022). *The next pandemic* [Episodio de serie documental]. Netflix.

Jornet, C. H. (Director). (2022). *The future of meat* [Episodio de serie documental]. Netflix.

Martínez, P. (2005). Aplicaciones de la genética para la mejora de la acuicultura. *Boletín del Instituto Español de Oceanografía*, 21, 1–4.

McClean, P. (n.d.). *Quantitative genetics*. North Dakota State University. <http://www.ndsu.edu/pubweb/~mcclean/plsc431/quantgen/qgen1.htm>

Meuwissen, T., Hayes, B., & Goddard, M. (2016). Genomic selection: A paradigm shift in animal breeding. *Animal Frontiers*, 6(1), 6–14. <https://doi.org/10.2527/af.2016-0002>

National Center for Biotechnology Information. (n.d.). *NCBI resources*. U.S. National Library of Medicine. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov>

Penaeid. (n.d.). *Penaeid: Shrimp genetics and breeding resources*. <https://penaeid.com/>

Tabrizi, A. (Director). (2021). *Seaspiracy* [Documental]. Netflix.

The Dairy Science YouTube Channel. (2020, July 8). *Virtual BLUP* [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=NdXqoVsoYQk>

University of Utah. (n.d.). *Practice with Punnett squares*. Learn.Genetics. <https://teach.genetics.utah.edu/content/change/practice-with-punnett-squares/>

Wikipedia contributors. (n.d.). *Timeline of the history of genetics*. Wikipedia. [https://en.wikipedia.org/wiki/Timeline\\_of\\_the\\_history\\_of\\_genetics](https://en.wikipedia.org/wiki/Timeline_of_the_history_of_genetics)

Zenger, K. R., Khatkar, M. S., Jerry, D. R., & Raadsma, H. W. (2017). The next wave in selective breeding: Implementing genomic selection in aquaculture. En *Proceedings of the 22nd Conference of the Association for the Advancement of Animal Breeding and Genetics* (pp. 105–112). AAABG.

## XII. PERFIL DOCENTE

Licenciatura en Ciencias en Genética, Biotecnología, Acuicultura o disciplinas afines (Biología o Zootecnia), preferentemente con posgrado y experiencia en investigación o aplicación de programas de mejoramiento genético en organismos acuáticos. Debe poseer conocimientos sólidos en genética mendeliana, poblacional y cuantitativa, así como contar con la experiencia en el uso de software especializado y herramientas bioinformáticas, tener habilidades para integrar estos saberes en contextos reales de producción y conservación. Se espera que promueva en el alumnado una actitud crítica, ética, y comprometida con la sostenibilidad, fomentando el pensamiento científico, la innovación tecnológica y el uso responsable del mejoramiento genético en la acuicultura.



**PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE**

**I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN**

|                                            |                                                                                                                                                               |
|--------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Unidad académica:</b>                   | Facultad de Ciencias Marinas, Ensenada.                                                                                                                       |
| <b>Programa educativo:</b>                 | Oceanología, Ciencias Ambientales y Biotecnología en Acuicultura                                                                                              |
| <b>Plan de Estudios:</b>                   | 2026-2                                                                                                                                                        |
| <b>Nombre de la unidad de aprendizaje:</b> | Diseño Experimental en Acuicultura                                                                                                                            |
| <b>Clave:</b>                              |                                                                                                                                                               |
| <b>Distribución horaria:</b>               | Horas Clase: 01<br>Horas Taller: 05<br>Horas Laboratorio: 00<br>Horas Práctica de Campo: 00<br>Horas Clínicas: 00<br>Horas Extra-clase: 01<br><br>Créditos:07 |
| <b>Etapas de formación:</b>                | Disciplinaria                                                                                                                                                 |
| <b>Carácter:</b>                           | Obligatoria                                                                                                                                                   |
| <b>Requisito:</b>                          | Estadística Avanzada                                                                                                                                          |
| <b>Modalidad de impartición:</b>           | Presencial                                                                                                                                                    |
| <b>Equipo de diseño:</b>                   | Salvador Villasuso Palomares<br>José Ángel Olivas Valdez<br>Fernando Barreto Curiel<br>Luis Manuel Enríquez Paredes<br>Danténoc Álvarez Millán                |
| <b>Subdirección que aprueba el PUA:</b>    | Patricia Alvarado Graef                                                                                                                                       |
| <b>Fecha:</b>                              | 25 de febrero de 2026                                                                                                                                         |
| <b>Aprobación y registro:</b>              |                                                                                                                                                               |

## II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

La unidad de aprendizaje de Diseño Experimental es fundamental para formar profesionales capaces de planificar, ejecutar y analizar experimentos biológicos y acuícolas con rigor metodológico y científico. El estudiantado desarrollará habilidades para diseñar bioensayos robustos, aplicar modelos estadísticos adecuados y presentar resultados claros, para garantizar la validez, reproducibilidad y aplicabilidad de las innovaciones en acuicultura. La unidad de aprendizaje fortalece competencias técnicas y analíticas, para impactar positivamente en la productividad y sostenibilidad del sector acuícola.

La unidad de aprendizaje Diseño Experimental es de carácter obligatorio y perteneciente al área de conocimiento de Biotecnología, se ubica en la etapa disciplinaria del plan de estudios de Biotecnología en Acuicultura, teniendo como prerrequisito la aprobación de la unidad de aprendizaje Estadística Avanzada.

## III. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Diseñar experimentos biológicos y acuícolas, a través de metodologías estadísticas rigurosas y herramientas computacionales, para generar resultados científicos, reproducibles y transferibles que contribuyan a la innovación y sostenibilidad en la acuicultura con pensamiento crítico y responsabilidad.

## IV. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE

Proyecto final y portafolio de reportes de taller que incluya: diseño metodológico de bioensayos, análisis estadístico avanzado e interpretación crítica de resultados.

## V. COMPETENCIA PROFESIONAL DEL PERFIL DE EGRESO A LA QUE CONTRIBUYE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

### **Biotecnología en Acuicultura**

Desarrollar procesos biotecnológicos y técnicas de cultivo optimizadas, a través del uso de herramientas bioquímicas, microbiológicas y biotecnológicas, para mejorar la calidad, inocuidad y valor nutricional de los productos acuícolas, con responsabilidad, ética profesional y respeto por el ambiente.

### **Oceanología**

Analizar la variabilidad y la dinámica de los procesos y fenómenos del medio marino y costero, a través del procesamiento de información multidisciplinaria y herramientas teóricas, técnicas, metodológicas y tecnológicas para modelar y caracterizar los sistemas marinos y costeros, con pensamiento crítico, objetivo y rigor científico.

### **Ciencias Ambientales**

Diagnosticar problemáticas socioecosistémicas mediante el análisis multidisciplinario para visibilizar las causas y consecuencias que los originan así como esquematizar estrategias de solución, con un enfoque integral y un firme compromiso social.

## VI. EJE TRANSVERSAL AL QUE CONTRIBUYE

Excelencia; Vanguardia.

## VII. DESARROLLO POR UNIDADES

### Unidad I. Fundamentos del diseño experimental.

#### **Competencia**

Aplicar los principios fundamentales del diseño experimental mediante el análisis de la relación entre variables y condiciones experimentales, para la estructuración y ejecución de experimentos o bioensayos en acuicultura, con actitud crítica, ética profesional y responsabilidad ambiental.

#### **Contenido**

- 1.1. Método científico y experimentación en acuicultura
  - 1.1.1. Etapas del método científico
    - 1.1.1.1. Observación, planteamiento del problema e hipótesis
    - 1.1.1.2. Diseño, ejecución, análisis de datos y conclusiones
  - 1.1.2. Rol de la experimentación en acuicultura
    - 1.1.2.1. Evaluación científica de dietas, sistemas de cultivo, calidad del agua, genética y sanidad.
    - 1.1.2.2. Producción basada en evidencia y mejora continua
  - 1.1.3. Rigor y validez científica
    - 1.1.3.1. Reproducibilidad, trazabilidad y documentación adecuada
    - 1.1.3.2. Importancia del registro sistemático de datos
- 1.2. Tipos de variables
  - 1.2.1. Variable independiente
    - 1.2.1.1. Selección de factores experimentales
    - 1.2.1.2. Ejemplos: tipo de alimento, tiempo de exposición, temperatura
  - 1.2.2. Variable dependiente
    - 1.2.2.1. Medición y características de la respuesta biológica
    - 1.2.2.2. Ejemplos: crecimiento, sobrevivencia, conversión alimenticia
  - 1.2.3. Variables de control
    - 1.2.3.1. Control ambiental y operativo para evitar sesgos
    - 1.2.3.2. Manejo de parámetros: oxígeno, pH, fotoperiodo, flujo
- 1.3. Principios fundamentales del diseño experimental
  - 1.3.1. Factores y niveles
    - 1.3.1.1. Identificación y justificación de factores de estudio
    - 1.3.1.2. Selección adecuada de niveles experimentales
  - 1.3.2. Construcción de tratamientos
    - 1.3.2.1. Combinación de tratamientos (factores y niveles) en diseños simples y multifactoriales
    - 1.3.2.2. Tabla de tratamiento y definición clara del experimento
  - 1.3.3. Unidades experimentales

- 1.3.3.1. Definición, tamaño y criterio de independencia de las unidades experimentales
- 1.3.3.2 Control de la replicación no independiente (pseudorreplicación) y errores de interpretación
- 1.4. Control del error experimental
  - 1.4.1. Aleatorización
    - 1.4.1.1 Métodos de asignación aleatoria en sistemas acuícolas
    - 1.4.1.2. Prevención de sesgos y efectos no controlados
  - 1.4.2. Replicación
    - 1.4.2.1. Determinación de número de réplicas según objetivos y variabilidad esperada
    - 1.4.2.2. Relación entre replicación y validez estadística
  - 1.4.3. Control experimental (tamaño de la muestra y uso de bloques)
    - 1.4.3.1. Uso de grupo o tratamiento control
    - 1.4.3.2. Monitoreo constante de condiciones experimentales

### ***Duración***

01 hora

## **Unidad II. Diseños experimentales básicos.**

### ***Competencia***

Evaluar los distintos tipos de diseños experimentales básicos mediante el análisis e interpretación de resultados para validar hipótesis y optimizar los parámetros productivos acuícolas y el bienestar animal en bioensayos acuícolas, con actitud crítica y reflexiva, proactividad y compromiso social.

### ***Contenido***

- 2.1. Diseño completamente al azar (DCA)
  - 2.1.1. Concepto e introducción al DCA
    - 2.1.1.1. Aplicaciones en bioensayos acuícolas
    - 2.1.1.2. Ventajas y limitaciones en bioensayos acuícolas
  - 2.1.2. Asignación aleatoria de tratamientos
    - 2.1.2.1. Distribución de tratamientos entre unidades experimentales
  - 2.1.3. Variabilidad y confiabilidad de los datos
    - 2.1.3.1. Evaluación de variabilidad
    - 2.1.3.2. Determinación de confiabilidad
- 2.2. Diseño en bloques completos al azar (DBCA)
  - 2.2.1. Principios del diseño en bloques
    - 2.2.1.1. Concepto de bloque
    - 2.2.1.2. Reducción de la variabilidad experimental
  - 2.2.2. Asignación de tratamientos dentro de bloques
    - 2.2.2.1. Estrategias para organizar tratamientos respetando la homogeneidad
  - 2.2.3. Análisis e interpretación de datos



- 2.2.3.1. Comparación entre bloques
- 2.2.3.2. Evaluación del efecto de tratamientos
- 2.3. Diseño factorial simple
  - 2.3.1. Concepto y objetivos
    - 2.3.1.1. Identificación de factores
    - 2.3.1.2. Identificación de niveles e interacciones
  - 2.3.2. Planificación de experimentos factoriales
    - 2.3.2.1. Número de combinaciones
    - 2.3.2.2. Asignación de réplicas
  - 2.3.3. Análisis de efectos principales e interacción
    - 2.3.3.1. Interpretación de resultados
- 2.4. Aplicación de análisis de varianza (ANOVA)
  - 2.4.1. Conceptos básicos
    - 2.4.1.1. Supuestos del ANOVA
    - 2.4.1.2. Variabilidad dentro y entre tratamientos
  - 2.4.2. Cálculo y aplicación del ANOVA
    - 2.4.2.1. Ejemplo aplicado a bioensayos acuícolas
  - 2.4.3. Interpretación y decisiones experimentales
    - 2.4.3.1. Validación de hipótesis
    - 2.4.3.2. Toma de decisiones

### **Duración**

02 horas

## **Unidad III. Diseños experimentales avanzados.**

### **Competencia**

Aplicar diseños experimentales complejos en bioensayos acuícolas mediante la planificación, ejecución y análisis de resultados de experimentos jerárquicos y multifactoriales, para controlar la variabilidad y evaluar la influencia de factores múltiples característicos de los sistemas de producción acuícola, con actitud crítica, reflexiva y responsabilidad ambiental.

### **Contenido**

- 3.1. Diseño en bloques incompletos (DBI)
  - 3.1.1. Concepto y aplicaciones
    - 3.1.1.1. Diferencias con bloques completos
    - 3.1.1.2. Ventajas con recursos limitados
  - 3.1.2. Asignación de tratamientos y bloques
    - 3.1.2.1. Estrategias para evaluación en subconjuntos de bloques
  - 3.1.3. Análisis de resultados
    - 3.1.3.1. Evaluación de variabilidad residual
    - 3.1.3.2. Significancia estadística
- 3.2. ANOVA con diseños anidados
  - 3.2.1. Principios de anidamiento

- 3.2.1.1. Identificación de factores jerárquicos
- 3.2.1.2. Estructura experimental
- 3.2.2. Cálculo del ANOVA anidado
  - 3.2.2.1. División de la variabilidad entre niveles jerárquicos
- 3.2.3. Interpretación de resultados
  - 3.2.3.1. Influencia de factores anidados en bioensayos
- 3.3. Diseño de parcelas divididas y subdivididas
  - 3.3.1. Concepto y utilidad
    - 3.3.1.1. Manejo de factores principales
    - 3.3.1.2. Manejo de factores secundarios
  - 3.3.2. Asignación de tratamientos
    - 3.3.2.1. Organización de parcelas
    - 3.3.2.2. Organización de subparcelas
  - 3.3.3. Análisis e interpretación de datos
    - 3.3.3.1. Separación de efectos principales
    - 3.3.3.2. Análisis de interacciones
- 3.4. Diseños balanceados y no balanceados
  - 3.4.1. Definición y diferencias
    - 3.4.1.1. Características de diseños balanceados
    - 3.4.1.2. Retos de diseños no balanceados
  - 3.4.2. Adaptación de experimentos acuícolas
    - 3.4.2.1. Estrategias para mantener validez estadística
  - 3.4.3. Análisis de datos y decisiones experimentales
    - 3.4.3.1. Interpretación considerando estructura experimental
    - 3.4.3.2. Interpretación considerando confiabilidad

### **Duración**

03 horas

## **Unidad IV. Análisis estadístico de diseños experimentales.**

### **Competencia**

Integrar métodos avanzados de análisis estadístico en la interpretación crítica de resultados experimentales en acuicultura, mediante la verificación de supuestos, la aplicación de pruebas de normalidad, homocedasticidad y comparaciones múltiples, para sustentar decisiones técnicas y científicas basadas en evidencia, con objetividad, integridad científica y responsabilidad ambiental.

### **Contenido**

- 4.1. Aplicación de ANOVA y pruebas de normalidad
  - 4.1.1. Revisión de supuestos
    - 4.1.1.1. Normalidad
    - 4.1.1.2. Independencia
    - 4.1.1.3. Homocedasticidad
  - 4.1.2. Pruebas de normalidad

- 4.1.2.1. Shapiro-Wilk: aplicación e interpretación
  - 4.1.2.2. Kolmogorov-Smirnov: aplicación e interpretación
- 4.1.3. Decisiones ante incumplimiento
  - 4.1.3.1. Transformación de datos
  - 4.1.3.2. Pruebas no paramétricas
- 4.2. Pruebas de homocedasticidad
  - 4.2.1. Importancia de igualdad de varianzas
  - 4.2.2. Aplicación de pruebas
    - 4.2.2.1. Prueba de Levene: procedimiento e interpretación
    - 4.2.2.2. Prueba de Bartlett: procedimiento e interpretación
  - 4.2.3. Ajustes en el análisis
    - 4.2.3.1. Correcciones cuando varianzas no son homogéneas
- 4.3. Comparaciones múltiples
  - 4.3.1. Control del error tipo I
  - 4.3.2. Métodos de comparación
    - 4.3.2.1. Tukey: características y aplicaciones
    - 4.3.2.2. Bonferroni: características y aplicaciones
    - 4.3.2.3. Dunnett: características y aplicaciones
  - 4.3.3. Interpretación de resultados
    - 4.3.3.1. Evaluación de resultados
    - 4.3.3.2. Toma de decisiones confiables
- 4.4. Aplicación práctica en acuicultura
  - 4.4.1. Diseño de análisis estadístico
    - 4.4.1.1. Planificación secuencial de pruebas estadísticas
  - 4.4.2. Interpretación de datos reales
    - 4.4.2.1. Ejemplos prácticos
    - 4.4.2.2. Discusión basada en supuestos y comparaciones múltiples
  - 4.4.3. Toma de decisiones experimentales
    - 4.4.3.1. Optimización de protocolos
    - 4.4.3.2. Gestión ética de recursos

### ***Duración***

04 horas

## **Unidad V. Modelos lineales generalizados y aplicaciones básicas.**

### ***Competencia***

Evaluar el uso de modelos lineales generalizados en el análisis avanzado de datos experimentales con distribuciones normales y no normales, mediante la selección de funciones de enlace, la formulación de hipótesis y la interpretación de parámetros estadísticos, con la finalidad generar conclusiones válidas y decisiones sustentadas en evidencia sólida y reproducible en el ámbito acuícola, con actitud proactiva, curiosidad investigativa y compromiso social.

### ***Contenido***

#### **5.1. Introducción a los Modelos Lineales Generalizados (MLG)**

- 5.1.1. Limitaciones de los modelos lineales tradicionales
  - 5.1.1.1. ANOVA
  - 5.1.1.2. Regresión
- 5.1.2. Concepto de MLG y su estructura general
  - 5.1.2.1. Componente sistemático (predictores)
  - 5.1.2.2. Componente aleatorio (distribución de la variable respuesta)
  - 5.1.2.3. Función de enlace
- 5.2. Tipos de Variables y Distribuciones Frecuentes en Acuicultura
  - 5.2.1. Tipos de variables
    - 5.2.1.1. Continuas
    - 5.2.1.2. Categóricas
    - 5.2.1.3. Proporciones
    - 5.2.1.4. Conteos
  - 5.2.2. Distribuciones usadas en MLG
    - 5.2.2.1. Normal (crecimiento, peso)
    - 5.2.2.2. Poisson (conteo de larvas, mortalidad diaria)
    - 5.2.2.3. Binomial (tasa de sobrevivencia o eclosión)
  - 5.2.3. Selección de la distribución apropiada
    - 5.2.3.1. Según el tipo de dato
- 5.3. Funciones de Enlace
  - 5.3.1. Tipos de funciones de enlace
    - 5.3.1.1. Identidad
    - 5.3.1.2. Log
    - 5.3.1.3. Logit
  - 5.3.2. Interpretación del enlace
    - 5.3.2.1. En términos biológicos
    - 5.3.2.2. En términos productivos
- 5.4. Formulación e Interpretación de MLG
  - 5.4.1. Hipótesis nula y alternativa
  - 5.4.2. Ajuste del modelo
    - 5.4.2.1. Estimación de parámetros
  - 5.4.3. Interpretación de coeficientes
    - 5.4.3.1. Significado biológico y productivo
  - 5.4.4. Importancia del valor p y estimación del efecto
    - 5.4.4.1. Evaluación de significancia estadística
  - 5.4.5. Diagnóstico básico del modelo
    - 5.4.5.1. Residuos
    - 5.4.5.2. Ajuste global
- 5.5. Aplicaciones en acuicultura
  - 5.5.1. Evaluación de sobrevivencia larvaria
  - 5.5.2. Comparación de tasas de infección
  - 5.5.3. Conteo de organismos
    - 5.5.3.1. Recuento de rotíferos
    - 5.5.3.2. Mortalidad diaria de peces o camarones
  - 5.5.4. Evaluación de tratamientos nutricionales o sanitarios

## **Duración**

02 horas

## **Unidad VI. Diseño experimental aplicado en acuacultura.**

### **Competencia**

Planificar críticamente diseños experimentales aplicados en estudios de toxicidad, crecimiento, nutrición, sanidad y mejoramiento genético en acuacultura, mediante el análisis de casos de investigación publicados, y la identificación de sus fundamentos metodológicos, fortalezas y limitaciones, para proponer mejoras o alternativas que incrementen la validez científica, el bienestar animal y la sostenibilidad ambiental, con ética profesional, objetividad y pensamiento crítico.

### **Contenido**

#### 6.1. Manejo ambiental y control de parámetros en experimentos o bioensayos

##### 6.1.1. Monitoreo de parámetros físico-químicos

|          |                   |
|----------|-------------------|
| 6.1.1.1. | Temperatura       |
| 6.1.1.2. | Oxígeno           |
| 6.1.1.3. | Salinidad         |
| 6.1.1.4. | pH                |
| 6.1.1.5. | Amonio y nitritos |

##### 6.1.2. Control de variabilidad ambiental

|          |                         |           |
|----------|-------------------------|-----------|
| 6.1.2.1. | Sistemas                | cerrados  |
| 6.1.2.2. | Recirculación           | y filtros |
| 6.1.2.3. | Aireación y estabilidad |           |

##### 6.1.3. Evaluación de impacto y sostenibilidad

|          |                            |             |
|----------|----------------------------|-------------|
| 6.1.3.1. | Buenas                     | prácticas   |
| 6.1.3.2. | Reducción                  | de residuos |
| 6.1.3.3. | Bienestar                  | animal      |
| 6.1.3.4. | Cumplimiento de normativas |             |

#### 6.2. Bioensayos de toxicidad y pruebas de crecimiento

##### 6.2.1. Tipos de bioensayos

###### 6.2.1.1. Determinación de CL50, CE50, niveles subletales según tiempo y etapa

##### 6.2.2. Variables de respuesta

|          |                                            |    |               |
|----------|--------------------------------------------|----|---------------|
| 6.2.2.1. | Tasa                                       | de | crecimiento   |
| 6.2.2.2. | Factor                                     | de | condición     |
| 6.2.2.3. |                                            |    | Supervivencia |
| 6.2.2.4. | Respuestas fisiológicas y comportamentales |    |               |

##### 6.2.3. Diseño y ejecución

|          |                      |    |                 |
|----------|----------------------|----|-----------------|
| 6.2.3.1. | Selección            | de | concentraciones |
| 6.2.3.2. | Réplicas             | y  | grupo control   |
| 6.2.3.3. | Análisis estadístico |    |                 |

#### 6.3. Estudios epidemiológicos y protocolos de sanidad

##### 6.3.1. Conceptos básicos de epidemiología acuícola

- 6.3.1.1. Factores de riesgo
- 6.3.1.2. Rutas de transmisión
- 6.3.1.3. Muestreos y trazabilidad
- 6.3.2. Diagnóstico y control de enfermedades
  - 6.3.2.1. Métodos clínicos
  - 6.3.2.2. Métodos histopatológicos
  - 6.3.2.3. Métodos moleculares
  - 6.3.2.4. Estrategias preventivas y correctivas
- 6.3.3. Implementación de protocolos sanitarios
  - 6.3.3.1. Bioseguridad y cuarentena
  - 6.3.3.2. Desinfección
  - 6.3.3.3. Manejo y monitoreo ambiental
- 6.4. Pruebas de eficiencia alimenticia y nutricional
  - 6.4.1. Evaluación de dietas y formulaciones
    - 6.4.1.1. Análisis proximal
    - 6.4.1.2. Contenido energético
    - 6.4.1.3. Digestibilidad y calidad
  - 6.4.2. Indicadores productivos y nutricionales
    - 6.4.2.1. Conversión alimenticia (FCR)
    - 6.4.2.2. Tasa de crecimiento (SGR)
    - 6.4.2.3. Retención y eficiencia proteica
  - 6.4.3. Diseño experimental en nutrición acuícola
    - 6.4.3.1. Tratamientos dietéticos
    - 6.4.3.2. Manejo de raciones y control de consumo
    - 6.4.3.3. Análisis de resultados
- 6.5. Diseño experimental en crianza selectiva y mejoramiento genético
  - 6.5.1. Principios de crianza selectiva
    - 6.5.1.1. Selección de individuos según características deseables
    - 6.5.1.2. Registro y seguimiento de pedigrí y rasgos fenotípicos
  - 6.5.2. Tipos de diseños experimentales aplicables
    - 6.5.2.1. Diseños de apareamiento controlado
    - 6.5.2.2. Diseños factoriales y multifactoriales para evaluación de rasgos
    - 6.5.2.3. Ensayos de líneas puras, cruza y repeticiones
  - 6.5.3. Evaluación de respuestas genéticas y productivas
    - 6.5.3.1. Medición de crecimiento, supervivencia y resistencia a enfermedades
    - 6.5.3.2. Análisis de varianza y estimación de heredabilidad
  - 6.5.4. Interpretación y toma de decisiones
    - 6.5.4.1. Identificación de individuos y familias superiores
    - 6.5.4.2. Optimización de programas de mejoramiento genético

### **Duración**

04 horas

## VIII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER

### Unidad I. Fundamentos del diseño experimental.

#### Práctica 1: Identificación de Variables Experimentales y Conceptos Básicos en Acuicultura.

##### **Duración**

02 horas

##### **Procedimiento**

1. Atiende instrucciones de su docente sobre el desarrollo de la práctica y la importancia de la trazabilidad y la documentación adecuada.
2. Selecciona un artículo científico reciente en acuicultura (crecimiento, sanidad o nutrición).
3. Identifica el problema de investigación y la hipótesis planteada.
4. Determina la variable independiente (factor bajo estudio) y sus niveles, con ejemplos como el tipo de alimento o la temperatura.
5. Determina la variable dependiente (respuesta medida), como la sobrevivencia o la conversión alimenticia.
6. Registra al menos cinco variables de control operativas o ambientales (ej. oxígeno, pH, fotoperiodo).
7. Diferencia entre réplicas independientes y pseudorreplicación en el contexto de las unidades experimentales.
8. Construye una tabla que resuma las variables y la estructura de replicación.
9. Elabora y entrega reporte o infografía con los diseños o resultados analíticos que sintetizen el análisis, enfatizando el rigor ético y la reproducibilidad.
10. Recibe retroalimentación por parte de su docente.

##### **Recursos de apoyo**

- Computadora con conexión a Internet
- Software especializado de acceso libre
- Artículos científicos

### Unidad II. Diseños experimentales básicos.

#### Práctica 2: Diseño y Simulación de un Experimento Completamente al Azar (DCA).

##### **Duración**

03 horas

##### **Procedimiento**

1. Atiende instrucciones de su docente sobre la estructura del Diseño Completamente al Azar (DCA) y sus aplicaciones en acuicultura.
2. Define un problema acuícola (ej. efecto de 3 dietas en el crecimiento) y establece los tratamientos y el número de réplicas.

3. Genera datos simulados de crecimiento o sobrevivencia en software estadístico (ej. R o Excel), aplicando la asignación aleatoria de tratamientos.
4. Realiza un Análisis de Varianza (ANOVA) simple para detectar diferencias significativas entre tratamientos.
5. Analiza la variabilidad dentro y entre tratamientos.
6. Interpreta los resultados del ANOVA y valida la hipótesis inicial.
7. Elabora y entrega reporte o infografía con los diseños o resultados analíticos que comuniquen el diseño experimental, el análisis y las conclusiones.
8. Recibe retroalimentación por parte de su docente.

### **Recursos de apoyo**

- Computadora con conexión a Internet
- Software especializado de acceso libre
- Artículos científicos

## **Práctica 3: Diseño y Análisis de Experimentos Factoriales Simples y Bloques (DBCA).**

### **Duración**

05 horas

### **Procedimiento**

1. Atiende instrucciones de su docente sobre los principios de bloques y el diseño factorial simple (interacciones).
2. Define un experimento factorial 2x2 en acuicultura (ej. 2 temperaturas x 2 dietas) y construye la tabla de tratamientos.
3. Simula datos que muestren efectos principales e interacción.
4. Realiza el ANOVA para el diseño factorial y analiza los efectos principales y la interacción entre los factores.
5. Define un escenario acuícola donde se requiera un DBCA para reducir la variabilidad (ej. un gradiente de luz o flujo de agua en un laboratorio).
6. Ejecuta la asignación de tratamientos dentro de los bloques en la simulación.
7. Elabora y entrega reporte o infografía con los diseños o resultados analíticos que presenten los gráficos de interacción (según proceda) y la interpretación de los resultados del ANOVA.
8. Recibe retroalimentación por parte de su docente.

### **Recursos de apoyo**

- Computadora con conexión a Internet
- Software especializado de acceso libre
- Artículos científicos



### Unidad III. Diseños experimentales avanzados.

#### Práctica 4: Diseño y Análisis con Bloques Incompletos (DBI).

##### **Duración**

05 horas

##### **Procedimiento**

1. Atiende instrucciones de su docente sobre el concepto de DBI y sus ventajas en situaciones de recursos limitados.
2. Plantea un escenario acuícola donde se requiera un DBI (ej. un gran número de dietas a evaluar, pero espacio limitado en cada bloque).
3. Diseña la estructura de asignación de tratamientos en subconjuntos de bloques, garantizando la conectividad.
4. Simula datos para el diseño estructurado.
5. Aplica el ANOVA para el diseño DBI y evalúa la significancia estadística.
6. Interpreta los resultados del análisis considerando la variabilidad residual.
7. Elabora y entrega reporte o infografía con los diseños o resultados analíticos que demuestre la comprensión de las limitaciones y fortalezas de los DBI.
8. Recibe retroalimentación por parte de su docente.

##### **Recursos de apoyo**

- Computadora con conexión a Internet
- Software especializado de acceso libre
- Artículos científicos

#### Práctica 5: Análisis de Varianza (ANOVA) con Diseños Anidados.

##### **Duración**

05 horas

##### **Procedimiento**

1. Atiende instrucciones de su docente sobre la división de la variabilidad en el ANOVA anidado.
2. Carga datos simulados o reales con una estructura jerárquica (ej. muestreos dentro de estanques, estanques dentro de sistemas) en software estadístico.
3. Ajusta el modelo de ANOVA anidado.
4. Interpreta la influencia de los factores anidados en las variables de respuesta biológica (ej. crecimiento o sobrevivencia).
5. Compara la varianza explicada por el nivel jerárquico superior frente al inferior.
6. Resuelve un ejercicio práctico sobre cómo el anidamiento afecta la confiabilidad de los resultados.

7. Elabora y entrega reporte o infografía con los diseños o resultados analíticos para comunicar la estructura del análisis y las conclusiones.
8. Recibe retroalimentación por parte de su docente.

### ***Recursos de apoyo***

- Computadora con conexión a Internet
- Software especializado de acceso libre
- Artículos científicos

## **Práctica 6: Diseño de Parcelas Divididas y Construcción de Gráficos de Interacción Complejos.**

### ***Duración***

05 horas

### ***Procedimiento***

1. Atiende instrucciones de su docente sobre la estructura de análisis de parcelas divididas.
2. Carga datos simulados o reales de un diseño de parcelas divididas en software estadístico.
3. Realiza el análisis de varianza para separar los efectos de los factores principales y secundarios.
4. Evalúa y analiza los efectos de interacción entre los factores.
5. Elabora gráficos complejos (ej. de interacción) que reflejen los efectos jerárquicos.
6. Prepara una infografía que comunique los resultados complejos de forma clara, enfatizando la ética en la interpretación.
7. Elabora y entrega reporte o infografía con los diseños o resultados analíticos que resuma el análisis y la interpretación de las interacciones.
8. Recibe retroalimentación por parte de su docente.

### ***Recursos de apoyo***

- Computadora con conexión a Internet
- Software especializado de acceso libre
- Artículos científicos

## **Unidad IV. Análisis estadístico de diseños experimentales.**

### **Práctica 7: Validación de Supuestos del ANOVA (Normalidad y Homocedasticidad).**

#### ***Duración***

08 horas

#### ***Procedimiento***

1. Atiende instrucciones de su docente sobre los supuestos de normalidad, independencia y homocedasticidad del ANOVA.
2. Carga datos experimentales simulados o reales de crecimiento acuícola en software estadístico.
3. Aplica la prueba (K.S.) y/o de Shapiro-Wilk para evaluar la normalidad de los residuos.
4. Aplica la prueba de Levene o Bartlett para evaluar la homocedasticidad (igualdad de varianzas) entre los tratamientos.
5. Interpreta los resultados de estas pruebas de supuestos.
6. Elabora una tabla que resuma el cumplimiento o incumplimiento de los supuestos.
7. Elabora y entrega reporte o infografía con los diseños o resultados analíticos que resumen el análisis de supuestos, subrayando la importancia de la ética en la interpretación de los resultados.
8. Recibe retroalimentación por parte de su docente.

#### ***Recursos de apoyo***

- Computadora con conexión a Internet
- Software especializado de acceso libre
- Artículos científicos

### **Práctica 8: Transformación de Datos y Aplicación de Pruebas No Paramétricas.**

#### ***Duración***

08 horas

#### ***Procedimiento***

1. Atiende instrucciones de su docente sobre las estrategias de decisión ante el incumplimiento de supuestos.
2. Aplica transformaciones de datos comunes (ej. logarítmica, raíz cuadrada) a datos que no cumplieron la normalidad o homocedasticidad.
3. Verifica si las transformaciones ayudaron a cumplir los supuestos mediante las pruebas adecuadas.
4. Aplica una prueba no paramétrica (ej. Kruskal-Wallis) si la transformación no es efectiva o apropiada.

5. Compara los resultados obtenidos con el ANOVA original versus los resultados de las pruebas transformadas/no paramétricas.
6. Justifica la decisión de análisis final, enfatizando la validez estadística.
7. Elabora y entrega reporte o infografía con los diseños o resultados analíticos que resuma el análisis y decisiones tomadas, subrayando la importancia de la ética en la interpretación.
8. Recibe retroalimentación por parte de su docente.

### ***Recursos de apoyo***

- Computadora con conexión a Internet
- Software especializado de acceso libre
- Artículos científicos

## **Práctica 9: Realización de Comparaciones Múltiples (Post Hoc) y control del error tipo I.**

### ***Duración***

08 horas

### ***Procedimiento***

1. Atiende instrucciones de su docente sobre el concepto de comparaciones múltiples y la necesidad de controlar el error tipo I.
2. Carga datos de un experimento acuícola (donde el ANOVA indicó diferencias significativas) en el software estadístico.
3. Aplica la prueba de Tukey para comparaciones por pares.
4. Aplica la prueba de Dunnett, si el diseño incluye un grupo control específico (ej. dieta comercial vs. dietas experimentales).
5. Interpreta los resultados y determina qué tratamientos son significativamente diferentes.
6. Construye gráficos que muestran evidencia sobre las diferencias entre tratamientos, marcando los grupos homogéneos.
7. Elabora y entrega reporte o infografía con los diseños o resultados analíticos que resumen el análisis y las decisiones, enfatizando la ética en la comunicación de resultados para evitar la sobre-interpretación.
8. Recibe retroalimentación por parte de su docente.

### ***Recursos de apoyo***

- Computadora con conexión a Internet
- Software especializado de acceso libre
- Artículos científicos

## **Unidad V. Modelos lineales generalizados y aplicaciones básicas.**

### **Práctica 10: Introducción Práctica al MLG y Modelado de Datos de Conteo (Poisson).**

#### ***Duración***

05 horas

#### ***Procedimiento***

1. Atiende instrucciones de su docente sobre las limitaciones de ANOVA para variables no normales y el concepto de MLG (función de enlace).
2. Carga datos simulados de conteo acuícola (ej. número de rotíferos, mortalidad diaria de camarones).
3. Identifica que la distribución Poisson es la adecuada para datos de conteo.
4. Ajusta el MLG en software estadístico (ej. R o Python) utilizando la función de enlace logarítmico.
5. Interpreta los coeficientes del modelo en términos biológicos y productivos.
6. Genera gráficos que muestren evidencia del ajuste del modelo a los datos.
7. Elabora y entrega reporte o infografía con los diseños o resultados analíticos, la selección del modelo, la interpretación de salidas y las gráficas.
8. Recibe retroalimentación por parte de su docente.

#### ***Recursos de apoyo***

- Computadora con conexión a Internet
- Software especializado de acceso libre
- Artículos científicos

### **Práctica 11: MLG y Modelado de Datos de Proporciones (Binomial).**

#### ***Duración***

05 horas

#### ***Procedimiento***

1. Atiende instrucciones de su docente sobre la modelación de proporciones y la distribución Binomial.
2. Carga datos simulados de sobrevivencia larvaria o tasa de infección en software estadístico.
3. Aplica el MLG utilizando la distribución Binomial y la función de enlace Logit.
4. Realiza un diagnóstico básico del modelo (ej. residuos y ajuste global) en Python.
5. Compara los resultados con los que se obtendrían si se analizara con un ANOVA simple (ignorando la naturaleza de proporción).
6. Justifica la elección del MLG frente a modelos lineales tradicionales.

7. Elabora y entrega reporte o infografía con los diseños o resultados analíticos que detallan el ajuste del modelo Binomial, la interpretación de salidas y las gráficas generadas.
8. Recibe retroalimentación por parte de su docente.

### **Recursos de apoyo**

- Computadora con conexión a Internet
- Software especializado de acceso libre
- Artículos científicos

## **Unidad VI: Diseños experimentales aplicados en acuicultura.**

### **Práctica 12: Evaluación de Diseños para Pruebas de Eficiencia Alimenticia y Nutricional.**

#### **Duración**

05 horas

#### **Procedimiento**

1. Atiende instrucciones de su docente y selecciona un caso de estudio de nutrición acuícola.
2. Identifica el diseño experimental utilizado (ej. factorial, DCA) y justifica su adecuación para los indicadores productivos y nutricionales.
3. Trabaja con datos simulados de FCR y SGR y utiliza software estadístico para el análisis (ANOVA).
4. Aplica comparaciones múltiples para determinar la mejor formulación dietética.
5. Evalúa la gestión ética de los recursos alimenticios y la replicación adecuada.
6. Elabora y entrega reporte o infografía con los diseños o resultados analíticos que integre el diseño, resultados, interpretación y recomendaciones basadas en criterios éticos y sostenibles.
7. Recibe retroalimentación por parte de su docente.

### **Recursos de apoyo**

- Computadora con conexión a Internet
- Software especializado de acceso libre
- Artículos científicos

### **Práctica 13: Evaluación de Diseños para bioensayos de toxicidad.**

#### ***Duración***

05 horas

#### ***Procedimiento***

1. Atiende instrucciones de su docente sobre los tipos de bioensayos de toxicidad.
2. Selecciona un caso de estudio en el que se determina la CL50 de un contaminante en una especie acuícola.
3. Identifica la selección de concentraciones, el número de réplicas y el uso de grupo control.
4. Trabaja con datos simulados de sobrevivencia y aplica análisis estadísticos (ej. modelos de regresión o MLG).
5. Evalúa variables de respuesta secundarias, como el factor de condición o las respuestas comportamentales.
6. Elabora y entrega reporte o infografía con los diseños o resultados analíticos que integren el diseño, la metodología de concentración y las conclusiones de toxicidad.
7. Recibe retroalimentación por parte de su docente.

#### ***Recursos de apoyo***

- Computadora con conexión a Internet
- Software especializado de acceso libre
- Artículos científicos

### **Práctica 14: Evaluación de Diseños para Estudios Epidemiológicos y Diagnóstico de Enfermedades.**

#### ***Duración***

05 horas

#### ***Procedimiento***

1. Atiende instrucciones de su docente y revisa un caso de estudio epidemiológico acuícola (ej. brote viral).
2. Identifica el diseño muestral y la metodología estadística utilizada para evaluar la prevalencia o los factores de riesgo.
3. Trabaja con datos simulados de diagnóstico molecular o clínico y aplica análisis (ej. MLG o ANOVA).
4. Evalúa las ventajas y limitaciones del diseño seleccionado en términos de rigor metodológico.
5. Formula recomendaciones para mejorar el diseño experimental y la trazabilidad.

6. Elabora y entrega reporte o infografía con los diseños o resultados analíticos que integre el diseño, el análisis estadístico de los datos de sanidad y las recomendaciones para la difusión responsable.
7. Recibe retroalimentación por parte de su docente.

### **Recursos de apoyo**

- Computadora con conexión a Internet
- Software especializado de acceso libre
- Artículos científicos

## **Práctica 15: Propuesta de diseño experimental para atender problemáticas de actualidad en el sector acuícola**

### **Duración**

03 horas

### **Procedimiento**

1. Atiende instrucciones de su docente y revisa la documentación de un proyecto experimental completo (bioensayo o prueba de campo).
2. Selecciona una problemática del sector acuícola de su interés
3. Documenta la problemática mediante la revisión de artículos científicos
4. Propone el tipo de diseño empleado (básico o avanzado) y justifica la selección de la herramienta estadística para su análisis (ANOVA, MLG, etc.).
5. Verifica que el manejo y monitoreo cumplan con el bienestar animal y la responsabilidad ambiental.
6. Discute la transferibilidad de los resultados y la contribución del proyecto a la sostenibilidad acuícola.
7. Elabora y entrega reporte o infografía con el diseño propuesto.
8. Recibe retroalimentación por parte de su docente.

### **Recursos de apoyo**

- Computadora con conexión a Internet
- Equipo para proyección
- Software especializado de acceso libre
- Artículos científicos



## **Práctica 16: Integración y presentación de resultados.**

### ***Duración***

03 horas

### ***Procedimiento***

1. Atiende instrucciones de su docente
2. Analiza datos simulados relacionados con la problemática seleccionada en la práctica anterior.
3. Estructura un informe técnico formal que incluya el diseño metodológico, análisis estadístico avanzado, interpretación crítica de los resultados y conclusiones.
4. Discute en grupo el impacto potencial, tanto social como ambiental, de las innovaciones derivadas del experimento.
5. Presenta ante el grupo su informe técnico y discute la responsabilidad en la difusión de los resultados científicos en acuicultura.
6. Recibe retroalimentación por parte de su docente.

### ***Recursos de apoyo***

- Computadora con conexión a Internet
- Equipo para proyección
- Software especializado de acceso libre
- Artículos científicos

## **XI. MÉTODO DE TRABAJO**

### **Encuadre**

El primer día de clase cada docente debe establecer la forma de trabajo, criterios de evaluación, calidad de los trabajos académicos, derechos y obligaciones docente-estudiante.

### **Estrategia de enseñanza**

- Estudio de caso
- Método de proyectos
- Aprendizaje basado en problemas
- Aprendizaje basado en casos
- Técnica expositiva
- Discusión guiada
- Instrucción guiada

## Estrategia de aprendizaje

- Investigación documental
- Investigación empírica
- Exposición de resoluciones de casos prácticos
- Trabajo colaborativo
- Técnica expositiva
- Cuadros comparativos e Infografías

## X. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

### Criterios de acreditación

Para tener derecho a examen ordinario y extraordinario cada estudiante debe cumplir con los porcentajes de asistencia que establece el Estatuto Escolar vigente. La calificación es en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 60.

### Criterios de evaluación

|                                    |      |
|------------------------------------|------|
| - Evaluaciones parciales           | 30%  |
| - Proyecto final                   | 40%  |
| - Portafolio de reportes de taller | 30%  |
| Total                              | 100% |

## XI. REFERENCIAS

### Recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

Antony, J. (2023). *Design of experiments for engineers and scientists* (3rd ed.). Elsevier.

Atkinson, A. C. (2025). Optimum experimental design. En M. Lovric (Ed.), *International encyclopedia of statistical science* (pp. 1835–1838). Springer.

Berger, P. D., Maurer, R. E., & Celli, G. B. (2018). *Experimental design: With applications in management, engineering, and the sciences* (2nd ed.). Springer International Publishing.

Jiju, A. (2003). *Design of experiments for engineers and scientists*. Elsevier.

Ruxton, G. D., & Colegrave, N. (2011). *Experimental design for the life sciences* (2nd ed.). Oxford University Press.

Shearer, K. D. (2000). Experimental design, statistical analysis and modelling of dietary nutrient requirement studies for fish: A critical review. *Aquaculture Nutrition*, 6(2), 91–102. [clásica]

Thorarensen, H., Kubiriza, G. K., & Imsland, A. K. (2015). Experimental design and statistical analyses of fish growth studies. *Aquaculture*, 448, 483–490. [clásica]

### Recursos de acceso libre o complementarios externos

Agresti, A. (2018). *Statistical methods for the social sciences* (5th ed.). Pearson. [clásica]

Berger, P. D., Maurer, R. E., & Celli, G. B. (2018). Experimental design. En *Experimental design: With applications in management, engineering, and the sciences* (pp. 449–480). Springer International Publishing. [clásica]

Bhujel, R. C. (2009). *Statistics for aquaculture*. John Wiley & Sons. [clásica]

Davidson, J., Bebak, J., & Mazik, P. (2009). The effects of aquaculture production noise on the growth, condition factor, feed conversion, and survival of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture*, 288(3–4), 337–343. [clásica]

Espmark, Å. M., Kolarevic, J., Åsgård, T., & Terjesen, B. F. (2017). Tank size and fish management history matters in experimental design. *Aquaculture Research*, 48(6), 2876–2894. [clásica]

Gómez, K. A., & Gómez, A. A. (2016). *Statistical procedures for agricultural research* (3rd ed.). Wiley. [clásica]

Knud-Hansen, C. F. (2017). Experimental design and analysis in aquaculture. En *Dynamics of pond aquaculture* (pp. 325–375). CRC Press. [clásica]

Miller, C. J., Smith, S. N., & Pugatch, M. (2020). Experimental and quasi-experimental designs in implementation research. *Psychiatry Research*, 283, 112452. <https://doi.org/10.1016/j.psychres.2019.112452>

Montgomery, D. C. (2020). *Design and analysis of experiments* (9th ed.). Wiley.

Prado, S., Barja, J. L., Luzardo, A., Dubert, J., & Blanco, J. (2020). Encapsulation of live marine bacteria for use in aquaculture facilities and process evaluation using response surface methodology. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 104(5), 1993–2006. <https://doi.org/10.1007/s00253-019-10360-2>

Quinn, G. P., & Keough, M. J. (2022). *Experimental design and data analysis for biologists* (2nd ed.). Cambridge University Press.

R Core Team. (2024). *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing. <https://www.R-project.org/>

- Riley, J., & Edwards, P. (1998). Statistical aspects of aquaculture research: Pond variability and pseudoreplication. *Aquaculture Research*, 29(4), 281–288. [clásica]
- Robledo, D., Palaiokostas, C., Bargelloni, L., Martínez, P., & Houston, R. (2018). Applications of genotyping by sequencing in aquaculture breeding and genetics. *Reviews in Aquaculture*, 10(3), 670–682. [clásica]
- Ruohonen, K., & Kettunen, J. (2004). Effective experimental designs for optimizing fish feeds. *Aquaculture Nutrition*, 10(3), 145–151. [clásica]
- Saxena, R. R. (2008). *Design and analysis of aquaculture experiments using statistical software*. Applied Bioinformatics, Statistics & Economics in Fisheries Research. [clásica]
- Seltman, H. J. (2018). *Experimental design and analysis*. Carnegie Mellon University. <https://www.stat.cmu.edu/~hseltman/309/Book/Book.pdf> [clásica]
- Smart, T. S., Riley, J., & Little, D. C. (2001). Statistical aspects of aquaculture research: Optimum block size in pond experiments. *Aquaculture Research*, 32(1), 65–76.

## XII. PERFIL DOCENTE

Profesional con posgrado en Estadística, Biotecnología, Ciencias del Mar, o áreas afines, preferentemente a nivel doctorado, con experiencia docente mínima de dos años, manejo avanzado de software estadístico (R, SPSS, SAS), capacidad para vincular teoría con aplicaciones prácticas en acuicultura, actitud colaborativa y compromiso con la formación integral de sus estudiantes.



**PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE**

**I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN**

|                                            |                                                                                                                                         |
|--------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Unidad académica:</b>                   | Facultad de Ciencias Marinas, Ensenada                                                                                                  |
| <b>Programa educativo:</b>                 | Licenciatura en Biotecnología en Acuicultura                                                                                            |
| <b>Plan de Estudios:</b>                   | 2026-2                                                                                                                                  |
| <b>Nombre de la unidad de aprendizaje:</b> | Biotecnología de Moluscos                                                                                                               |
| <b>Clave:</b>                              |                                                                                                                                         |
| <b>Distribución horaria:</b>               | Horas Clase: 02<br>Horas Taller: 01<br>Horas Laboratorio: 03<br>Horas Práctica de Campo: 01<br>Horas Extra-clase: 02<br><br>Créditos:09 |
| <b>Etapas de formación:</b>                | Disciplinaria                                                                                                                           |
| <b>Carácter:</b>                           | Obligatoria                                                                                                                             |
| <b>Requisito:</b>                          | Ninguno                                                                                                                                 |
| <b>Modalidad de impartición:</b>           | Presencial                                                                                                                              |
| <b>Equipo de diseño:</b>                   | Salvador Villasuso Palomares<br>Laura Liliana López Galindo<br>Rosario Jara Montañez<br>Enrique Valenzuela Wood                         |
| <b>Subdirección que aprueba el PUA:</b>    | Patricia Alvarado Graef                                                                                                                 |
| <b>Fecha:</b>                              | 25 de febrero de 2025                                                                                                                   |
| <b>Aprobación y registro:</b>              |                                                                                                                                         |

## **II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE**

La unidad de aprendizaje está diseñada para que el estudiantado se familiarice con los conocimientos que forman la base para el desarrollo exitoso de un cultivo de moluscos marinos y adquiera experiencia práctica en el mantenimiento de reproductores, larvas y semillas en distintos tipos de sistemas de producción. De esta forma se pretende fomentar en el estudiantado capacidad analítica y de resolución de problemas que facilite la realización de proyectos profesionales autónomos con responsabilidad y liderazgo. Se ubica en la etapa disciplinaria, es de carácter obligatorio y pertenece al área de conocimiento de Biotecnología.

## **III. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE**

Desarrollar procesos biotecnológicos y técnicas de cultivo optimizadas, a través del uso de herramientas bioquímicas, microbiológicas y biotecnológicas, para mejorar la calidad, inocuidad y valor nutricional de los productos acuícolas, con responsabilidad, ética profesional y respeto por el ambiente.

## **IV. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE**

Proyecto final en donde se describen los diversos materiales, equipos y técnicas para cultivar una especie de molusco con potencial acuícola en sus diferentes etapas de vida (maduración, desove, cultivo larval, asentamiento, pre-engorda y engorda).  
Reportes de taller y laboratorio.

## **V. COMPETENCIA PROFESIONAL DEL PERFIL DE EGRESO A LA QUE CONTRIBUYE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE**

Desarrollar procesos biotecnológicos y técnicas de cultivo optimizadas, a través del uso de herramientas bioquímicas, microbiológicas y biotecnológicas, para mejorar la calidad, inocuidad y valor nutricional de los productos acuícolas, con responsabilidad, ética profesional y respeto por el ambiente.

## **VI. EJE TRANSVERSAL AL QUE CONTRIBUYE**

Compromiso con la Responsabilidad Social y Excelencia.

## **VII. DESARROLLO POR UNIDADES**

### **Unidad I. Introducción a los moluscos**

#### **Competencia**

Analizar y diferenciar las características morfoanatómicas y los ciclos de vida de los principales grupos de moluscos de interés acuícola y comercial, mediante el uso de técnicas de disección, observación e investigación documental para comprender su importancia biológica y productiva en el contexto de la pesquería y la acuicultura, con disciplina y responsabilidad.

#### **Contenido**

- 1.1. Pesquerías vs acuicultura
- 1.2. Principales grupos de moluscos de interés acuícola
- 1.3. Anatomía básica funcional de los moluscos
- 1.4. Ciclos de vida de los principales grupos de moluscos de interés comercial

#### **Duración**

9 horas

### **Unidad II. Alimentación y nutrición de los moluscos**

#### **Competencia**

Diferenciar las principales especies de microalgas utilizadas en la alimentación de moluscos bivalvos y gasterópodos, mediante la evaluación de sus perfiles nutricionales y la estimación de raciones óptimas según las necesidades específicas de cada especie, para seleccionar alternativas alimenticias que favorezcan un crecimiento eficiente y sustentable, con responsabilidad, rigor técnico y actitud proactiva.

#### **Contenido**

- 2.1. Alimentación de bivalvos y gasterópodos: cantidad y calidad
- 2.2. Opciones alternativas de alimento para bivalvos y gasterópodos
- 2.3. Requerimientos de nutrientes específicos
- 2.4. Estrategias de alimentación
- 2.5. Cálculos de ración alimenticia

#### **Duración**

4 horas

### **Unidad III. Maduración sexual y liberación de gametos**

#### **Competencia**

Analizar los procesos de reproducción, gametogénesis y ciclo de vida de moluscos de interés acuícola, mediante la aplicación de ejercicios cuantitativos para evaluar el grado de madurez gonadal y diferenciar las estrategias de inducción al desove en función de las condiciones ambientales y fisiológicas, con rigor científico, responsabilidad con el medio ambiente y ética profesional.

#### **Contenido**

- 3.1. Tipos de reproducción
- 3.2. Ovogénesis y espermatogénesis
- 3.3. Maduración sexual: efecto de la temperatura y el alimento
- 3.4. Acondicionamiento reproductivo
- 3.5. Cero biológico
- 3.6. Temperatura acumulada efectiva (TAE)
- 3.7. Tipos de sistemas para el acondicionamiento reproductivo
- 3.8. Retos del acondicionamiento reproductivo
- 3.9. Métodos de desove

#### **Duración**

11 horas

### **Unidad IV. Cultivo de larvas, pre-engorda y engorda de semillas**

#### **Competencia**

Distinguir la infraestructura, componentes y funcionamiento de los sistemas utilizados en el cultivo larval, asentamiento, metamorfosis, pre-engorda y engorda de moluscos en laboratorio y maricultivo, mediante la aplicación de principios biotecnológicos y buenas prácticas de cultivo, para comprender sus requerimientos técnicos, biológicos y económicos, desarrollando habilidades técnicas y organizativas con responsabilidad y enfoque sustentable.

#### **Contenido**

- 4.1. Cultivo larval: sistemas, mantenimiento y alimentación
- 4.2. Asentamiento y metamorfosis: sistemas, inductores e indicadores
- 4.3. Pre-engorda: sistemas de cultivo
- 4.4. Engorda: artes de cultivo
- 4.5. Buenas prácticas de cultivo

#### **Duración**

5 horas



## **Unidad V. Genética**

### **Competencia**

Analizar el estado actual de desarrollo de la genética en acuicultura, mediante las principales herramientas moleculares para manejar la selección de familias y generación de triploides, con responsabilidad y sustentabilidad ambiental.

### **Contenido**

- 5.1. Aplicación de herramientas moleculares en la acuicultura de moluscos
- 5.2. Marcadores genéticos e identificación de especies
- 5.3. Ploidía y su aplicación al cultivo de moluscos: generación de triploides y sus implicaciones

### **Duración**

3 horas

## **VIII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER**

### **Unidad I: Introducción a los moluscos**

#### **Práctica 1. Anatomía interna y externa**

### **Duración**

03 horas

### **Procedimiento**

1. Recibe y atiende las instrucciones proporcionadas por el docente.
2. Forma grupos de trabajo.
3. Realiza una investigación bibliográfica sobre la anatomía interna y externa del abulón, caracol, almeja generosa, mejillón y pulpo.
4. Identifica y explica la función de los diferentes órganos y tejidos.
5. Elabora y entrega un reporte en inglés para recibir retroalimentación docente.

### **Recursos de apoyo**

- Internet
- Celular, laptop o tablet

## Práctica 2. Ciclo de vida

### **Duración**

04 horas

### **Procedimiento**

1. Recibe y atiende las instrucciones proporcionadas por el docente.
2. Forma grupos de trabajo.
3. Realiza una investigación bibliográfica sobre el ciclo de vida del abulón, caracol, almeja generosa, mejillón y pulpo.
4. Identifica y explica sus diferencias.
5. Selecciona una especie comercial (abulón, ostión, mejillón) y completa una ficha técnica en inglés con campos guiados: Scientific name, Common name, Optimal temperature, Spawning season, Main food source.
6. Recibe un glosario y una plantilla que proporciona su docente.
7. Elabora un reporte en inglés.
8. Entrega reporte y recibe retroalimentación docente.

### **Recursos de apoyo**

- Internet
- Celular, laptop o tablet

## Unidad II: Alimentación y nutrición de los moluscos

## Práctica 3. Cálculos de raciones alimenticias

### **Duración**

3 horas

### **Procedimiento**

1. Recibe y atiende las instrucciones proporcionadas por el docente.
2. Forma grupos de trabajo.
3. Calcula la cantidad de alimento que se deberá suministrar por día a los organismos durante la etapa larval y durante la etapa de maduración.
4. Socializa el conocimiento con tus compañeros.
5. Elabora un reporte en inglés.
6. Entrega reporte y recibe retroalimentación docente.

### **Recursos de apoyo**

- Internet
- Celular, laptop o tablet
- Calculadora
- Libreta y pluma para realizar cálculos

## Unidad III: Maduración sexual y liberación de gametos

### Práctica 4. Temperatura acumulada efectiva (TAE)

#### **Duración**

3 horas

#### **Procedimiento**

1. Recibe y atiende las instrucciones proporcionadas por el docente.
2. Realiza una investigación bibliográfica sobre el ciclo reproductivo de un molusco y sobre los principales factores que lo afectan. Con esta información se podrá calcular la TAE, el tiempo necesario y temperatura(s) necesarias de acondicionamiento.
3. Comparte su investigación con el grupo.
4. Elabora un reporte en inglés.
5. Entrega reporte y recibe retroalimentación docente.

#### **Recursos de apoyo**

- Internet
- Celular, laptop o tablet
- Calculadora
- Libreta y pluma para realizar cálculos

## Unidad IV: Genética

### Práctica 5: Ploidia

#### **Duración**

3 horas

#### **Procedimiento**

1. Recibe y atiende las instrucciones proporcionadas por el docente.
2. Realiza una investigación bibliográfica sobre la ploidia en moluscos. ¿Qué es? ¿Cuáles son sus beneficios? y ¿Cuáles son las principales técnicas?
3. Comparte tu investigación con el grupo
4. Elabora un reporte.
5. Entrega reporte y recibe retroalimentación docente.

#### **Recursos de apoyo**

- Internet
- Celular, laptop o tablet

## VIII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO

### Unidad I: Introducción a los moluscos

#### Práctica 1: Anatomía interna y externa

##### **Duración**

3 horas

##### **Procedimiento**

1. Recibe y atiende las instrucciones proporcionadas por el docente.
2. Abre cuidadosamente a los organismos.
3. Con ayuda del kit de disección separa los diferentes tejidos identificados como branquias, manto, sifones, pie, músculo(s) abductor(es), entre otros.
4. Toma fotografías de los tejidos identificados.
5. Investiga las funciones de los diversos tejidos.
6. Elabora un reporte de laboratorio.
7. Entrega reporte y recibe retroalimentación docente.

##### **Recursos de apoyo**

- Tabla de madera para abrir a los organismos
- Guantes resistentes al corte
- Charolas para colectar el agua
- Kit de disección
- Papel secante
- Abridor de ostiones y almejas
- Cámara fotográfica
- Libreta y pluma

### Unidad II: Alimentación y nutrición de los moluscos

#### Práctica 2: Estructura básica de un laboratorio de moluscos

##### **Duración**

3 horas

##### **Procedimiento**

1. Recibe y atiende las instrucciones proporcionadas por el docente.
2. Realizar el recorrido por el laboratorio.
3. Identificar las distintas zonas del laboratorio de acuerdo con la etapa de vida de los organismos.
4. Toma fotografías de los tanques, filtros, tamices y estructuras en general.
5. Elabora un reporte de laboratorio.
6. Entrega y recibe retroalimentación docente.

### **Recursos de apoyo**

- Cámara fotográfica
- Libreta y pluma

## **Unidad III: Maduración sexual y liberación de gametos**

### **Práctica 3: Acondicionamiento de reproductores**

#### **Duración**

15 horas

#### **Procedimiento**

1. Recibe y atiende las instrucciones proporcionadas por el docente.
2. Monta un sistema de acondicionamiento de reproductores con control de temperatura.
3. Determina el peso seco promedio de los reproductores y determina la cantidad de alimento por organismo por día.
4. Alimenta diariamente a los reproductores con alimento vivo y/o pasta de microalgas.
5. Realiza diariamente mantenimiento a los sistemas: ajuste de salinidad, limpieza, medición de parámetros de calidad del agua, recambios de agua, entre otros.
6. Determina el índice de condición y gonadosomático semanalmente.
7. Evalúa al microscopio la actividad de los gametos.
8. Elabora un reporte de laboratorio.
9. Entrega reporte y recibe retroalimentación docente.

### **Recursos de apoyo**

- Microscopio compuesto
- Calentadores con controlador de temperatura
- Portaobjetos
- Cubreobjetos
- Pipetas Pasteur plásticas
- Balanza
- Estufa
- Abridor de ostiones y/o almejas
- Kits de medición de calidad del agua
- Potenciómetro medidor de pH y temperatura
- Cámara fotográfica

## Unidad III: Maduración sexual y liberación de gametos

### Práctica 4: Inducción al desove

#### **Duración**

3 horas

#### **Procedimiento**

1. Recibe y atiende las instrucciones proporcionadas por el docente.
2. Induce al desove a los organismos previamente acondicionados con los métodos propuestos.
3. Induce al desove a los organismos mediante técnicas de choque térmico (con un diferencial de temperaturas de 10°C, cada ciclo estará conformado por 30 min en agua cálida y 30 min en agua fría) o stripping.
4. Realiza la extracción de gametos por el método de raspado de gónada.
5. Mantiene separados los ovocitos de los espermatozoides.
6. Toma una muestra para evaluarla al microscopio y determinar la calidad de los gametos (forma, tamaño, motilidad, entre otros).
7. Determina la concentración de ovocitos y espermatozoides.
8. Filtra las muestras con los diferentes tamices para remover restos de tejido, gametos no viables, impurezas en el agua, entre otros.
9. Realiza la fertilización de los gametos.
10. Determina el éxito de la fertilización en el microscopio.
11. Elabora un reporte de laboratorio.
12. Entrega y recibe retroalimentación docente.

#### **Recursos de apoyo**

- Tamices de 35 a 125  $\mu\text{m}$
- Microscopio estereoscópico
- Microscopio compuesto
- Bomba de calor
- Bombas magnéticas
- Calentadores con controlador de temperatura
- Navaja para bisturí
- Portaobjetos
- Cubreobjetos
- Pipetas Pasteur plásticas
- Cámara Sedgewick Rafter
- Cámara Neubauer
- Recipientes plásticos de 1 L
- Papel secante
- Pissetas
- Kit de disección

## Unidad IV: Cultivo de larvas, pre-engorda y engorda de semillas

### Práctica 5: Cultivo larval

#### **Duración**

9 horas

#### **Procedimiento**

1. Recibe y atiende las instrucciones proporcionadas por el docente.
2. Monta un sistema estático o continuo.
3. Mantiene un cultivo larval a partir de los organismos obtenidos en la práctica 4 (recambios de agua, ajuste en la cantidad de alimento de acuerdo al crecimiento de los organismos, medición de los parámetros de la calidad del agua, limpieza de los sistemas).
4. Evalúa semanalmente el crecimiento de las larvas y realiza un conteo.
5. Abarca el cultivo larval desde la fase larva D hasta larva pediveliger.
6. Elabora un reporte de laboratorio.
7. Entrega reporte y recibe retroalimentación docente.

#### **Recursos de apoyo**

- Tamices de 35 a 243  $\mu\text{m}$
- Microscopio compuesto
- Calentadores con controlador de temperatura
- Portaobjetos
- Cubreobjetos
- Pipetas Pasteur plásticas
- Cámara Sedgewick Rafter
- Papel secante
- Pissetas
- Kit de medición de calidad del agua

## Unidad IV: Cultivo de larvas, pre-engorda y engorda de semillas

### Práctica 6: Fijación y pre-cría de semilla

#### **Duración**

3 horas

#### **Procedimiento**

1. Recibe y atiende las instrucciones proporcionadas por el docente.
2. Utiliza las larvas pediveliger de la práctica 5.
3. Monta un sistema de fijación con camas de malla de 125  $\mu\text{m}$  con flujo descendente en recirculación o continuo.
4. Selecciona el método de fijación: químico (epinefrina) y/o físico (concha molida).
5. Coloca las larvas pediveliger previamente pesadas en las camas de fijación.

6. Realiza el mantenimiento de sistema de fijación (recambio de agua, limpieza, ajuste de alimentación, control de parámetros, control de temperatura).
7. Separa tallas en semilla recién fijada y realiza un conteo.
8. Elabora un reporte de laboratorio.
9. Entrega reporte y recibe retroalimentación docente.

#### **Recursos de apoyo**

- Microscopio estereoscópico
- Microscopio compuesto
- Tamices de 200 a 500  $\mu\text{m}$
- Calentadores con controlador de temperatura
- Bombas magnéticas
- Concha molida
- Camas de fijación de 125  $\mu\text{m}$
- Cámara Sedgewick Rafter
- Papel secante
- Pipetas Pasteur de plástico
- Kit de medición de calidad del agua

### **Unidad IV: Cultivo de larvas, pre-engorda y engorda de semillas**

#### **Práctica 7: pre-cría de semilla**

##### **Duración**

12 horas

##### **Procedimiento**

1. Recibe y atiende las instrucciones proporcionadas por el docente.
2. Utiliza las larvas pediveliger de la práctica 6.
3. Monta un sistema de pre-engorda con flujo ascendente en recirculación o continuo.
4. Coloca las semillas en silos de diferente tamaño de luz de malla.
5. Determina la densidad a manejar en cada silo dependiendo de la talla.
6. Realiza mantenimiento de sistema de pre-engorda (recambio de agua, limpieza, ajuste de alimentación, control de parámetros, control de temperatura).
7. Separa por tallas hasta llegar a 2 mm.
8. Elabora un reporte de laboratorio.
9. Entrega reporte y recibe retroalimentación docente.

#### **Recursos de apoyo**

- Microscopio estereoscópico
- Tamices de 400 a 1500  $\mu\text{m}$
- Microscopio compuesto
- Calentadores con controlador de temperatura
- Bombas magnéticas
- Silos de 400, 500, 600 y 1000  $\mu\text{m}$



- Cámara Sedgewick Rafter
- Trapos para limpieza
- Pipetas Pasteur de plástico
- Kit de medición de calidad del agua

## VIII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE CAMPO

**Unidad II, III y IV: Alimentación y nutrición de los moluscos, Maduración sexual y liberación de gametos, Cultivo de larvas, pre-engorda y engorda de semillas**

### **Práctica 1: Visita guiada a instalaciones de producción de moluscos bivalvos**

#### ***Duración***

10 horas

#### ***Procedimiento***

1. Acude al sitio.
2. Recibe y atiende instrucciones guiadas por parte del docente.
3. Realiza actividades prácticas programadas.
4. Toma fotografías de las instalaciones, material y equipo.
5. Anota sus observaciones.
6. Elabora un reporte de la salida de campo.
7. Entrega reporte y recibe retroalimentación docente.

#### ***Recursos de apoyo***

- Tabla de apuntes/libreta/medio electrónico
- Cámara fotográfica
- Botas de trabajo

### **Práctica 2: Visita guiada a instalaciones de centro de investigación**

#### ***Duración***

06 horas

#### ***Procedimiento***

1. Acude al sitio.
2. Recibe y atiende instrucciones guiadas por parte del docente.
3. Realiza actividades prácticas programadas.
4. Toma fotografías de las instalaciones, material y equipo.
5. Anota sus observaciones.
6. Elabora un reporte de la salida de campo.
7. Entrega reporte y recibe retroalimentación docente.

### ***Recursos de apoyo***

- Tabla de apuntes/libreta/medio electrónico
- Cámara fotográfica
- Botas de trabajo

## **XI. MÉTODO DE TRABAJO**

### **Encuadre**

El primer día de clase, cada persona docente debe establecer de forma clara y formal:

- La metodología de trabajo.
- Criterios de evaluación y rúbricas.
- Reglas sobre la calidad y entrega de trabajos académicos.
- Derechos y obligaciones del docente y los estudiantes.

Esto debe quedar registrado y comunicado por medios institucionales (como Blackboard o correo institucional).

### **Estrategia de Enseñanza**

- Método de proyectos
- Aprendizaje basado en preguntas
- Técnica expositiva
- Debates
- Discusión guiada
- Instrucción guiada

### **Estrategia de aprendizaje**

- Investigación documental
- Investigación empírica
- Trabajo colaborativo
- Técnica expositiva
- Visitas a campo
- Infografías

## X. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

### Criterios de acreditación

Para tener derecho a examen ordinario y extraordinario cada estudiante debe cumplir con los porcentajes de asistencia que establece el Estatuto Escolar vigente. La calificación es en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 60.

El estudiantado que no tenga una sumatoria de 80 en los criterios de evaluación deberá presentar examen ordinario, aunque tenga calificación aprobatoria. Sin embargo, aunque obtengas un 60 o más en el curso debes de cumplir con los siguientes requisitos para exentar el examen ordinario:

- Obtener 80 o más de calificación en teoría, laboratorio, taller y tareas.
- Tener 80 % o más de asistencia a clases (teoría, laboratorio y taller).
- Asistir puntualmente a las sesiones de teoría y práctica (se tendrá una tolerancia de 10 minutos, no en cada sesión sólo en caso de emergencia).
- Participar activamente en cada sesión para tener derecho a entregar actividades, es decir, si no asisten no tendrá derecho a entregar posteriormente la actividad.
- Se deberá entregar al menos el 80% de reportes de taller y aprobar mínimamente 4 de 5 talleres.
- Se deberá entregar al menos el 80% de reportes de laboratorio y aprobar mínimamente 6 de 7 prácticas.
- Para tener derecho a exentar el ordinario tendrás que aprobar al menos con 60 dos de tres exámenes teóricos.
- Presentar el proyecto final y todos los exámenes parciales.

### Criterios de evaluación

|                            |             |
|----------------------------|-------------|
| - Evaluaciones parciales   | 30 %        |
| - Tareas                   | 5 %         |
| - Prácticas de taller      | 10 %        |
| - Prácticas de laboratorio | 40 %        |
| - Prácticas de campo       | 5           |
| - Proyecto final           | 10 %        |
| <b>Total</b>               | <b>100%</b> |

## XI. REFERENCIAS

### Recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

Abarca, A., Lira, G., & Bakit, J. (2025). Producción acuícola de ostra del Pacífico (*Crassostrea gigas*) en Chile: Una revisión. *Revista Latinoamericana de Investigación*

*Acuática*, 53(1), 39–55. [https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-560X2025000100039&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-560X2025000100039&script=sci_arttext)

Cook, P. A. (2025). Worldwide abalone production: An update. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research*, 59(1), 4–10. <https://doi.org/10.1080/00288330.2023.2261869>

Spencer, B. (2008). *Molluscan shellfish farming*. John Wiley & Sons. [clásica]

Sühnel, S., Lagreze-Squella, F. J., Corrêa, G. N., Araújo, J., de Souza, G., Ferreira, J. P. R., da Silva, F. C., de Miranda Gomes, C. H. A., & de Melo, C. M. R. (2024). Stocking density and diet of two oyster (*Crassostrea gasar* and *Crassostrea gigas*) seeds in fluidized bed bottle nursery system. *Fishes*, 9(5), Article 183. <https://doi.org/10.3390/fishes9050183>

Venier, P., Gerdol, M., Domeneghetti, S., Sharma, N., Pallavicini, A., & Rosani, U. (2019). Biotechnologies from marine bivalves. In *Biotechnologies from marine bivalves* (Chap. 6). Springer International Publishing. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-96776-9\\_6](https://doi.org/10.1007/978-3-319-96776-9_6) [clásica]

### Recursos de acceso libre o complementarios externos

Breese, W. P., & Malouf, R. E. (1975). *Hatchery manual for the Pacific oyster*. Oregon State University, Sea Grant College Program. [clásica]

Chávez-Villalba, J. (2014). Cultivo de ostión *Crassostrea gigas*: Análisis de 40 años de actividades en México. *Hidrobiológica*, 24(3), 175–190. [clásica]

Helm, M. M., Bourne, N., & Lovatelli, A. (2004). *Hatchery culture of bivalves: A practical manual* (FAO Fisheries Technical Paper No. 471). Food and Agriculture Organization of the United Nations. [clásica]

Kamermans, P., Blanco, A., Joaquim, S., Matias, D., Magnesen, T., Nicolas, J. L., & Robert, R. (2016). Recirculation nursery systems for bivalves. *Aquaculture International*, 24(3), 827–842.

Robledo, R., & Novoa, A. M. (2021). *Procedimientos para la instalación y operación de un cultivo experimental de ostra del Pacífico (Crassostrea gigas)*. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Oficina Regional para América Latina y el Caribe.

Tapia-Vázquez, O. M., García-Hirales, R., & Sáenz-Gaxiola, L. Z. (2013). *Sistemas de cultivo para la producción de ostión en Baja California, México*. Comité Estatal de Sanidad Acuícola e Inocuidad de Baja California.

## XII. PERFIL DOCENTE

Licenciatura en Acuicultura o área afín. Preferente contar con grado de Maestría o Doctorado en Acuicultura, Biotecnología Marina, Biotecnología en Acuicultura o área afín, con experiencia mínima de 2 años impartiendo docencia, participación en proyectos de divulgación científica o investigación interdisciplinaria y se recomienda contar con dominio funcional de inglés técnico básico, idealmente B1 o superior. Entre las cualidades deseables

se encuentran el pensamiento crítico, organización, ética, capacidad para motivar al estudiantado sin experiencia previa, apertura al diálogo y manejo de recursos didácticos innovadores, así como valores de paciencia, respeto, humildad, entusiasmo, tolerancia y estimular la creatividad y el trabajo colaborativo



**PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE**

**I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN**

|                                            |                                                                                                                                                               |
|--------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Unidad académica:</b>                   | Facultad de Ciencias Marinas, Ensenada                                                                                                                        |
| <b>Programa educativo:</b>                 | Licenciatura en Biotecnología en Acuicultura                                                                                                                  |
| <b>Plan de Estudios:</b>                   | 2026-2                                                                                                                                                        |
| <b>Nombre de la unidad de aprendizaje:</b> | Ingeniería de Proyectos Acuícolas                                                                                                                             |
| <b>Clave:</b>                              | 3185                                                                                                                                                          |
| <b>Distribución horaria:</b>               | Horas Clase: 01<br>Horas Taller: 02<br>Horas Laboratorio: 03<br>Horas Práctica de Campo: 00<br>Horas Clínicas: 00<br>Horas Extra-clase: 01<br><br>Créditos:07 |
| <b>Etapas de formación:</b>                | Disciplinaria                                                                                                                                                 |
| <b>Carácter:</b>                           | Obligatoria                                                                                                                                                   |
| <b>Requisito:</b>                          | Sistemas en Acuicultura                                                                                                                                       |
| <b>Modalidad de impartición:</b>           | Presencial                                                                                                                                                    |
| <b>Equipo de diseño:</b>                   | Salvador Villasuso Palomares<br>Conal David True<br>Ángel Raúl Herrera Gutiérrez<br>Juan Gabriel Correa Reyes                                                 |
| <b>Subdirección que aprueba el PUA:</b>    | Patricia Alvarado Graef                                                                                                                                       |
| <b>Fecha:</b>                              | 25 de febrero de 2025                                                                                                                                         |
| <b>Aprobación y registro:</b>              |                                                                                                                                                               |

## **II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE**

El propósito de la unidad de aprendizaje es aportar al estudiante la habilidad de traducir a unidades de medida, ubicación y escala real los cálculos y conceptos que sustentan el diseño de un sistema de producción acuícola a partir de la integración del conocimiento básico de ingeniería, entendimiento de las leyes de la física e hidráulica de fluidos, conocimiento de los sistemas de apoyo y soporte de vida para organismos acuáticos. Esta unidad de aprendizaje se ubica en la etapa disciplinaria, es de carácter obligatorio, tiene como requisito obligatorio haber cursado la unidad de aprendizaje de Sistemas en Acuicultura.

## **III. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE**

Diseñar sistemas de producción acuícola aplicando referentes teóricos de ingeniería y con la ayuda de software especializado con la finalidad de conceptualizar y dimensionar sistemas que permitan un equilibrio entre la sustentabilidad y las técnicas y tecnologías de producción animal, realizándose con honestidad, creatividad, pensamiento crítico y responsabilidad.

## **IV. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE**

Portafolio de evidencias de laboratorio, elabora memorias de cálculo y modelos de sistemas de producción acuícola en 3D. Las memorias de cálculo deberán estar en formato PDF y los modelos 3D en formato skp.

Proyecto final en el cual se presenta un diseño de una unidad de producción acuícola, que contenga memorias de cálculo y un modelo detallado de todas las partes del sistema en 3D.

## **V. COMPETENCIA PROFESIONAL DEL PERFIL DE EGRESO A LA QUE CONTRIBUYE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE**

Diseñar e implementar estrategias de manejo acuícola resilientes y sostenibles, mediante el análisis de riesgos ambientales, la adaptación de tecnologías apropiadas y la integración de enfoques socio-ecosistémicos, para mitigar los impactos del cambio climático y fortalecer la sostenibilidad en toda la cadena de valor acuícola, con responsabilidad ambiental y social, con pensamiento crítico, ética profesional y compromiso social.

## **VI. EJE TRANSVERSAL AL QUE CONTRIBUYE**

Compromiso con la Responsabilidad Social y Excelencia

## **VII. DESARROLLO POR UNIDADES**

### **Unidad I. Introducción a la ingeniería acuícola**

#### **Competencia**

Seleccionar los componentes bióticos y abióticos de un entorno que permita definir la ubicación y características de un proyecto acuícola conforme al entorno en el que se desarrollan, a través de la revisión de ejemplos particulares de producción y/o transformación de productos para contrastar con el contexto social, político y económico actual con respeto, objetividad y responsabilidad con el medio ambiente.

#### **Contenido**

- 1.1. Definición de ingeniería
- 1.2. La ingeniería en el contexto acuícola
- 1.3. Ingeniería en función de especies o especies en función de ella
- 1.4. Consideraciones en el diseño de un sistema de producción: especie-sistema-operador
- 1.5. ¿Cómo comenzar a diseñar?
- 1.6. Consideraciones para la selección de sitios y fuentes de agua.

#### **Duración**

2 horas

### **Unidad II. Diseño de tanques de cultivo**

#### **Competencia**

Diseñar tanques de cultivo acuícola a partir de los principios de hidráulica y mecánica de fluidos, mediante el cálculo del volumen útil, la relación diámetro-altura, y el dimensionamiento de entradas, salidas y sistemas de remoción de sólidos, para optimizar las condiciones de patrones de flujo, oxigenación y manejo de desechos, actuando con precisión técnica, creatividad y compromiso con la eficiencia y sostenibilidad de los sistemas productivos.

#### **Contenido**

- 2.1. Diferencia entre tanques y estanques
- 2.2. Tipos de tanques de cultivo
- 2.3. Patrones de flujo
- 2.4. Dimensionamiento de los tanques de cultivo: relación diámetro altura
- 2.5. Diseño de entradas de agua
- 2.6. Diseño de salidas de agua: drenajes y tubos de nivel
- 2.7. ¿Hacia dónde van los sólidos?
- 2.8. Consideraciones para la remoción de sólidos
- 2.9. ¿Dónde va un removedor de sólidos?

#### **Duración**

5 horas



## Unidad III. Diseño de un sistema de producción de flujo abierto

### Competencia

Integrar los elementos estructurales y funcionales de un sistema acuícola de flujo abierto mediante la aplicación de balances de materia y energía, considerando el oxígeno disuelto, el nitrógeno amoniacal total y la biomasa, para establecer parámetros de cultivo adecuados y garantizar la estabilidad ambiental del sistema, con pensamiento analítico, responsabilidad científica y enfoque hacia la sustentabilidad productiva.

### Contenido

- 3.1. Características de un sistema de flujo abierto
- 3.2. Consideraciones generales de diseño
  - 3.1.1. Densidades de cultivo
  - 3.1.2. Biomasa
  - 3.1.3. Cantidad de alimento por día
- 3.2. Balance de materia: oxígeno disuelto
  - 3.2.1. Consumo de oxígeno: organismos, bacterias autótrofas y heterótrofas
  - 3.2.2. Selección de la concentración de oxígeno disuelto en un cultivo acuícola
  - 3.2.3. Solubilidad de los gases: efectos de la altura y la temperatura en la concentración de oxígeno disuelto
- 3.3. Balance de materia nitrógeno amoniacal total (NAT)
  - 3.3.1. Cálculo de la producción de NAT en un cultivo acuícola
  - 3.3.2. Selección de la concentración de NAT en un cultivo acuícola
- 3.4. Diseño de un sistema de producción: integración del conocimiento adquirido

### Duración

5 horas

## Unidad IV. Diseño de un sistema de producción de flujo cerrado

### Competencia

Diseñar sistemas de recirculación acuícola (SRA) con base en el cálculo de una meta de producción, que considere la selección, dimensionamiento y ubicación estratégica de los componentes que integran sus operaciones unitarias (biofiltración, aireación, remoción de sólidos, control de  $\text{CO}_2$  y balances de materia), con el propósito de optimizar el aprovechamiento del agua, mantener la calidad del medio de cultivo y sus interrelaciones medioambientales, con rigor técnico, innovación, ética profesional y compromiso con la sustentabilidad.

### Contenido

- 4.1. Características de un sistema de recirculación acuícola (SRA)
  - 4.1.1. Operaciones unitarias de un SRA
  - 4.1.2. Componentes que integran un SRA
  - 4.1.3. Biofiltros
  - 4.1.4. Retos operacionales de los SRA

- 4.2. Consideraciones generales de diseño
  - 4.2.1. Densidades de cultivo
  - 4.2.2. Biomasa
  - 4.2.3. Cantidad de alimento por día
  - 4.2.4. Ubicación de los componentes que integran un SRA
- 4.3. Balances de materia para un SRA
  - 4.3.1. Oxígeno disuelto
  - 4.3.2. NAT
  - 4.3.3. Sólidos
  - 4.3.4. Dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>)
- 4.4. Diseño de un SRA: integración del conocimiento adquirido

***Duración***

4 horas

## **VIII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER**

### **Unidad II. Diseño de tanques de cultivo**

#### **Práctica 1: Diseño de entradas de agua**

***Duración***

03 horas

***Procedimiento***

1. Atiende las instrucciones del docente.
2. Forma grupos de trabajo.
3. Establece las condiciones de diseño
4. Realiza un resumen de las condiciones de diseño en inglés
5. Calcula el diámetro de la tubería del manifold
6. Calcula el diámetro de las de boquillas del manifold y su ubicación
7. Establece la ubicación y orientación del manifold dentro de un tanque de cultivo.
8. Prepara un reporte.
9. Entrega reporte y recibe retroalimentación del docente

***Recursos de apoyo***

- Internet
- Celular, laptop o Tablet
- Calculadora
- Papel y pluma-lápiz para realizar los cálculos

#### **Práctica 2: Diseño de tanques de cultivo**

***Duración***

03 horas

### **Procedimiento**

1. Recibe las instrucciones proporcionadas por el docente.
2. Atiende las instrucciones del docente.
3. Forma grupos de trabajo.
4. Establece las condiciones de diseño
5. Realiza un resumen de las condiciones de diseño en inglés
6. Calcula el diámetro de la tubería del drenaje
7. Establece la ubicación y orientación del drenaje respecto al tanque de cultivo
8. Prepara un reporte.
9. Entrega reporte y recibe retroalimentación del docente.

### **Recursos de apoyo**

- Internet
- Celular, laptop o Tablet
- Calculadora
- Papel y pluma-lápiz para realizar los cálculos

## **Unidad III. Diseño de un sistema de producción de flujo abierto**

### **Práctica 3: Balance de materia – flujo abierto**

#### **Duración**

4 horas

#### **Procedimiento**

1. Recibe las instrucciones proporcionadas por el docente.
2. Atiende las instrucciones del docente.
3. Forma grupos de trabajo.
4. Establece las condiciones de diseño
5. Realiza un resumen de las condiciones de diseño en inglés
6. Realiza el balance de materia del nitrógeno amoniacal total (NAT)
7. Realiza el balance de materia del oxígeno disuelto (OD)
8. Determina el flujo necesario para mantener las condiciones de diseño
9. Recibe retroalimentación del docente.
10. Prepara un reporte.
11. Entrega reporte y recibe retroalimentación docente.

#### **Recursos de apoyo**

- Internet
- Celular, laptop o Tablet
- Calculadora
- Papel y pluma-lápiz para realizar los cálculos

## Práctica 4: Diseño de un sistema de producción de flujo abierto

### **Duración**

8 horas

### **Procedimiento**

1. Recibe las instrucciones proporcionadas por el docente.
2. Atiende las instrucciones del docente.
3. Forma grupos de trabajo.
4. Establece las condiciones de diseño
5. Realiza un resumen de las condiciones de diseño en inglés
6. Realiza el balance de materia del nitrógeno amoniacal total (NAT)
7. Realiza el balance de materia del oxígeno disuelto (OD)
8. Determina el flujo necesario para mantener las condiciones de diseño
9. Calcula el diámetro de la tubería del manifold
10. Calcula el diámetro de las de boquillas del manifold y su ubicación
11. Establece la ubicación y orientación del manifold dentro de un tanque de cultivo.
12. Calcula el diámetro de la tubería del drenaje
13. Establece la ubicación y orientación del drenaje respecto al tanque de cultivo
14. Determina el tipo de removedor de sólidos para mantener las condiciones de diseño
15. Establece la ubicación del removedor de sólidos respecto al tanque de cultivo
16. Recibe retroalimentación del docente.
17. Prepara un reporte
18. Entrega reporte y recibe retroalimentación docente.

### **Recursos de apoyo**

- Internet
- Celular, laptop o Tablet
- Calculadora
- Papel y pluma-lápiz para realizar los cálculos

## Unidad III: Diseño de un sistema de producción de flujo cerrado

### Práctica 5: Balance de materia de un SRA

### **Duración**

6 horas

### **Procedimiento**

1. Recibe las instrucciones proporcionadas por el docente.
2. Atiende las instrucciones del docente.
3. Forma grupos de trabajo.
4. Establece las condiciones de diseño
5. Realiza un resumen de las condiciones de diseño en inglés
6. Realiza el balance de materia del nitrógeno amoniacal total (NAT)

7. Realiza el balance de materia del oxígeno disuelto (OD)
8. Realiza el balance de materia de sólidos
9. Realiza el balance de materia del dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>)
10. Determina el flujo necesario para mantener las condiciones de diseño
11. Recibe retroalimentación del docente.
12. Prepara y entrega reporte para recibir retroalimentación docente.

### **Recursos de apoyo**

- Internet
- Celular, laptop o Tablet
- Calculadora
- Papel y pluma-lápiz para realizar los cálculos

## **Práctica 6: Diseño de un sistema de recirculación acuícola**

### **Duración**

8 horas

### **Procedimiento**

1. Atiende las instrucciones del docente.
2. Forma grupos de trabajo.
3. Establece las condiciones de diseño
4. Realiza un resumen de las condiciones de diseño en inglés
5. Realiza el balance de materia del nitrógeno amoniacal total (NAT)
6. Realiza el balance de materia del oxígeno disuelto (OD)
7. Realiza el balance de materia de sólidos
8. Realiza el balance de materia del dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>)
9. Determina el flujo necesario para mantener las condiciones de diseño
10. Calcula el diámetro de la tubería del manifold
11. Calcula el diámetro de las de boquillas del manifold y su ubicación
12. Establece la ubicación y orientación del manifold dentro de un tanque de cultivo.
13. Calcula el diámetro de la tubería del drenaje}
14. Establece la ubicación y orientación del drenaje respecto al tanque de cultivo
15. Determina el tipo de removedor de sólidos para mantener las condiciones de diseño
16. Establece la ubicación del biofiltro en el sistema
17. Establece la ubicación del removedor de sólidos en el sistema
18. Establece la ubicación de la bomba en el sistema
19. Establece la ubicación de la zona de desgasificación en el sistema
20. Recibe retroalimentación del docente.
21. Prepara y entrega reporte y recibe retroalimentación docente.

### **Recursos de apoyo**

- Internet
- Celular, laptop o Tablet

- Calculadora
- Papel y pluma-lápiz para realizar los cálculos

## VIII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO

### Unidad I: Introducción a la ingeniería acuícola

#### Práctica 1: Herramientas básicas del software de modelaje en 3D

##### ***Duración***

03 horas

##### ***Procedimiento***

1. Recibe las instrucciones proporcionadas por el docente.
2. Atiende las instrucciones del docente.
3. Accede con tu cuenta oficial de la UABC al software software de modelaje 3D
4. Identifica y registra 10 comandos de la interfaz en inglés con su función.
5. Explora las herramientas básicas del software presentadas por el docente
6. Prepara y entrega un reporte de laboratorio para recibir retroalimentación del docente.

##### ***Recursos de apoyo***

- Software de modelaje 3D
- Laptop, PC o tablet
- Mouse-ratón

#### Práctica 2: Dimensionamiento de figuras

##### ***Duración***

3 horas

##### ***Procedimiento***

1. Recibe las instrucciones proporcionadas por el docente.
2. Atiende las instrucciones del docente.
3. Accede con tu cuenta oficial de la UABC al software de modelaje 3D
4. Identifica y registra 10 comandos de la interfaz en inglés con su función.
5. Explora la herramienta “rectángulo”
6. Explora la herramienta “herramienta”
7. Explora la herramienta “acotación”
8. Explora la herramienta “medir”
9. Explora la herramienta “acotación”
10. Explora la herramienta “medir”
11. Explora la herramienta “escala”
12. Prepara y entrega reporte de laboratorio para recibir retroalimentación docente.

### **Recursos de apoyo**

- Software de modelaje 3D
- Laptop, PC or tablet
- Mouse-ratón

### **Práctica 3: Digitalización de áreas**

#### **Duración**

9 horas

#### **Procedimiento**

1. Atiende las instrucciones del docente.
2. Forma grupos de trabajo.
3. Registra las dimensiones y las características de la plaza de la Facultad seleccionada por el docente.
4. Accede con tu cuenta oficial de la UABC al software de modelaje 3D
5. Identifica y registra 10 comandos de la interfaz en inglés con su función.
6. Determina la orientación de la figura
7. Réplica en 2 dimensiones las medidas base de la plaza en el software de modelaje 3D.
8. Da volumen a las figuras trazadas en 2 dimensiones.
9. Agrega los detalles característicos de la plaza
10. Entrega reporte de laboratorio y recibe retroalimentación del docente.

### **Recursos de apoyo**

- Cinta métrica
- Cámara fotográfica
- Libreta y lápiz-pluma para capturar información
- Software de modelaje 3D
- Laptop, PC o tablet
- Mouse-ratón

## **Unidad II: Diseño de tanques cultivo**

### **Práctica 4: Tuberías de entrada y salida**

#### **Duración**

9 horas

#### **Procedimiento**

1. Atiende las instrucciones del docente.
2. Establece las condiciones de diseño.
3. Calcula el diámetro de la tubería del manifold
4. Calcula el diámetro de las de boquillas del manifold y su ubicación
5. Establece la ubicación y orientación del manifold dentro de un tanque de cultivo.
6. Calcula el diámetro de la tubería del drenaje

7. Establece la ubicación y orientación del drenaje respecto al tanque de cultivo
8. Accede con tu cuenta oficial de la UABC al software de modelaje 3D.
9. Identifica y registra 10 comandos de la interfaz en inglés con su función.
10. Traduce los cálculos realizados a un modelo 3D.
11. Entrega reporte de laboratorio y recibe retroalimentación docente.

### **Recursos de apoyo**

- Software de modelaje 3D
- Laptop, PC o tablet
- Mouse-ratón
- Calculadora
- Libreta y lápiz-pluma para capturar información

## **Unidad III: Diseño de un sistema de producción de flujo abierto**

### **Práctica 5: Diseño de un sistema de producción de flujo abierto**

#### **Duración**

12 horas

#### **Procedimiento**

1. Atiende las instrucciones del docente.
2. Forma grupos de trabajo.
3. Establece las condiciones de diseño
4. Realiza el balance de materia del nitrógeno amoniacal total (NAT)
5. Realiza el balance de materia del oxígeno disuelto (OD)
6. Determina el flujo necesario para mantener las condiciones de diseño
7. Calcula el diámetro de la tubería del manifold
8. Calcula el diámetro de las de boquillas del manifold y su ubicación
9. Establece la ubicación y orientación del manifold dentro de un tanque de cultivo.
10. Calcula el diámetro de la tubería del drenaje
11. Establece la ubicación y orientación del drenaje respecto al tanque de cultivo
12. Determina el tipo de removedor de sólidos para mantener las condiciones de diseño
13. Establece la ubicación del removedor de sólidos respecto al tanque de cultivo.
14. Accede con tu cuenta oficial de la UABC al software de modelaje 3D.
15. Traduce los cálculos realizados a un modelo 3D.
16. Etiquetar en inglés al menos 5 componentes principales del sistema diseñado
17. Entrega un reporte de laboratorio y recibe retroalimentación docente.

### **Recursos de apoyo**

- Software de modelaje 3D
- Laptop, PC o tablet
- Mouse-ratón
- Calculadora
- Libreta y lápiz-pluma para capturar información



## Unidad VI: Diseño de un sistema de producción de flujo cerrado

### Práctica 6: Diseño de un sistema de recirculación acuícola

#### **Duración**

12 horas

#### **Procedimiento**

1. Atiende las instrucciones del docente.
2. Forma grupos de trabajo.
3. Establece las condiciones de diseño
4. Realiza el balance de materia del nitrógeno amoniacal total (NAT)
5. Realiza el balance de materia del oxígeno disuelto (OD)
6. Realiza el balance de materia de sólidos
7. Realiza el balance de materia del dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ )
8. Determina el flujo necesario para mantener las condiciones de diseño
9. Calcula el diámetro de la tubería del manifold
10. Calcula el diámetro de las de boquillas del manifold y su ubicación
11. Establece la ubicación y orientación del manifold dentro de un tanque de cultivo.
12. Calcula el diámetro de la tubería del drenaje
13. Establece la ubicación y orientación del drenaje respecto al tanque de cultivo
14. Determina el tipo de removedor de sólidos para mantener las condiciones de diseño
15. Establece la ubicación del biofiltro en el sistema
16. Establece la ubicación del removedor de sólidos en el sistema
17. Establece la ubicación de la bomba en el sistema
18. Establece la ubicación de la zona de desgasificación en el sistema
19. Accede con tu cuenta oficial de la UABC al software de modelaje 3D.
20. Traduce los cálculos realizados a un modelo 3D.
21. Etiquetar en inglés al menos 5 componentes principales del sistema diseñado
22. Entrega un reporte de laboratorio y recibe retroalimentación docente.

#### **Recursos de apoyo**

- Software de modelaje 3D
- Laptop, PC o tablet
- Mouse-ratón
- Calculadora
- Libreta y lápiz-pluma para capturar información

## VIII. MÉTODO DE TRABAJO

### Encuadre

El primer día de clase, cada persona docente debe establecer de forma clara y formal:

- La metodología de trabajo

- Criterios de evaluación y rúbricas
- Reglas sobre la calidad y entrega de trabajos académicos
- Derechos y obligaciones del docente y los estudiantes

Esto debe quedar registrado y comunicado por medios institucionales (como Blackboard o correo institucional).

### **Estrategia de enseñanza**

- Método de proyectos
- Aprendizaje basado en problemas
- Debates
- Discusión guiada
- Instrucción guiada

### **Estrategia de aprendizaje**

- Investigación documental
- Investigación empírica
- Exposición de resoluciones de casos prácticos
- Trabajo colaborativo
- Técnica expositiva

## **X. CRITERIOS DE EVALUACIÓN**

### **Criterios de acreditación**

Para tener derecho a examen ordinario y extraordinario, cada estudiante debe cumplir con los porcentajes de asistencia que establece el Estatuto Escolar vigente. La calificación es en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 60.

El estudiantado que no tenga una sumatoria de 80 en los criterios de evaluación deberá presentar examen ordinario, aunque tenga calificación aprobatoria. Sin embargo, aunque obtengas un 60 o más en el curso debes de cumplir con los siguientes requisitos para exentar el examen ordinario:

Obtener 80 o más de calificación en teoría, laboratorio, taller y tareas.

Tener 80% o más de asistencia a clases (teoría, laboratorio y taller).

Asistir puntualmente a las sesiones de teoría y práctica (se tendrá una tolerancia de 10 minutos, no en cada sesión sólo en caso de emergencia).

Participar activamente en cada sesión para tener derecho a entregar actividades, es decir, si no asisten no tendrá derecho a entregar posteriormente la actividad.

Se deberá entregar al menos el 80% de reportes de taller y aprobar mínimamente 5 de 6 talleres.

Se deberá entregar al menos el 80% de reportes de laboratorio y aprobar mínimamente 5 de 6 prácticas.

Para tener derecho a exentar el ordinario tendrás que aprobar al menos con 60 dos de tres exámenes teóricos.

Presentar el proyecto final y todos los exámenes parciales.

### Criterios de evaluación

|                                           |      |
|-------------------------------------------|------|
| - Evaluaciones parciales                  | 30%  |
| - Tareas y talleres                       | 20%  |
| - Portafolio de evidencias de laboratorio | 30%  |
| - Diseño de unidad de producción acuícola | 20%  |
| Total                                     | 100% |

## XI. REFERENCIAS

### Recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

Creed, R. (2018). *Aquaculture: Production engineering*. Syrawood Publishing House. [clásica]

Huguenin, J. E., & Colt, J. (1989). *Design and operating guide for aquaculture seawater systems* (Developments in Aquaculture and Fisheries Science, Vol. 20). Elsevier. [clásica]

Lekang, O. I. (2020). *Aquaculture engineering* (2nd ed.). Wiley-Blackwell.

Ross, L. G., Telfer, T. C., Falconer, L., Soto, D., & Aguilar-Manjarrez, J. (2013). *Site selection and carrying capacities for inland and coastal aquaculture: Expert workshop, 6–8 December 2010, Stirling, United Kingdom*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. [clásica]

Timmons, M. B., Ebeling, J. M., Wheaton, F. W., Summerfelt, S. T., & Vinci, B. J. (2002). *Recirculating aquaculture systems*. Cayuga Aqua Ventures. [clásica]

### Recursos de acceso libre o complementarios externos

De Jesus Gregersen, K. J., Olsson, P., Pellicer-Nàcher, C., & Pedersen, P. B. (2024). Effect of drum filter mesh size on RAS water quality. *Aquacultural Engineering*, 109, 102508. <https://doi.org/10.1016/j.aquaeng.2024.102508>

- Halim, M. A., Aziz, D., Arshad, A., Wong, N. L. W. S., Nabi, M., Islam, M. A., & Syukri, F. (2025). A systematic analysis of recirculating aquaculture systems (RAS) and biofloc technology (BFT) for white leg shrimp (*Litopenaeus vannamei*) in the indoor farming system. *Aquacultural Engineering*, 110, 102544. <https://doi.org/10.1016/j.aquaeng.2025.102544>
- Losordo, T. M., Masser, M., & Rakocy, J. (1992). *Recirculating aquaculture tank production systems: An overview of critical considerations* (SRAC Publication No. 451). Southern Regional Aquaculture Center. [clásica]
- Masser, M., Rakocy, J., & Losordo, T. M. (1998). *Recirculating aquaculture tank production systems: Management of recirculating systems* (SRAC Publication No. 452). Southern Regional Aquaculture Center. [clásica]
- Rico-Villa, B., Woerther, P., Mingant, C., Lepiver, D., Pouvreau, S., Hamon, M., & Robert, R. (2008). A flow-through rearing system for ecophysiological studies of Pacific oyster *Crassostrea gigas* larvae. *Aquaculture*, 282(1–4), 54–60. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2008.06.016> [clásica]
- SketchUp Online. (2025). *SketchUp online* [Software]. Trimble Inc. <https://app.sketchup.com/app>
- SketchUp Online. (2025). *SketchUp online*. Trimble Inc. <https://app.sketchup.com/app>

## XII. PERFIL DOCENTE

La persona responsable de impartir esta unidad de aprendizaje debe contar con grado de Licenciatura, Maestría o Doctorado en Biotecnología en acuicultura, Oceanología o área afín, con experiencia mínima de 2 años impartiendo docencia, participación en proyectos de divulgación científica o investigación interdisciplinaria y se recomienda contar con dominio funcional de inglés técnico básico, idealmente B1 o superior. Entre las cualidades deseables se encuentran el pensamiento crítico, organización, ética, creativa, responsable y con la capacidad de motivar a estudiantes sin experiencia previa, apertura al diálogo y manejo de recursos didácticos innovadores, así como valores de paciencia, respeto, humildad, entusiasmo, tolerancia y estimular la creatividad y el trabajo colaborativo.



**PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE**

**I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN**

|                                            |                                                                                                                                                               |
|--------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Unidad académica:</b>                   | Facultad de Ciencias Marinas, Ensenada.                                                                                                                       |
| <b>Programa educativo:</b>                 | Biotecnología en Acuicultura                                                                                                                                  |
| <b>Plan de Estudios:</b>                   | 2026-2                                                                                                                                                        |
| <b>Nombre de la unidad de aprendizaje:</b> | Patología y Diagnóstico Acuícola                                                                                                                              |
| <b>Clave:</b>                              |                                                                                                                                                               |
| <b>Distribución horaria:</b>               | Horas Clase: 02<br>Horas Taller: 00<br>Horas Laboratorio: 03<br>Horas Práctica de Campo: 00<br>Horas Clínicas: 00<br>Horas Extra-clase: 02<br><br>Créditos:07 |
| <b>Etapas de formación:</b>                | Disciplinaria                                                                                                                                                 |
| <b>Carácter:</b>                           | Obligatoria                                                                                                                                                   |
| <b>Requisito:</b>                          | Microbiología                                                                                                                                                 |
| <b>Modalidad de impartición:</b>           | Presencial                                                                                                                                                    |
| <b>Equipo de diseño:</b>                   | Oscar Basilio Del Rio Zaragoza<br>Sheila Castellanos Martínez<br>Dora Alejandra Trejo Ramos<br>Ananda Aracely Navarro Barrera                                 |
| <b>Subdirección que aprueba el PUA:</b>    | Patricia Alvarado Graef                                                                                                                                       |
| <b>Fecha:</b>                              | 25 de febrero de 2026                                                                                                                                         |
| <b>Aprobación y registro:</b>              |                                                                                                                                                               |

## **II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE**

La Patología y Diagnóstico Acuícola es esencial para identificar y controlar enfermedades en organismos acuáticos. Como base del manejo sanitario, permite identificar agentes etiológicos e implementar tratamientos y estrategias preventivas, siendo fundamental para la productividad y sostenibilidad de la acuicultura. Esta unidad de aprendizaje, tiene como objetivo que el estudiantado identifique el agente etiológico y evalúe los efectos que se presentan en los organismos acuáticos. Además, que conozca y aplique técnicas diagnósticas para diseñar estrategias de control y manejo de enfermedades. Esta unidad de aprendizaje es de carácter obligatorio, pertenece a la línea terminal de Salud Integral Acuícola, se ubica en la etapa disciplinaria, tiene como requisito obligatorio haber cursado la unidad de aprendizaje de Microbiología.

## **III. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE**

Evaluar los efectos patológicos de las enfermedades y otras alteraciones que se presentan en los organismos enfermos mediante la aplicación de técnicas diagnósticas para diseñar estrategias de control y manejo de enfermedades en organismos acuáticos con una actitud analítica, responsable y crítica.

## **IV. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE**

### **Proyecto integrador de diagnóstico clínico y análisis de muestra problema**

Integra, en equipo, un informe técnico, un seminario académico y los reportes de prácticas de laboratorio a partir del análisis de un caso clínico y una muestra problema, aplicando herramientas metodológicas para la emisión de un diagnóstico, la interpretación de alteraciones funcionales y estructurales en organismos enfermos, y la formulación de recomendaciones de prevención y control.

La evidencia deberá incluir ficha diagnóstica en idioma inglés, informe técnico, presentación de seminario y reportes de laboratorio con estructura académica completa, así como su entrega mediante plataformas institucionales como Blackboard.

## **V. COMPETENCIA PROFESIONAL DEL PERFIL DE EGRESO A LA QUE CONTRIBUYE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE**

Prevenir, controlar y manejar enfermedades en organismos acuáticos por medio del conocimiento de la biología y ecología de patógenos, métodos de diagnóstico, medidas sanitarias y de bioseguridad de las principales enfermedades que afectan a los organismos de importancia comercial en los sistemas acuícolas para garantizar la salud de los organismos y reducir impactos sanitarios y ambientales, con pro-actividad, responsabilidad e integridad.

## **VI. EJE TRANSVERSAL AL QUE CONTRIBUYE**

Equidad Social y de Género, Excelencia y Compromiso con la Responsabilidad Social.

## **VII. DESARROLLO POR UNIDADES**

### **Unidad I. Fundamentos de la Patología Acuícola**

#### **Competencia**

Analizar los fundamentos de la patología, así como los retos a los que se enfrenta la acuicultura internacional por medio del estudio de casos reales de eventos de mortalidad en la industria acuícola para identificar las causas más comunes de las enfermedades en la acuicultura con una conciencia crítica y responsable.

#### **Contenido**

- 1.1. Definición de patología, su objetivo y ciencias en las que se apoya
- 1.2. Historia de la patología acuícola
- 1.3. Terminología relacionada con la Patología
- 1.4. Enfermedades comunes en la producción acuícola

#### **Duración**

4 horas

### **Unidad II. Alteraciones, lesión y muerte celular**

#### **Competencia**

Examinar los mecanismos de lesión, adaptación y muerte celular con las manifestaciones macroscópicas en organismos acuáticos, aplicando los criterios de diagnóstico fundamentales para la interpretación de cuadros clínicos con rigor analítico.

#### **Contenido**

- 2.1. Anomalías congénitas
  - 2.1.1. Agenesia, aplasia, atresia e hipoplasia
- 2.2. Respuestas de adaptación celular
  - 2.2.1. Atrofia, hipertrofia, hiperplasia, metaplasia
- 2.3. Acumulaciones, depósitos e inclusiones
- 2.4. Trastornos del crecimiento celular
  - 2.4.1. Displasia y Neoplasia
- 2.5. Lesión y muerte celular

#### **Duración**

4 horas

## **Unidad III. Fisiopatología**

### **Competencia**

Analizar las alteraciones fisiopatológicas asociadas a las enfermedades acuícolas más relevantes, a través de la relación entre los signos clínicos, las lesiones macro y microscópicas originadas por la interacción parásito-hospedero, con una actitud analítica y responsable.

### **Contenido**

- 3.1. Respuesta inflamatoria
  - 3.1.1. Aguda y crónica
- 3.2. Patología sistémica acuícola
  - 3.2.1. Patologías del Tegumento
  - 3.2.2. Alteraciones del Sistema músculo esquelético
  - 3.2.3. Patologías del Sistema respiratorio
  - 3.2.4. Patologías del Sistema circulatorio
  - 3.2.5. Patologías del Sistema digestivo
  - 3.2.6. Patologías del Sistema excretor
  - 3.2.7. Patologías del Sistema reproductor
  - 3.2.8. Patologías del Sistema nervioso

### **Duración**

10 horas

## **Unidad IV. Dinámica de las enfermedades**

### **Competencia**

Evaluar los factores que favorecen las parasitosis de los organismos acuáticos, por medio de estudios de casos para establecer programas de vigilancia epidemiológica con una cultura de trabajo en equipo y respeto por el ambiente.

### **Contenido**

- 4.1. Variación espacio-temporal
- 4.2. Triada y tetra de la enfermedad
- 4.3. Vigilancia epidemiológica

### **Duración**

4 horas

## **Unidad V. Técnicas de diagnóstico**

### **Competencia**

Distinguir las técnicas de diagnóstico reconocidas por la Organización Mundial de Sanidad Animal (OMSA) para la detección de enfermedades de notificación obligatoria por medio de la explicación de los protocolos de referencia internacional para su aplicación en la acuicultura con una actitud responsable y crítica.



## **Contenido**

- 5.1. Ética en el manejo de animales para toma de muestra
- 5.2. Necropsia
  - 5.2.1. Análisis externo
  - 5.2.2. Análisis interno
- 5.3. Montajes en fresco
- 5.4. Toma, envío y conservación de muestras
- 5.5. Bacteriología
  - 5.5.1. Medios de cultivo
  - 5.5.2. Técnicas de identificación
- 5.6. Histopatología
  - 5.6.1. Técnica histológica
  - 5.6.2. Histoquímica
- 5.7. Técnicas de diagnóstico complementario: Patología clínica
- 5.8. Técnicas de diagnóstico complementario: Patología molecular
- 5.9. Técnicas de diagnóstico complementario: Microscopía electrónica

## **Duración**

10 horas

## **VIII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO**

### **Unidad IV: Dinámica de las enfermedades**

#### **Práctica 1: Investigación de enfermedades comunes**

## **Duración**

3 horas

## **Procedimiento**

1. Recibe instrucciones por parte del docente para la realización de la práctica.
2. Investiga enfermedades comunes de peces, moluscos y crustáceos.
3. Elabora un cuadro comparativo de agentes, órganos diana y alteraciones.
4. Recibe retroalimentación por parte del docente.

## **Recursos de apoyo**

- Recursos bibliográficos.
- Recursos audiovisuales.
- Bitácora de laboratorio.
- Formatos de evaluación clínica del Manual del laboratorio.

## Unidad V. Técnicas de diagnóstico

### Práctica 2: Planificación de materiales y reactivos necesarios

#### **Duración**

6 horas

#### **Procedimiento**

1. Recibe instrucciones por parte del docente para la realización de la práctica.
2. Calcula el material y reactivos necesarios para realizar las técnicas diagnósticas.
3. Lava, empaca y rotula el material a utilizar.
4. Prepara los medios de cultivo.
5. Esteriliza materiales y medios de cultivo.
6. Elaborar su bitácora de muestreo.
7. Recibe retroalimentación por parte del docente.

#### **Recursos de apoyo**

- Material de laboratorio.
- Reactivos y medios de cultivo.
- Bitácora de laboratorio.
- Equipo de laboratorio.

### Práctica 3: Toma de muestras

#### **Duración**

9 horas

#### **Procedimiento**

1. Recibe instrucciones por parte del docente para la realización de la práctica.
2. Obtiene un organismo vivo para su análisis (peces, moluscos o crustáceos).
3. Anestesia al organismo para la toma de muestras: hematología.
4. Aplica el método de eutanasia de acuerdo a la bioética para el manejo del organismo.
5. Realiza el análisis externo e interno del organismo.
6. En condiciones asépticas, toma las muestras para análisis bacteriológico.
7. Toma las muestras para histología y las coloca en un fijador.
8. Toma muestra de frotis de tejido para la observación de parásitos en fresco.
9. Registra en la bitácora y toma evidencias de los hallazgos obtenidos.
10. Recibe retroalimentación por parte del docente.

#### **Recursos de apoyo**

- Ejemplares de diferentes especies de organismos de cultivo.
- Equipo de disección.
- Cassettes histológicos.
- Microscopio estereoscópico y compuesto.
- Portaobjetos y cubreobjetos.

- Material y reactivos para hematología.
- Material y medios de cultivos preparados en la práctica anterior.
- Reactivos para histología preparados por el almacén.
- Material de seguridad de laboratorio.
- Formatos de evaluación clínica del Manual del laboratorio.

## **Práctica 4: Análisis hematológico**

### ***Duración***

6 horas

### ***Procedimiento***

1. Continúa con el proceso iniciado en la práctica anterior.
2. Recibe instrucciones por parte del docente para la realización de la práctica.
3. Tiñe los frotis obtenidos de sangre o hemolinfa con el protocolo que indique el profesor.
4. Realiza el montaje de los frotis celulares teñidos.
5. Observa en microscopio compuesto.
6. Registra en la bitácora y toma evidencias de los hallazgos obtenidos.
7. Recibe retroalimentación por parte del docente.

### ***Recursos de apoyo***

- Muestras hematológicas.
- Kit de tinción.
- Recursos bibliográficos y audiovisuales.
- Material de seguridad para el laboratorio.
- Kit básico de disección.
- Microscopio compuesto y aceite de inmersión.
- Bitácora de laboratorio.

## **Práctica 5: Análisis bacteriológico**

### ***Duración***

6 horas

### ***Procedimiento***

1. Continúa con el proceso iniciado en la práctica 3.
2. Colocar las cajas petri con la muestra en la incubadora a 25° C.
3. Revisar el crecimiento bacteriano en placas de petri a las 24 h posterior a la siembra.
4. Cuantificar el crecimiento bacteriano a las 24 horas de incubación.
5. Seleccionar y tomar muestra de una colonia seleccionada.
6. Tiñe con el protocolo de la tinción de Gram.
7. Realiza el montaje de las preparaciones.
8. Observa en microscopio compuesto.
9. Registra en la bitácora y toma evidencias de los hallazgos obtenidos.
10. Recibe retroalimentación por parte del docente.

### **Recursos de apoyo**

- Cultivos bacterianos de las muestras tomadas en la práctica 3.
- Kit de tinción Gram.
- Microscopio compuesto.
- Portaobjetos y cubreobjetos.
- Material de seguridad de laboratorio.
- Incubadora y contador de colonias.
- Bitácora de laboratorio.
- Medio de montaje.

### **Práctica 6: Procesamiento histológico**

#### **Duración**

9 horas

#### **Procedimiento**

1. Continúa con el proceso iniciado en la práctica 3.
2. Recibe instrucciones por parte del docente para la realización de la práctica.
3. Cambia la muestra fijada a alcohol al 70 % a las 24 h post fijación.
4. Coloca las muestras en el procesador de tejidos para deshidratarlas.
5. Incluye la muestra procesada en parafina para obtener un bloque.
6. Observa el procedimiento para realizar los cortes histológicos en microtomo rotatorio.
7. Retira y extiende el corte en el baño de flotación.
8. Inicia el proceso de desparafinación en una estufa.
9. Realiza el proceso de desparafinación y tinción de la muestra con la técnica indicada por el docente.
10. Realiza el montaje permanente de la muestra con el medio de montaje.
11. Observa en microscopio compuesto la calidad de la tinción y montaje.
12. Registra en la bitácora y toma evidencias de los hallazgos obtenidos.
13. Recibe retroalimentación por parte del docente.

### **Recursos de apoyo**

- Muestras de tejido fijadas y preservadas en alcohol al 70 %
- Equipos histológicos.
- Microscopio compuesto.
- Reactivos y material para histología.
- Tren y kit de tinción.
- Portaobjetos y cubreobjetos.
- Medio de montaje.
- Bitácora de laboratorio.
- Material de seguridad de laboratorio.

## Práctica 7: Análisis histopatológico

### **Duración**

9 horas

### **Procedimiento**

1. Continúa con el proceso iniciado en la práctica 3.
2. Recibe instrucciones por parte del docente para la realización de la práctica.
3. Observa en el microscopio las laminillas histológicas preparadas en la práctica 6.
4. Observa en microscopio compuesto.
5. Registra en la bitácora y toma evidencias de los hallazgos obtenidos.
6. Recibe retroalimentación por parte del docente.

### **Recursos de apoyo**

- Laminillas histológicas preparadas en la práctica 6.
- Recursos audiovisuales.
- Microscopio compuesto y aceite de inmersión.
- Material de seguridad de laboratorio.
- Bitácora de laboratorio.

## XI. MÉTODO DE TRABAJO

### **Encuadre**

El primer día de clase, cada persona docente debe establecer de forma clara y formal:

- La metodología de trabajo
- Criterios de evaluación y rúbricas
- Reglas sobre la calidad y entrega de trabajos académicos
- Derechos y obligaciones del docente y los estudiantes

Esto debe quedar registrado y comunicado por medios institucionales (como Blackboard o correo institucional).

### **Estrategia de enseñanza**

- Estudio de caso
- Método de proyectos
- Aprendizaje basado en problemas
- Aprendizaje basado en casos
- Aprendizaje basado en preguntas
- Técnica expositiva

- Discusión guiada
- Instrucción guiada

### Estrategia de aprendizaje

- Investigación documental
- Exposición de resoluciones de casos prácticos
- Trabajo colaborativo
- Técnica expositiva
- Mapas mentales
- Mapas conceptuales
- Cuadros comparativos

## X. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

### Criterios de acreditación

Para tener derecho a examen ordinario y extraordinario, cada estudiante debe cumplir con los porcentajes de asistencia que establece el Estatuto Escolar vigente. La calificación es en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 60.

### Criterios de evaluación

|                            |      |
|----------------------------|------|
| - Evaluaciones parciales   | 40%  |
| - Prácticas de laboratorio | 20%  |
| - Tareas                   | 10%  |
| - Proyecto integrador      | 30%  |
| Total                      | 100% |

## XI. REFERENCIAS

### Recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

- Austin, B., & Austin, D. A. (1989). *Methods for the microbiological examination of fish and shellfish*. Ellis Horwood/Halstead. [clásica]
- Cowan, M. W., Pearce, C. M., Green, T. J., Brown, J. R., & Spencer, M. J. (2024). Abundance of *Vibrio aestuarianus*, water temperature, and stocking density are associated with summer mortality of Pacific oysters in suspended culture. *Aquaculture International*, 32, 5045–5066. <https://doi.org/10.1007/s10499-024-01415-5>

- Díaz, O. L., Buendía, A., Sánchez, J., García, M., & López, R. (2025). Identification of Enterobacteriaceae causing septicemia in the axolotl *Ambystoma mexicanum*. *Antonie van Leeuwenhoek*, 118, Article 56. <https://doi.org/10.1007/s10482-025-02067-y>
- Ellis, A. E. (1985). *Fish and shellfish pathology*. Academic Press. [clásica]
- Ferguson, H. W. (2006). *Systemic pathology of fish: A text and atlas of normal tissues in teleosts and their responses in disease* (2nd ed.). Scotian Press. [clásica]
- Noga, E. J. (2000). *Fish disease: Diagnosis and treatment*. Blackwell Publishing Professional. [clásica]
- Roberts, R. J. (2012). *Fish pathology* (4th ed.). W. B. Saunders. [clásica]
- Shafiee, N. S., Mazlan, N., Abd Rahman, N. N., Shapawi, R., & Shah, M. D. (2024). Vibriosis in aquaculture: Pathogenic *Vibrio* species, affected animals, diagnosis and adverse effects. In N. M. Faudzi, M. D. Shah, N. Mazlan, & S. R. M. Shaleh (Eds.), *Essentials of aquaculture practices* (Chap. 7). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-981-97-6699-4\\_7](https://doi.org/10.1007/978-981-97-6699-4_7)
- Smith, S. A. (2019). *Fish diseases and medicine*. CRC Press.

### Recursos de acceso libre o complementarios externos

- Behringer, D. C., Silliman, B. R., & Lafferty, K. D. (Eds.). (2020). *Marine disease ecology*. Oxford University Press.
- Bruno, D. W., Noguera, P. A., & Poppe, T. T. (2013). *A colour atlas of salmonid diseases* (2nd ed.). Springer Science & Business Media. <https://doi.org/10.1007/978-94-007-2010-7>
- Das, B. K., & Kumar, V. (Eds.). (2025). *Laboratory techniques for fish disease diagnosis*. Springer Nature.
- Gestal, C., Pascual, S., Guerra, Á., Fiorito, G., & Vieites, J. M. (2019). *Handbook of pathogens and diseases in cephalopods*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-11330-8>
- Hadfield, C., & Clayton, L. (Eds.). (2021). *Clinical guide to fish medicine*. Wiley Blackwell.
- LaDouceur, E. E. (Ed.). (2021). *Invertebrate histology*. Wiley Blackwell.
- Mejías, A. V. (2023). Diagnóstico sanitario de camarones marinos mediante el uso de técnicas histopatológicas. *Ciencia Pesquera*, 31(2), 65–75. <https://cienciapesquera.mx/index.php/home/article/view/59/84>
- Morales, V., & Cuéllar-Anjel, J. (Eds.). (2008). *Guía técnica: Patología e inmunología de camarones penaeidos*. Programa CYTED, Red II-D Vannamei.
- Rowley, A. F., Coates, C. J., & Whitten, M. M. A. (2022). *Invertebrate pathology*. Oxford University Press.

## XII. PERFIL DOCENTE

La persona docente deberá tener licenciatura en biotecnología en acuicultura, veterinaria, biología, o áreas afines, preferentemente con posgrado en ciencias con orientación al área de

patología de organismos acuáticos. Se recomienda que la persona docente del área disciplinar cuente con dominio funcional del inglés técnico básico, preferentemente con nivel B1 o superior. Con formación académica sólida y experiencia comprobable en el campo y en las técnicas diagnósticas aplicables en acuicultura. Debe ser una persona puntual, honesta y responsable, con facilidad de expresión, motivadora en la participación de las y los estudiantes, tolerante y respetuosa de las opiniones.





**Universidad Autónoma de Baja California**  
**Coordinación General de Formación Profesional**

**PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE**

**I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN**

|                                            |                                                                                                                                                               |
|--------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Unidad académica:</b>                   | Facultad de Ciencias Marinas, Ensenada.                                                                                                                       |
| <b>Programa educativo:</b>                 | Licenciatura en Biotecnología en Acuicultura                                                                                                                  |
| <b>Plan de Estudios:</b>                   | 2026-2                                                                                                                                                        |
| <b>Nombre de la unidad de aprendizaje:</b> | Procesos de Gestión Acuícola                                                                                                                                  |
| <b>Clave:</b>                              |                                                                                                                                                               |
| <b>Distribución horaria:</b>               | Horas Clase: 02<br>Horas Taller: 01<br>Horas Laboratorio: 00<br>Horas Práctica de Campo: 00<br>Horas Clínicas: 00<br>Horas Extra-clase: 02<br><br>Créditos:05 |
| <b>Etapas de formación:</b>                | Disciplinaria                                                                                                                                                 |
| <b>Carácter:</b>                           | Obligatoria                                                                                                                                                   |
| <b>Requisito:</b>                          | Ninguno.                                                                                                                                                      |
| <b>Modalidad de impartición:</b>           | Presencial                                                                                                                                                    |
| <b>Equipo de diseño:</b>                   | Miroslava Vivanco Aranda<br>José Alberto Zepeda Domínguez                                                                                                     |
| <b>Subdirección que aprueba el PUA:</b>    |                                                                                                                                                               |
| <b>Fecha:</b>                              | 25 de febrero de 2026                                                                                                                                         |
| <b>Aprobación y registro:</b>              |                                                                                                                                                               |

## **II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE**

La unidad de aprendizaje Procesos de Gestión Acuícola permite al estudiantado comprender y aplicar estrategias de planeación, gestión y financiamiento para proyectos acuícolas sostenibles, mediante el análisis de fuentes públicas, privadas y filantrópicas, el diseño de propuestas de inversión y la evaluación de su viabilidad técnica, económica y socioambiental. Su propósito es fortalecer la capacidad emprendedora, la autonomía y la responsabilidad social del futuro biotecnólogo acuícola, conforme a los principios de la economía circular y los Objetivos de Desarrollo Sostenible. La asignatura se ubica en la etapa disciplinaria, es de carácter obligatorio y forma parte del área de conocimiento de Gestión Estratégica para la Acuicultura Sostenible.

## **III. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE**

Evaluar la pertinencia y viabilidad de fuentes de financiamiento y mecanismos de gestión en proyectos acuícolas sostenibles, mediante el análisis comparativo, el diagnóstico financiero y la elaboración de propuestas integradas, para formular alternativas de inversión ética, eficiente y responsable que impulsen la innovación y sostenibilidad del sector, con juicio crítico, responsabilidad socioambiental y compromiso con la mejora continua.

## **IV. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE**

1. Proyecto de Financiamiento Acuícola Sostenible: Documento técnico-económico en el que el estudiantado analiza una convocatoria real y diseña una propuesta integral de financiamiento con plan de sostenibilidad y proyección financiera.
2. Presentación tipo “pitch financiero”: Exposición argumentada ante panel simulado, demostrando la viabilidad y coherencia del proyecto.

## **V. COMPETENCIA PROFESIONAL DEL PERFIL DE EGRESO A LA QUE CONTRIBUYE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE**

Diseñar y gestionar proyectos acuícolas integrales, utilizando metodologías participativas, modelos de negocio sustentables y herramientas tecnológicas de acuicultura, para atender problemáticas productivas, sociales y ambientales en contextos locales y regionales, con actitud emprendedora, ética profesional, compromiso y responsabilidad social.

## **VI. EJE TRANSVERSAL AL QUE CONTRIBUYE**

Compromiso con la Responsabilidad Social y Excelencia.

## **VII. DESARROLLO POR UNIDADES**

### **Unidad I. Fundamentos de la gestión y gobernanza acuícola.**

#### **Competencia**

Analizar los actores, principios y marcos normativos que estructuran la gestión y gobernanza acuícola, mediante la revisión documental y el estudio de casos institucionales, para reconocer los procesos administrativos y fuentes de financiamiento que intervienen en el desarrollo sostenible del sector acuícola, con actitud crítica, aprendizaje colaborativo y respeto a la normatividad vigente.

#### **Contenido**

- 1.1 Conceptos de gestión y gobernanza acuícola.
- 1.2 Marco legal, normativo y regulatorio de la acuacultura mexicana.
- 1.3 Procesos básicos de gestión y toma de decisiones.
- 1.4 Clasificación y características generales de las fuentes de financiamiento.

#### **Duración**

06 horas

### **Unidad II. Planeación estratégica y diagnóstico financiero.**

#### **Competencia**

Aplicar herramientas de planeación estratégica y diagnóstico financiero mediante la elaboración de presupuestos, análisis de costos y uso de modelos administrativos, para evaluar la viabilidad técnica y económica de unidades productivas acuícolas, con disciplina, compromiso con la mejora continua y responsabilidad profesional.

#### **Contenido**

- 2.1 Planeación estratégica y su relación con la gestión financiera
- 2.2 Estructura y análisis de un diagnóstico financiero acuícola
- 2.3 Herramientas de planeación de negocios (Business Model Canvas, SWOT, Lean Canvas)
- 2.4 Formulación básica de presupuestos y flujos de caja.

#### **Duración**

08 horas

### **Unidad III. Fuentes de financiamiento y mecanismos de captación.**

#### **Competencia**

Analizar las fuentes nacionales e internacionales de financiamiento público, privado y filantrópico aplicables al sector acuícola, mediante el análisis comparativo de convocatorias, criterios de elegibilidad y mecanismos de inversión, para seleccionar alternativas financieras adecuadas que impulsen la innovación y sostenibilidad de los proyectos acuícolas, con juicio crítico, ética profesional y objetividad en la toma de decisiones.

### **Contenido**

- 3.1 Fuentes nacionales e internacionales de financiamiento.
- 3.2 Tipos de financiamiento: público, privado y filantrópico.
- 3.3 Mecanismos emergentes: capital de riesgo, crowdfunding y financiamiento híbrido.
- 3.4 Criterios de evaluación de convocatorias y selección de instrumentos financieros.

### **Duración**

08 horas

## **Unidad IV. Elaboración y presentación de propuestas de financiamiento acuícola.**

### **Competencia**

Evaluar una propuesta técnica y económica de financiamiento para un proyecto acuícola, mediante el diseño y estimación de un plan de inversión, estrategias de sostenibilidad y presentación tipo *pitch*, para demostrar la factibilidad y pertinencia del proyecto en términos técnicos, financieros y socioambientales, con liderazgo, creatividad, responsabilidad social y compromiso con la sostenibilidad.

### **Contenido**

- 4.1 Estructura y componentes de un proyecto de inversión acuícola.
- 4.2 Diseño del plan financiero y plan de sostenibilidad ambiental y social.
- 4.3 Presentación de presentación ejecutiva y pitch financiero ante panel de expertos.
- 4.4 Retroalimentación, ajuste y cierre de la propuesta final.

### **Duración**

10 horas

## **VIII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER**

### **Unidad I. Fundamentos de la gestión acuícola.**

#### **Práctica 1: Cartografía institucional y mapa de gestión acuícola.**

### **Duración**

04 horas

### **Procedimiento**

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Elabora un mapa de actores clave que identifique a los jugadores clave en la gestión de proyectos acuícolas (CONAPESCA, IMIPAS, SE, SADER, ONG, banca, fundaciones).
3. Identifica niveles de gobernanza y roles de gestión.
4. Entrega reporte con la cartografía institucional en algún software de presentaciones.
5. Recibe retroalimentación docente.

**Recursos de apoyo:**

- Computadora con acceso a internet.
- Acceso a bases de datos legales (FAO, CONAPESCA, SADER).
- Software para hacer presentaciones.
- Documentos normativos y marcos legales.

**Unidad II. Planeación estratégica y diagnóstico financiero.****Práctica 2: Diagnóstico financiero de una unidad productiva.****Duración**

04 horas

**Procedimiento**

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Integra equipos.
3. Selecciona una unidad productiva local o caso de estudio.
4. Elabora un diagnóstico financiero básico (costos fijos, variables, punto de equilibrio).
5. Realiza un diagnóstico FODA y lo presenta con esquema Canvas.
6. Recibe retroalimentación docente.

**Recursos de apoyo:**

- Computadora.
- Hoja de cálculo (excel o google sheets).
- Plantilla de Canvas y FODA.
- Calculadora financiera
- Información pública de unidades productivas o cooperativas.

**Unidad III. Fuentes de financiamiento y mecanismos de captación.****Práctica 3: Mapa de oportunidades financieras.****Duración**

04 horas

**Procedimiento**

1. Revisa al menos tres convocatorias vigentes (CONAPESCA, FIRA, BID, fundaciones).
2. Identifica tipo de apoyo, monto, requisitos, enfoque y población objetivo.
3. Elabora una tabla comparativa de ventajas y limitaciones.
4. Determina cuál sería la más adecuada para un proyecto acuícola tipo (simulado).
5. Entrega reporte sobre la idoneidad de la convocatoria para el proyecto simulado.
6. Recibe retroalimentación docente.

### **Recursos de apoyo**

- Computadora con acceso a internet.
- Repositorio de convocatorias nacionales e internacionales.
- Formatos de aplicación (PDF o word).
- Software de hoja de cálculo y procesador de texto.

## **Unidad IV. Elaboración y presentación de propuestas de financiamiento.**

### **Práctica 4: Diseño y presentación de propuesta de financiamiento sostenible.**

#### **Duración**

0 horas

#### **Procedimiento**

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Conformar equipos.
3. Integra la información obtenida en prácticas previas para elaborar una mini propuesta de inversión acuícola (resumen ejecutivo, objetivos, plan financiero y sostenibilidad).
4. Diseña y expone una presentación tipo pitch (5–7 minutos) para simular la exposición ante un panel de inversionistas o comité técnico.
5. Recibe retroalimentación docente.

### **Recursos de apoyo**

- Computadora con software de presentaciones (PowerPoint, Canva, Google Slides).
- Calculadora financiera.
- Material bibliográfico de convocatorias y fuentes de financiamiento.
- Rúbrica de evaluación del pitch.
- Proyector o pantalla.

## **IX. MÉTODO DE TRABAJO**

### **Encuadre**

El primer día de clase, cada docente debe establecer de forma clara y formal:

- La metodología de trabajo.
- Criterios de evaluación y rúbricas.
- Reglas sobre la calidad y entrega de trabajos académicos.
- Derechos y obligaciones del docente y los estudiantes.

Esto debe quedar registrado y comunicado por medios institucionales (como Blackboard o correo institucional).

### **Estrategia de enseñanza**

- Aprendizaje basado en casos
- Aprendizaje basado en preguntas
- Aprendizaje basado en problemas
- Aprendizaje basado en proyectos
- Aprendizaje colaborativo
- Discusión guiada
- Estudio de caso
- Instrucción directa o guiada
- Proyectos integradores o interdisciplinarios
- Resolución de problemas reales con actores sociales
- Simulación de casos reales

### **Estrategia de aprendizaje**

- Aprendizaje autorregulado
- Desarrollo de proyectos sociales o productivos
- Investigación acción participativa
- Investigación documental
- Práctica reflexiva / Práctica reflexiva en campo
- Resolución de problemas
- Toma de apuntes estratégicos
- Trabajo colaborativo
- Trabajo de campo autónomo o investigativo

## X. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

### Criterios de acreditación

Para tener derecho a examen ordinario y extraordinario el estudiantado debe cumplir con los porcentajes de asistencia que establece el Estatuto Escolar vigente. La calificación es en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 60.

### Criterios de evaluación

|                            |      |
|----------------------------|------|
| Evaluaciones Parciales     | 30%  |
| Portafolio de Evidencias   | 40%  |
| Proyecto de Financiamiento | 30%  |
| Total                      | 100% |

## XI. REFERENCIAS

### Recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

Bunting, S. W. (2024). *Principles of sustainable aquaculture: Promoting social, economic and environmental resilience*. Routledge.

Engle, C. R. (2010). *Aquaculture economics and financing: Management and analysis*. Wiley-Blackwell.

Engle, C. R., Quagrainie, K. K., & Dey, M. M. (2016). *Seafood and aquaculture marketing handbook* (2nd ed.). Wiley-Blackwell.

Gitman, L. J., & Zutter, C. J. (2022). *Principios de administración financiera* (15.<sup>a</sup> ed.). McGraw-Hill.

Martinell, D. P., Vergara-Solana, F. J., Padilla, M. E. A., & Garza, F. A. (Eds.). (2024). *An introduction to sustainable aquaculture*. Taylor & Francis.

PinSun, L., & Engle, C. R. (2006). *Shrimp culture: Economics, market & trade*. Wiley-Blackwell.

Porter, M. E., & Kramer, M. R. (2023). *Creating shared value: Redefining capitalism and the role of the corporation in society*. Harvard Business Review Press.

Timmons, M. B., & Ebeling, J. M. (2013). *Recirculating aquaculture*. Ithaca Publishing Company.

### Recursos de acceso libre o complementarios externos

Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2021). *Code of conduct for responsible fisheries*. <https://www.fao.org/fishery/code/en>



- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2022). *Blue transformation: Roadmap for aquatic food systems sustainability*. <https://www.fao.org/3/cc2468en/cc2468en.pdf>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2024). *Aquaculture finance and investment: Strategies for sustainable growth*.
- García-Lozano, M. (2022). *Emprendimiento y sostenibilidad en la acuacultura mexicana*. Universidad Autónoma Metropolitana.
- Organisation for Economic Co-operation and Development. (2020). *The circular economy in cities and regions: Synthesis report*. <https://www.oecd.org/cfe/circular-economy-cities.htm>
- Organisation for Economic Co-operation and Development. (2023). *Private investment and blue economy financing models*.
- Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, & Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca. (2023). *Programa nacional de pesca y acuacultura sustentables 2020–2024*. <https://www.gob.mx/conapesca/documentos/programa-nacional-de-pesca-y-acuacultura-sustentables-2020-2024>
- United Nations Industrial Development Organization. (2023). *Circular economy and sustainable industrial development report 2023*.

## **XII. PERFIL DOCENTE**

La persona docente deberá contar con Licenciatura en Biología, Oceanología o Biotecnología en Acuacultura, preferentemente con posgrado en Ciencias del Mar, Economía Azul, Transformación Azul, Manejo de Recursos Marinos o Bioeconomía Pesquera y/o Acuícola, o en un área afín. Deberá poseer al menos dos años de experiencia comprobable en el ámbito profesional, específicamente en el sector ejecutivo, la gestión de fondos y la implementación de proyectos. Asimismo, se requiere experiencia docente en el diseño e implementación de estrategias de formación activa centradas en el estudiante. La persona candidata deberá distinguirse por ser proactiva, analítica, ética, inclusiva, objetiva, respetuosa y responsable, con habilidades para fomentar la creatividad y promover el aprendizaje autónomo y colaborativo.



**Universidad Autónoma de Baja California**  
**Coordinación General de Formación Profesional**

**PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE**

**I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN**

|                                            |                                                                                                                                                               |
|--------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Unidad académica:</b>                   | Facultad de Ciencias Marinas, Ensenada                                                                                                                        |
| <b>Programa educativo:</b>                 | Licenciatura en Biotecnología en Acuicultura                                                                                                                  |
| <b>Plan de Estudios:</b>                   | 2026-2                                                                                                                                                        |
| <b>Nombre de la unidad de aprendizaje:</b> | Biotecnología de Peces                                                                                                                                        |
| <b>Clave:</b>                              |                                                                                                                                                               |
| <b>Distribución horaria:</b>               | Horas Clase: 02<br>Horas Taller: 01<br>Horas Laboratorio: 03<br>Horas Práctica de Campo: 01<br>Horas Clínicas: 00<br>Horas Extra-clase: 02<br><br>Créditos:09 |
| <b>Etapas de formación:</b>                | Terminal                                                                                                                                                      |
| <b>Carácter:</b>                           | Obligatoria                                                                                                                                                   |
| <b>Requisito:</b>                          | Ninguno                                                                                                                                                       |
| <b>Modalidad de impartición:</b>           | Presencial                                                                                                                                                    |
| <b>Equipo de diseño:</b>                   | Conal David True<br>Mario Alberto Galaviz Espinoza<br>Gerardo Sandoval Garibaldi<br>Fernando Barreto Curiel<br>Omar Ezequiel Aguillon Hernandez               |
| <b>Subdirección que aprobó el PUA:</b>     | Patricia Alvarado Graef                                                                                                                                       |
| <b>Fecha:</b>                              | 25 de febrero de 2026                                                                                                                                         |
| <b>Aprobación y registro:</b>              |                                                                                                                                                               |

## II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Tiene como propósito integrar los fundamentos biológicos, fisiológicos y tecnológicos aplicados al cultivo de peces para consolidar la formación científica y técnica del estudiante en procesos biotecnológicos acuícolas. Su importancia radica en que articula los conocimientos adquiridos en asignaturas previas del área biológica y productiva (Zoología de cordados, Fisiología de organismos acuáticos, Genética acuícola y Sistemas en acuicultura) y permite diseñar estrategias de manejo y producción sustentable. Mediante actividades teóricas, talleres y prácticas de laboratorio y campo, el estudiante desarrolla conocimientos aplicados, habilidades técnicas y actitudes de ética y responsabilidad ambiental orientadas a la innovación en acuicultura. Se ubica en la etapa terminal, es de carácter obligatorio y pertenece al área de conocimiento de Biotecnología.

## III. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Analizar procesos biotecnológicos aplicados al cultivo de peces, a partir de la integración de su biología funcional, fisiología y principios de nutrición, para generar soluciones innovadoras en reproducción, sanidad y bienestar animal, con pensamiento crítico, compromiso ético y enfoque de sostenibilidad.

## IV. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE

### Portafolio de evidencias (trabajo colaborativo)

Elabora, en equipo, un portafolio de evidencias que integre:

- Reportes de talleres
- Reportes de prácticas de laboratorio
- Reportes de prácticas de campo
- Infografía anatomía-funcional aplicada a sistemas de cultivo
- Video de reporte de campo en idioma inglés, editado con software especializado;
- Proyecto técnico *Mi especie bajo cultivo*

El proyecto técnico deberá evidenciar la relación entre la estructura y función anatómica de la especie seleccionada y el sistema de cultivo empleado, sustentando técnicamente su correspondencia.

## V. COMPETENCIA PROFESIONAL DEL PERFIL DE EGRESO A LA QUE CONTRIBUYE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Implementar y adaptar tecnologías de cultivo y manejo acuícola, mediante el análisis técnico de sistemas existentes y la aplicación de soluciones innovadoras acordes a distintas especies y entornos, para mejorar la producción de especies de importancia comercial de forma eficiente y sostenible, respondiendo a las condiciones socioambientales y económicas del país, con ética profesional y responsabilidad.

## VI. EJE TRANSVERSAL AL QUE CONTRIBUYE

Compromiso con la Responsabilidad Social; Excelencia; Vanguardia e Innovación Social.

## VII. DESARROLLO POR UNIDADES

### Unidad I. Introducción a la Biotecnología de Peces

#### **Competencia**

Analizar la evolución, alcances y marco institucional de la piscicultura y la biotecnología de peces, mediante la revisión de informes y lineamientos nacionales e internacionales como FAO, CONAPESCA y SEMARNAT, con el propósito de comprender su papel en la producción sustentable, la seguridad alimentaria y el desarrollo regional, con actitud crítica, responsabilidad social y visión bioética.

#### **Contenido**

- 1.1. Historia y desarrollo de la piscicultura
  - 1.1.1. Origen, evolución y avances tecnológicos clave
  - 1.1.2. Transición de la pesca extractiva al cultivo de organismos acuáticos
- 1.2. Concepto y alcances de la biotecnología en peces
  - 1.2.1. Aplicaciones en genética, reproducción, nutrición y sanidad
  - 1.2.2. Innovación y sostenibilidad en la transformación azul
- 1.3. Valor biológico, económico y social de la acuicultura
  - 1.3.1. Contribución a la seguridad alimentaria, empleo y economía azul
- 1.4. Situación del cultivo de peces en México y Baja California
  - 1.4.1. Especies prioritarias, políticas públicas y programas de fomento
  - 1.4.2. Marcos regulatorios: UMA, PIMVS, CITES y buenas prácticas
- 1.5. Retos éticos, ambientales y sociales de la biotecnología acuícola
  - 1.5.1. Sostenibilidad, bienestar animal y cumplimiento de los ODS

#### **Duración**

4 horas

### Unidad II. Biología reproductiva de peces

#### **Competencia**

Analizar los procesos reproductivos de los peces mediante la interpretación de mecanismos endocrinos, ambientales y celulares, aplicando técnicas de selección e inducción al desove, con el propósito de optimizar la reproducción en cultivo de forma ética, controlada y con base científica.

## **Contenido**

- 2.1. Estrategias reproductivas
  - 2.1.1. Tipos de reproducción y patrones de desove
  - 2.1.2. Estrategias ecológicas r y K
  - 2.1.3. Influencia del ambiente en la sincronización reproductiva
- 2.2. Diferenciación sexual y control hormonal
  - 2.2.1. Formación y diferenciación de gónadas
  - 2.2.2. Eje hormonal hipotálamo–hipófisis–gónada (HHG)
  - 2.2.3. Factores genéticos y ambientales en la determinación del sexo
- 2.3. Madurez y ciclos reproductivos
  - 2.3.1. Etapas del desarrollo gonadal y gametogénesis
  - 2.3.2. Métodos de evaluación de madurez (índice, observación, histología)
  - 2.3.3. Relación entre factores ambientales y maduración
- 2.4. Disfunciones reproductivas e inducción hormonal al desove
  - 2.4.1. Fundamentos fisiológicos y métodos de inducción
  - 2.4.2. Uso de extractos hipofisarios y análogos de GnRH
  - 2.4.3. Consideraciones éticas y de bioseguridad
- 2.5. Fecundación e incubación
  - 2.5.1. Tipos de fecundación y calidad de gametos
  - 2.5.2. Desarrollo embrionario y tipos de huevos
  - 2.5.3. Métodos de incubación y control ambiental
- 2.6. Prácticas reproductivas en acuicultura
  - 2.6.1. Selección y manejo de reproductores
  - 2.6.2. Métodos de desove natural e inducido
  - 2.6.3. Ejemplos aplicados en especies marinas y dulceacuícolas

## **Duración**

9 horas

## **Unidad III. Sistemas de Cultivo**

### **Competencia**

Analizar los sistemas de cultivo y sus requerimientos técnicos mediante la evaluación de sus componentes, calidad del agua y criterios de bioseguridad, con el propósito de aplicar estrategias de manejo y optimización de la producción acuícola, actuando con pensamiento analítico, ética profesional y enfoque de sostenibilidad.

### **Contenido**

- 3.1. Tipos de sistemas acuícolas
  - 3.1.1. Clasificación general: abiertos, semicerrados y de recirculación (RAS)
  - 3.1.2. Principales características, ventajas y limitaciones
  - 3.1.3. Sustentabilidad, eficiencia energética y automatización básica
- 3.2. Etapas del cultivo: larvario, juvenil y engorda

- 3.2.1. Requerimientos biológicos y técnicos en cada etapa
- 3.2.2. Alimentación, densidad y manejo sanitario
- 3.2.3. Indicadores productivos: crecimiento, conversión y supervivencia
- 3.3. Calidad del agua y manejo ambiental
  - 3.3.1. Parámetros físicos, químicos y biológicos esenciales
  - 3.3.2. Monitoreo y control de la calidad del agua
  - 3.3.3. Manejo de efluentes y capacidad de carga del sistema
- 3.4. Diseño, mantenimiento y bioseguridad
  - 3.4.1. Elementos básicos del diseño hidráulico y flujo del agua
  - 3.4.2. Programas de mantenimiento preventivo y correctivo
  - 3.4.3. Protocolos de limpieza, desinfección y control sanitario
- 3.5. Transporte y bienestar de los organismos
  - 3.5.1. Estrés y factores que afectan el bienestar animal
  - 3.5.2. Técnicas de aclimatación, anestesia y transporte
  - 3.5.3. Buenas prácticas y trazabilidad en el manejo post-cosecha

### ***Duración***

6 horas

## **Unidad IV. Alimentación y nutrición en peces**

### ***Competencia***

Aplicar los fundamentos de nutrición y alimentación de peces en las distintas etapas del cultivo, mediante el análisis de requerimientos nutricionales, formulación y evaluación del crecimiento, con el propósito de optimizar el desempeño productivo y reducir el impacto ambiental, actuando con pensamiento analítico, ética profesional y enfoque de sostenibilidad.

### ***Contenido***

- 4.1. Alimentación de larvas, juveniles y reproductores
  - 4.1.1 Alimentación larvaria: microdietas, bioencapsulación y enriquecimiento de presas vivas
  - 4.1.2. Etapa juvenil: transición a alimento inerte, estrategias de aceptación y crecimiento
  - 4.1.3. Requerimientos especiales de reproductores: reservas energéticas, maduración y calidad de gametos
  - 4.1.4. Sincronización entre fases del cultivo y adaptación de dietas
  - 4.1.5. Monitoreo de comportamiento alimenticio y condición corporal
- 4.2. Tipos de alimento y estrategias de alimentación
  - 4.2.1. Clasificación de alimentos: naturales, balanceados, semi-húmedos y formulaciones funcionales
  - 4.2.2. Formas físicas: harina, pélet seco, extruido y microdietas
  - 4.2.3. Estrategias de racionamiento: frecuencia, horario y tasa de alimentación
  - 4.2.4. Automatización del suministro y control del desperdicio
  - 4.2.5. Buenas prácticas de almacenamiento y manejo del alimento
- 4.3. Conversión alimenticia y evaluación del crecimiento

- 4.3.1. Indicadores de desempeño: FCR, TCE, SGR, supervivencia y biomasa
- 4.3.2. Evaluación del crecimiento mediante muestreo y análisis de datos
- 4.3.3. Interpretación de resultados de conversión y eficiencia
- 4.3.4. Relación entre alimentación, bienestar animal y sostenibilidad
- 4.3.5. Elaboración de reportes técnicos de desempeño alimenticio

### ***Duración***

6 horas

## **Unidad V. Sanidad y bienestar en el cultivo**

### ***Competencia***

Distinguir las medidas básicas de prevención sanitaria y bienestar en peces cultivados, mediante la identificación de factores de estrés, signos comunes de enfermedad y prácticas elementales de bioseguridad y uso responsable de fármacos, con el propósito de mantener el bienestar de los organismos y la calidad del cultivo, actuando con ética profesional, responsabilidad ambiental.

#### **5.1. Estrés y bienestar de los peces**

- 5.1.1. Qué es el estrés y cómo afecta a los peces.
- 5.1.2. Principales causas: manejo, transporte y calidad del agua.
- 5.1.3. Medidas simples para reducir el estrés y mejorar el bienestar

#### **5.2. Enfermedades comunes en cultivo**

- 5.2.1. Tipos generales de enfermedades: infecciosas y no infecciosas.
- 5.2.2. Señales básicas para identificar peces enfermos.
- 5.2.3. Prevención mediante buenas prácticas y manejo adecuado.

#### **5.3. Bioseguridad y uso responsable de fármacos**

- 5.3.1. Limpieza y desinfección básica de sistemas y equipos.
- 5.3.2. Buen uso de medicamentos y productos químicos.
- 5.3.3. Importancia del manejo responsable y ético en el cultivo.

### ***Duración***

4 horas

## **Unidad VI. Piscicultura como actividad productiva y social**

### ***Competencia***

Analizar el papel de la piscicultura en el desarrollo económico y social, mediante el estudio de casos y la reflexión sobre experiencias reales de producción, para valorar su contribución al bienestar comunitario y proponer prácticas sostenibles e innovadoras que promuevan la responsabilidad social en la actividad acuícola.

#### **6.1. Importancia socioeconómica de la piscicultura**

- 6.1.1. Aportes de la acuicultura al desarrollo local y regional

- 6.1.2. Valor alimentario, social y económico del cultivo de peces
- 6.1.3. Casos de impacto comunitario y generación de empleo
- 6.2. Sostenibilidad y responsabilidad social
  - 6.2.1. Principios de producción responsable y respeto ambiental
  - 6.2.2. Innovación, equidad y bienestar en los sistemas de cultivo
  - 6.2.3. Rol del profesionista acuícola en la sostenibilidad del sector

### **Duración**

3 horas

## **VIII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER**

### **Unidad I. Introducción a la Biotecnología de Peces**

#### **Práctica 1: Taller de biología funcional aplicada al cultivo de peces**

### **Duración**

8 horas

### **Procedimiento**

1. Atiende las indicaciones generales de su docente para el desarrollo del taller.
2. Revisa los temas generales sobre anatomía y fisiología de vertebrados estudiados previamente en la asignatura de Zoología de Cordados.
3. Consulta la lista de temas propuestos por el docente, los cuales abordan estructuras o sistemas biológicos relevantes (por ejemplo: respiración branquial, osmorregulación, digestión, línea lateral, órganos de los sentidos, flotabilidad, musculatura, etc.).
4. Selecciona de manera individual o en equipo un tema específico, según el tamaño del grupo, para desarrollar una exposición aplicada al contexto del cultivo de peces.
5. Investiga el tema seleccionado utilizando fuentes científicas actualizadas (artículos indexados en inglés, manuales de anatomía, textos de fisiología, material audiovisual).
6. Analiza la función biológica del sistema o estructura y su relación con la eficiencia, bienestar o manejo de los peces en cultivo.
7. Prepara una presentación oral y visual (por ejemplo, PowerPoint o Canva) en la que se explique el tema, integrando ilustraciones, esquemas o ejemplos productivos.
8. Expone el trabajo ante el grupo, destacando por qué es relevante conocer ese sistema o función para el cultivo acuícola, y responde preguntas de tus compañeros y del docente.
9. Participa en la discusión colectiva para comparar las distintas funciones biológicas analizadas y su aplicación en el manejo de peces.
10. Entrega tu presentación, una síntesis individual o de equipo que resuma los principales hallazgos y conclusiones dentro del plazo establecido para su evaluación y retroalimentación docente.



## **Recursos de apoyo**

- Lista de temas propuesta por el docente
- Computadora con conexión a Internet
- Software de diseño o presentación (PowerPoint, Canva, Prezi, etc.)
- Bibliografía y artículos científicos indexados y actualizados en inglés sobre fisiología y anatomía de peces
- Material audiovisual o de observación anatómica (videos, modelos, esquemas)

## **Práctica 2. Taller “Mi especie bajo cultivo”**

### **Duración**

8 horas

### **Procedimiento**

1. Atiende las indicaciones generales de su docente para el desarrollo del taller.
2. Revisa el panorama general de especies acuícolas de importancia regional y global, considerando las tendencias de producción (FAO SOFIA 2024, CONAPESCA, SAGARPA).
3. Consulta la lista de especies sugeridas (nativas y exóticas) y selecciona una especie de interés biotecnológico para realizar un seguimiento individual o por equipo, según el tamaño del grupo.
4. Investiga los criterios biológicos, tecnológicos, económicos y ambientales que determinan su potencial de cultivo (crecimiento, reproducción, tolerancia ambiental, rentabilidad y sostenibilidad).
5. Desarrolla el proyecto “Mi especie bajo cultivo”, estructurado en tres presentaciones parciales que se realizarán durante el semestre:
  - Presentación 1: Contexto general (biología, hábitat, estado de conservación y relevancia socioeconómica).
  - Presentación 2: Reproducción y cultivo de etapas tempranas (inducción, alimentación inicial, bioseguridad).
  - Presentación 3: Engorda y producción comercial (sistemas de cultivo, indicadores técnicos y perspectivas de mercado).
6. Mantén un registro continuo en bitácora digital o física, incorporando avances, retroalimentación y fuentes consultadas.
7. Elabora una ficha técnica integradora que sintetice la información obtenida en idioma inglés, incluyendo:
  - Clasificación taxonómica
  - Parámetros biológicos y productivos
  - Requerimientos de cultivo
  - Potencial de innovación biotecnológica y sostenibilidad
8. Presenta y defiende la ficha técnica y el análisis final ante el grupo, destacando la relevancia de la especie para la acuicultura regional y nacional.

9. Entrega el portafolio completo del proyecto (bitácora, presentaciones y ficha técnica) dentro del plazo establecido para su evaluación y retroalimentación docente.

### **Recursos de apoyo**

- Lista de especies sugeridas y guías FAO, CONAPESCA, NOM-059
- Bases de datos y fuentes especializadas: FAO, FishBase, CONABIO
- Artículos científicos y textos de referencia sobre cultivo de peces y biotecnología acuícola
- Computadora con conexión a Internet
- Software de presentación y diseño (PowerPoint, Canva, Prezi, etc.)
- Bibliografía científica actualizada ( $\geq 20\%$  en inglés,  $\leq 5$  años)

## **IX. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO**

### **Práctica 1: Anatomía externa e interna de peces**

#### **Duración**

3 horas

#### **Procedimiento**

1. Atiende las indicaciones generales de su docente para el desarrollo de la práctica.
2. Revisa los conceptos básicos de morfología de peces y su relación con los hábitos alimenticios, el ambiente en que habitan y su potencial de cultivo.
3. Selecciona un pez de muestra (de acuerdo con lo que indique el docente o el material disponible); debe ser fresco, preferentemente recién sacrificado, para asegurar la integridad de los tejidos y la observación precisa de órganos.
4. Coloca el ejemplar en la charola de disección con la cabeza hacia tu lado izquierdo y el vientre hacia ti.
5. Mide y registra las longitudes morfométricas principales (total, estándar, altura y diámetro ocular) utilizando el ictiómetro y la báscula, siguiendo las siglas del formato de laboratorio.
6. Cuantifica los radios, espinas y escamas de cada aleta; cuenta los poros de la línea lateral, barbillas, espinas faciales y opérculos; registra los datos en tu hoja de cotejo.
7. Realiza una disección dirigida, siguiendo las instrucciones del docente, haciendo un corte ventral desde el ano hasta la base de las aletas pectorales, procurando no dañar los órganos internos.
8. Identifica y describe las estructuras internas principales: estómago, hígado o hepatopáncreas, ciegos pilóricos, intestino, vejiga natatoria, vesícula biliar y gónadas.
9. Determina el tipo de alimentación del pez (carnívoro, herbívoro u omnívoro) con base en la forma de la boca, dentición, longitud del intestino y morfología del estómago.

10. Analiza la relación entre la forma corporal y el ambiente natural o de cultivo: organismos de fondo, de media agua o pelágicos; hábitos bentónicos o nectónicos; requerimientos de flujo, oxigenación y alimento.
11. Elabora un esquema anatómico del ejemplar (externo e interno), rotulando las principales estructuras y órganos identificados.
12. Integra un reporte técnico individual, que incluya tus observaciones, esquemas o fotografías, la tabla de medidas y una breve interpretación sobre cómo la anatomía influye en las condiciones de cultivo.
13. Entrega el reporte y la bitácora de práctica dentro del plazo establecido para su evaluación y retroalimentación docente.

### **Recursos de apoyo**

- Pez de muestra (de laboratorio o mercado; fresco, preferentemente recién sacrificado)
- Charola y equipo de disección completo (bisturí, tijeras, pinzas, agujas)
- Ictiómetro y báscula
- Microscopio estereoscópico (para observación de detalles finos)
- Papel secante, pissetas con agua dulce o marina
- Guantes y bata de laboratorio
- Hojas de registro morfométrico y hoja de cotejo del laboratorio
- Bibliografía especializada en ictiología y anatomía de peces (Lagler et al., 1984; Moyle & Cech, 2000; Watanabe, 1999)

### **Práctica 2: Diferenciación sexual en peces vivos**

#### **Duración**

3 horas

#### **Procedimiento**

1. Atiende las indicaciones generales de su docente para el desarrollo de la práctica.
2. Trabaja con ejemplares vivos bajo anestesia ligera, utilizando especies disponibles en el laboratorio, preferentemente tilapia (*Oreochromis* spp.) o totoaba (*Totoaba macdonaldi*) en época reproductiva.
3. Prepara la solución anestésica de acuerdo con las instrucciones del docente (por ejemplo, aceite de clavo o eugenol diluido) y verifica que los peces presentan reducción del movimiento opercular antes de su manipulación.
4. Coloca el ejemplar anestesiado sobre una superficie húmeda o charola acolchada, asegurando la humedad constante de las branquias mediante una gasa empapada.
5. Observa cuidadosamente las características morfológicas externas asociadas al sexo: coloración, tamaño relativo, forma de las aletas y presencia de papila genital u otras estructuras distintivas.
6. Examina la papila genital con ayuda de una lupa de mano o microscopio estereoscópico portátil:
  - En machos, la papila es alargada o cónica, con un solo poro visible.

- En hembras, es redondeada u ovalada, con dos poros visibles (urinario y genital).
- 7. Registra las observaciones externas en la hoja de datos correspondiente, indicando la identificación sexual preliminar.
- 8. realiza para confirmación (solo si el docente lo autoriza y bajo condiciones seguras), la revisión mediante palpos genitales o canulación, introduciendo suavemente una cánula plástica estéril en el poro genital para observar la posible emisión de gametos o fluido gonadal, evitando causar daño o estrés al organismo.
- 9. Relaciona las observaciones realizadas con la época reproductiva y las características fisiológicas de madurez sexual de la especie trabajada.
- 10. Traslada una vez finalizada la observación, los organismos a un recipiente con agua limpia y aireación, hasta su recuperación completa antes de regresarlos a su sistema de origen.
- 11. Registra todos los datos obtenidos (sexo, características visibles, respuesta a la canulación y condición general) en tu bitácora de laboratorio.
- 12. Integra un reporte técnico individual o de equipo, describiendo el procedimiento, las estructuras identificadas y la relevancia de la determinación sexual en la gestión reproductiva de peces cultivados.
- 13. Entrega el reporte y la bitácora dentro del plazo establecido para su evaluación y retroalimentación docente.

### **Recursos de apoyo**

- Peces vivos (tilapia u otra especie disponible; totoaba en época reproductiva)
- Solución anestésica (aceite de clavo, eugenol u otro autorizado)
- Cánulas plásticas estériles y lubricante hidrosoluble
- Recipientes con agua aireada y sistema de recuperación
- Charola o superficie húmeda acolchada
- Lupa de mano o microscopio estereoscópico portátil
- Guantes, bata de laboratorio y material de limpieza
- Pissetas con agua limpia
- Hojas de registro y bitácora del laboratorio
- Bibliografía: Lagler et al. (1984);

### **Práctica 3: Valoración del grado de madurez gonadal**

#### **Duración**

3 horas

#### **Procedimiento**

1. Atiende las indicaciones generales de su docente para el desarrollo de la práctica.
2. Trabaja con ejemplares vivos bajo anestesia ligera, utilizando especies disponibles en el laboratorio, preferentemente tilapia (*Oreochromis spp.*) o totoaba (*Totoaba macdonaldi*) durante su temporada reproductiva.

3. Prepara la solución anestésica (aceite de clavo, eugenol u otro agente aprobado) siguiendo las indicaciones del docente, y verifica la reducción del movimiento opercular antes de la manipulación.
4. Coloca cada pez anestesiado sobre una superficie húmeda o charola acolchada, asegurando la oxigenación de las branquias mediante gasa o paño humedecido.
5. Observa externamente los caracteres sexuales secundarios (coloración, forma de las aletas, papila genital) e identifica preliminarmente el sexo.
6. Procede a la canulación o palpación genital para obtener una pequeña muestra de gametos o fluido gonadal:
  - Introduce suavemente una cánula plástica estéril por el poro genital.
  - Aplica una ligera presión abdominal para favorecer la salida de fluido.
  - Deposita la muestra sobre un portaobjetos para su observación.
7. Examina el material obtenido bajo el microscopio óptico para identificar el tipo de célula sexual presente (espermatozoides, ovocitos, óvulos) y su grado de madurez.
8. Clasifica el estado gonadal del ejemplar con base en la escala de madurez establecida (I: inmaduro, II: en desarrollo, III: maduro, IV: desovado o regresión), según los criterios del docente o referencia utilizada.
9. Registra las observaciones en la hoja de datos, anotando especie, sexo, longitud, peso y estadio gonadal.
10. Coloca una vez finalizada la observación, los organismos en un recipiente con agua limpia y aireación para su recuperación antes de devolverlos a su sistema de origen.
11. Limpia cuidadosamente el área y el material utilizado, asegurando la desinfección de cánulas y portaobjetos.
12. Elabora un reporte técnico individual o de equipo, incluyendo:
  - Descripción de los procedimientos realizados.
  - Fotografías o esquemas de observación microscópica.
  - Clasificación gonadal y análisis de la proporción de sexos.
  - Reflexión sobre la utilidad de la valoración gonadal en el manejo reproductivo.
13. Entrega el reporte y la bitácora de práctica dentro del plazo establecido para su evaluación y retroalimentación docente.

### **Recursos de apoyo**

- Peces vivos (tilapia u otra especie disponible; totoaba en época reproductiva)
- Solución anestésica (aceite de clavo, eugenol u otro autorizado)
- Cánulas plásticas estériles y lubricante hidrosoluble
- Microscopio óptico y portaobjetos
- Charola o superficie húmeda acolchada
- Recipientes con agua limpia y aireación para recuperación
- Guantes, bata de laboratorio y material de limpieza
- Hojas de registro y bitácora del laboratorio
- Bibliografía: Lagler et al. (1984)

## Práctica 4: Activación espermática y observación de viabilidad en peces

### **Duración**

3 horas

### **Procedimiento**

1. Atiende las indicaciones generales de su docente para el desarrollo de la práctica.
2. Trabaja con ejemplares vivos bajo anestesia ligera, utilizando especies disponibles en el laboratorio, preferentemente tilapia (*Oreochromis* spp.) o totoaba (*Totoaba macdonaldi*) durante la época reproductiva.
3. Prepara la solución anestésica (aceite de clavo o eugenol diluido) y verifica que los peces presentan movimiento opercular reducido antes de manipularlos.
4. Coloca el ejemplar anestesiado sobre una charola o superficie húmeda acolchada, asegurando la humedad constante en las branquias mediante una gasa empapada.
5. Identifica el sexo del organismo y selecciona un macho con gónadas desarrolladas o presencia de fluido seminal.
6. Limpia suavemente la zona genital con papel húmedo o gasa para evitar contaminación.
7. Colecta mediante palpación o ligera presión abdominal, una pequeña cantidad de semen sobre un portaobjetos seco.
8. Coloca una gota del semen sobre el portaobjetos y añade una gota de agua o solución activadora (por ejemplo, agua destilada o solución salina ajustada) para inducir la activación espermática.
9. Observa inmediatamente al microscopio óptico (40x) y evalúa el porcentaje de movilidad espermática (activos/inmóviles) y el tiempo aproximado de duración del movimiento.
10. Registra las observaciones de velocidad, patrón de movimiento y duración total de la motilidad.
11. Realiza si se dispone del equipo, una microfilmación o captura de video de la muestra para análisis posterior.
12. Repite el procedimiento con al menos tres machos diferentes para comparar la variabilidad individual.
13. Coloca una vez finalizada la observación, los peces en un recipiente con agua limpia y aireación, hasta su recuperación completa antes de devolverlos al sistema de origen.
14. Limpia el área y el material utilizado, asegurando la desinfección de portaobjetos y herramientas.
15. Elabora un reporte técnico individual o de equipo, que incluya:
  - Descripción del procedimiento.
  - Fotografías o esquemas de la observación microscópica.
  - Estimación del porcentaje de movilidad espermática y duración.
  - Discusión sobre la importancia de la calidad espermática en la reproducción controlada.
16. Entrega el reporte y la bitácora dentro del plazo establecido para su evaluación y retroalimentación docente.

### **Recursos de apoyo**

- Peces vivos (tilapia o totoaba en época reproductiva)
- Solución anestésica (aceite de clavo o eugenol)
- Charola o superficie húmeda acolchada
- Gasa o paño húmedo
- Portaobjetos y cubreobjetos
- Microscopio óptico (40x o superior)
- Solución activadora (agua destilada, salina o formulación indicada)
- Guantes, bata y material de limpieza
- Recipientes con agua aireada para recuperación de organismos
- Hojas de registro y bitácora del laboratorio
- Bibliografía: Bromage & Roberts (1995)

### **Práctica 5: Valoración de la posición de la vesícula germinal en ovocitos**

#### ***Duración***

3 horas

#### ***Procedimiento***

1. Atiende las indicaciones generales de su docente para el desarrollo de la práctica.
2. Utiliza hembras vivas bajo anestesia ligera —preferentemente tilapia (*Oreochromis spp.*) o totoaba (*Totoaba macdonaldi*) durante su periodo reproductivo—, o bien muestras ováricas previamente fijadas proporcionadas por el docente.
3. Si se trabaja con organismos vivos, prepara la solución anestésica (aceite de clavo o eugenol) y coloca el pez sobre una charola húmeda, manteniendo la humedad en las branquias con una gasa empapada.
4. Realiza la canulación ovárica introduciendo suavemente una cánula plástica estéril lubricada con solución salina para obtener una pequeña muestra de ovocitos.
5. Coloca algunos ovocitos en un portaobjetos con una gota de solución fisiológica y observarlos al microscopio estereoscópico o de luz.
6. Identifica la posición de la vesícula germinal (núcleo) dentro del ovocito con apoyo del profesor y, cuando se indique, empleando soluciones químicas autorizadas para mejorar el contraste o la visualización.
7. Registra la proporción de ovocitos en cada estado y determina el grado de madurez gonadal de la hembra o de la muestra observada.
8. Limpia y desinfecta el material utilizado; en el caso de organismos vivos, recupéralos en agua limpia con aireación antes de devolverlos al sistema.
9. Elabora un reporte técnico que incluya: especie (si aplica), longitud y peso; imágenes o esquemas de los ovocitos; y la clasificación del estado madurativo con su interpretación.
10. Entrega el reporte y la bitácora dentro del plazo establecido para su evaluación y retroalimentación docente.

#### ***Recursos de apoyo***

- Hembras vivas (tilapia o totoaba) o muestras ováricas fijadas

- Solución anestésica (aceite de clavo o eugenol)
- Cánulas plásticas estériles y lubricante hidrosoluble
- Microscopio óptico y estereoscópico
- Portaobjetos, cubreobjetos y solución fisiológica
- Soluciones químicas autorizadas por el docente para contraste/visualización
- Charola húmeda, gasa y recipientes con agua aireada
- Guantes, bata y material de limpieza
- Hojas de registro y bitácora del laboratorio

## **Práctica 6: Desarrollo embrionario y larval de peces**

### ***Duración***

3 horas

### ***Procedimiento***

1. Atiende las indicaciones generales de su docente para el desarrollo de la práctica.
2. Utiliza muestras embrionarias o larvas de peces obtenidas del laboratorio o proporcionadas por el docente. Dependiendo de la época del año y del éxito en los procesos de reproducción, podrán emplearse etapas tempranas vivas de cultivo o muestras previamente fijadas.
3. Observa bajo el microscopio estereoscópico o de luz las diferentes etapas de desarrollo embrionario (fecundación, segmentación, gastrulación, organogénesis y eclosión).
4. Identifica los cambios morfológicos asociados al desarrollo larval, como la absorción del saco vitelino, apertura bucal, aparición de pigmentación y desarrollo inicial de aletas.
5. Registra las observaciones en tus hojas de laboratorio, indicando la fase, tiempo estimado y estructuras visibles en cada muestra.
6. Con apoyo del docente, compara los patrones de desarrollo entre especies cultivadas (por ejemplo, tilapia, totoaba u otras especies disponibles), destacando diferencias en tamaño, coloración y duración del proceso.
7. Si se trabaja con material vivo, mantén las condiciones controladas de oxigenación y temperatura, respetando las normas de bienestar animal y evitando el manejo excesivo.
8. Elabora una secuencia ilustrada o esquema comparativo del desarrollo embrionario y larval con base en las observaciones.
9. Integra un reporte técnico o infografía que describa las etapas observadas y su relevancia para el manejo y alimentación en sistemas de cultivo.
10. Entrega el reporte y la bitácora dentro del plazo establecido para su evaluación y retroalimentación.

### ***Recursos de apoyo***

- Muestras embrionarias o larvas (vivas o fijadas) de especies cultivadas
- Microscopio estereoscópico o de luz transmitida.



- Portaobjetos, cubreobjetos y solución fisiológica o fijadora
- Pinzas finas, gasa y material de observación
- Hojas de registro y bitácora del laboratorio
- Guantes, bata y material de limpieza
- Bibliografía: Balón (1985); Watanabe (1999)

## **Práctica 7: Biometrías y crecimiento**

### ***Duración***

3 horas

### ***Procedimiento***

1. Atiende las indicaciones generales de su docente para el desarrollo de la práctica.
2. Utiliza peces cultivados disponibles en laboratorio o unidad experimental, preferentemente tilapia, totoaba u otra especie en crecimiento.
3. Prepara el equipo de medición (ictiómetro, báscula, oxímetro y termómetro) y asegúrate de que los instrumentos estén limpios y calibrados.
4. Pesa y mide individualmente a cada organismo, registrando longitud total, longitud estándar y peso corporal.
5. Calcula los índices morfométricos básicos (factor de condición, tasa de crecimiento relativo y relación peso-longitud) siguiendo las fórmulas indicadas por el docente.
6. Compara los resultados con registros previos o posteriores para analizar el crecimiento del lote, si la práctica forma parte de un seguimiento temporal.
7. Registra los datos en hojas o planillas electrónicas y elabora gráficas de crecimiento o dispersión para visualizar la relación entre peso y longitud.
8. Analiza cómo factores ambientales (temperatura, densidad, alimentación) influyen en la tasa de crecimiento observada.
9. Devuelve los peces a su sistema de origen una vez completada la toma de datos, procurando su rápida recuperación y mínima manipulación.
10. Elabora un reporte técnico o informe breve que incluya:
  - Tabla de mediciones individuales.
  - Cálculos de índices morfométricos.
  - Gráficas y análisis de resultados.
  - Conclusiones sobre la variación del crecimiento.
11. Entrega el reporte y la bitácora dentro del plazo establecido para su evaluación y retroalimentación.

### ***Recursos de apoyo***

- Peces cultivados (tilapia, totoaba u otras especies disponibles)
- Ictiómetro, báscula y termómetro
- Oxímetro y material auxiliar de registro
- Hojas o planillas electrónicas para análisis de datos
- Guantes, bata y toalla húmeda para manipulación de organismos

- Recipientes con agua aireada para recuperación
- Bibliografía: Timmons & Ebeling (2013)

## **Práctica 8: Registro y bitácoras de información**

### **Duración**

2 horas

### **Procedimiento**

1. Atiende las indicaciones generales de su docente para el desarrollo de la práctica.
2. Revisa los formatos de registro y control utilizados en las unidades de cultivo, incluyendo bitácoras de alimentación, crecimiento, mortalidad, calidad del agua y observaciones técnicas.
3. Analiza ejemplos reales o simulados de bitácoras productivas y de laboratorio, identificando los campos esenciales y la forma correcta de anotar los datos.
4. Simula en equipo, el llenado de una bitácora de cultivo con base en un conjunto de datos proporcionados por el docente (densidades, biometrías, alimentación, temperatura, oxígeno, etc.).
5. Revisa la coherencia y consistencia de la información registrada, aplicando criterios de trazabilidad y control de calidad.
6. Discute en grupo la importancia del registro sistemático de datos para la toma de decisiones técnicas y la evaluación del desempeño de los lotes en cultivo.
7. Elabora una plantilla de registro o formato digital (por ejemplo, en Excel, Google Sheets o cuaderno de campo) adaptado al tipo de sistema de cultivo trabajado.
8. Integra un reporte breve o infografía que explique el flujo de información desde la recolección de datos hasta su análisis y uso técnico.
9. Entrega el formato diseñado, la bitácora simulada y la bitácora individual dentro del plazo establecido para su evaluación y retroalimentación docente.

### **Recursos de apoyo**

- Ejemplos de bitácoras y registros productivos
- Hojas o planillas de registro (papel o digital)
- Computadora con software de hoja de cálculo (Excel, Google Sheets, etc.)
- Marcadores, cuaderno o libreta de campo
- Bibliografía

## **X. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE CAMPO**

### **Unidad VI. Piscicultura como actividad productiva y social**

## **Práctica 1: Visita guiada a una unidad de producción acuícola**

### ***Duración***

16 horas

### ***Procedimiento***

1. Atiende a las indicaciones de recepción y presentación por el responsable o personal técnico en la visita de campo a unidad de producción acuícola.
2. Recorre las instalaciones de manera guiada para observar y describir los componentes principales;
  - a. Observación de operaciones diarias: alimentación, limpieza, muestreos, control sanitario.
  - b. Interacción con el personal para resolver dudas y comprender procedimientos operativos.
3. Compara con lo aprendido teóricamente y discute los aspectos técnicos y desafíos.
4. Retroalimenta en sesión con el instructor para aclarar conceptos y compartir experiencias.
5. Participa en la reflexión sobre la importancia del manejo responsable, la seguridad y el respeto al medio ambiente.
6. Elabora un reporte o presentación que documente la experiencia y los aprendizajes y recibe retroalimentación docente.

### ***Recursos de apoyo***

- Seguro facultativo activo
- Vehículo de traslado de UABC
- Libreta de campo
- Cámara fotográfica o Celular

## **XI. MÉTODO DE TRABAJO**

### **Encuadre**

El primer día de clase, cada persona docente debe establecer de forma clara y formal:

- La metodología de trabajo
- Criterios de evaluación y rúbricas
- Reglas sobre la calidad y entrega de trabajos académicos
- Derechos y obligaciones del docente y los estudiantes

Esto debe quedar registrado y comunicado por medios institucionales (como Blackboard o correo institucional).

### **Estrategia de enseñanza**

- Aprendizaje basado en casos

- Aprendizaje basado en proyectos
- Aprendizaje colaborativo
- Discusión guiada
- Estudio de caso
- Técnica expositiva
- Proyectos integradores o interdisciplinarios
- Simulación de casos reales
- Trabajo de campo guiado

### Estrategia de aprendizaje

- Elaboración de organizadores gráficos (infografías, mapas mentales, mapas conceptuales)
- Investigación acción participativa
- Investigación documental
- Investigación empírica
- Práctica reflexiva / Práctica reflexiva en campo
- Resolución de problemas
- Toma de apuntes estratégicos
- Trabajo colaborativo
- Trabajo de campo autónomo o investigativo

## XII. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Para tener derecho a examen ordinario y extraordinario cada estudiante debe cumplir con los porcentajes de asistencia que establece el Estatuto Escolar vigente. La calificación es en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 60.

|                                      |      |
|--------------------------------------|------|
| – Evaluaciones parciales (3)         | 25%  |
| – Prácticas taller/laboratorio/campo | 35%  |
| – Tareas                             | 15%  |
| – Actividades (Seminarios)           | 15%  |
| – Participación                      | 10%  |
| <i>Total</i>                         | 100% |

## XIII. REFERENCIAS

### Recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

Bromage, N. R., & Roberts, R. J. (1995). *Broodstock management and egg and larval quality*. Blackwell Science. [clásica]

- Brown, L. (2000). *Acuicultura para veterinarios: Producción y clínica de peces*. Editorial Acribia. [clásica]
- Dong, S. L., Tian, X. L., Gao, K. F., & Dong, Y. W. (2023). *Aquaculture ecology*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-981-19-5486-3>
- Farrell, A. P. (Ed.). (2011). *Encyclopedia of fish physiology: From genome to environment*. Elsevier. [clásica]
- Galaviz-Espinoza, M., López-Acuña, L., & Sandoval-Garibaldi, G. (2024). Cultivo y nutrición de larvas de *Totoaba macdonaldi*. En *Crianza y nutrición de Totoaba macdonaldi*. Universidad Autónoma de Baja California.
- Hoar, W. S., & Randall, D. J. (1969). *Fish physiology*. Academic Press. [clásica]
- Norris, D. O., & López, K. H. (2011). *Hormones and reproduction of vertebrates: Fishes*. Academic Press. <https://doi.org/10.1016/C2009-0-01700-0> [clásica]
- Rahimi-Midani, A. (2023). *Deep technology for sustainable fisheries and aquaculture*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-981-99-4917-5>
- Sarma, D., Chandra, S., & Kumar Mallik, S. (2024). *Aquaculture and conservation of inland coldwater fishes*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-981-97-1790-3>
- True, C. D. (2012). *Desarrollo de la biotecnia de cultivo de Totoaba macdonaldi* (Tesis doctoral). Universidad Autónoma de Baja California. <https://drive.google.com/file/d/0ByZyFBRL67c0YWV0dVNrTkE0REU/view> [clásica]
- True, C. D., & Ibarra-Castro, L. (2024). *Reproducción de Totoaba macdonaldi en cautiverio*. Universidad Autónoma de Baja California.
- Yoshida, M., & Asturiano, J. F. (2021). *Reproduction in aquatic animals: From basic biology to aquaculture technology*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-981-15-2290-1>
- Yúfera, M. (2018). *Emerging issues in fish larvae research*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-73244-2> [clásica]

### Recursos de acceso libre o complementarios externos

- Rottmann, R. W., Shireman, J. V., & Chapman, F. A. (1991a). *Hormonal control of reproduction in fish for induced spawning* (SRAC Publication No. 424). Southern Regional Aquaculture Center. <https://srac.msstate.edu/pdfs/Fact%20Sheets/424%20Hornonal%20Control%20of%20Reproduction%20in%20Fish%20for%20Induced%20Spawning.pdf> [clásica]

- Rottmann, R. W., Shireman, J. V., & Chapman, F. A. (1991b). *Hormone preparation, dosage calculation, and injection techniques for induced spawning of fish* (SRAC Publication No. 425). Southern Regional Aquaculture Center.  
<https://srac.msstate.edu/pdfs/Fact%20Sheets/425%20Hormone%20Preparation,%20Dosage%20Calculation,%20and%20Injection%20Techniques%20for%20Induced%20Spawning%20of%20Fish.pdf> [clásica]
- Rottmann, R. W., Shireman, J. V., & Chapman, F. A. (1991c). *Introduction to hormone-induced spawning of fish* (SRAC Publication No. 421). Southern Regional Aquaculture Center.  
<https://srac.msstate.edu/pdfs/Fact%20Sheets/421%20Introduction%20to%20Hormone-Induced%20Spawning%20of%20Fish.pdf> [clásica]
- Rottmann, R. W., Shireman, J. V., & Chapman, F. A. (1991d). *Techniques for taking and fertilizing the spawn of fish* (SRAC Publication No. 426). Southern Regional Aquaculture Center.  
<https://srac.msstate.edu/pdfs/Fact%20Sheets/426%20Techniques%20for%20Taking%20and%20Fertilizing%20the%20Spawn%20of%20Fish.pdf> [clásica]

#### XIV. PERFIL DOCENTE

La persona docente a impartir esta unidad de aprendizaje debe contar con grado de maestría o doctorado en áreas afines a las Ciencias Naturales, Biología, Acuicultura o Biotecnología, con experiencia docente o profesional en temas de cultivo y manejo de organismos acuáticos. Se recomienda contar con dominio funcional de inglés técnico básico, idealmente B1 o superior. Ser una persona proactiva, ética y comprometida con la formación integral de los estudiantes, que promueva la responsabilidad ambiental, el pensamiento crítico y la sostenibilidad acuícola.



**PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE**

**I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN**

|                                            |                                                                                                                                                                     |
|--------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Unidad académica:</b>                   | Facultad de Ciencias Marinas, Ensenada                                                                                                                              |
| <b>Programa educativo:</b>                 | Biotechnología en Acuicultura                                                                                                                                       |
| <b>Plan de Estudios:</b>                   | 2026-2                                                                                                                                                              |
| <b>Nombre de la unidad de aprendizaje:</b> | Biotechnología de Macroalgas                                                                                                                                        |
| <b>Clave:</b>                              |                                                                                                                                                                     |
| <b>Distribución horaria:</b>               | Horas Clase: 02<br>Horas Taller: 01<br>Horas Laboratorio: 03<br>Horas Práctica de Campo: 01<br>Horas Clínicas: 00<br>Horas Extra-clase: 02<br><br>Créditos:09       |
| <b>Etapas de formación:</b>                | Terminal                                                                                                                                                            |
| <b>Carácter:</b>                           | Obligatoria                                                                                                                                                         |
| <b>Requisito:</b>                          | Ninguna.                                                                                                                                                            |
| <b>Modalidad de impartición:</b>           | Presencial                                                                                                                                                          |
| <b>Equipo de diseño:</b>                   | Ricardo Cruz López<br>Alejandra Ferreira Arrieta<br>Jose Miguel Sandoval Gil<br>Rosario Jara Montañez<br>José Ernesto Sampedro Avila<br>Jorge Manuel López Calderón |
| <b>Subdirección que aprueba el PUA:</b>    | Patricia Alvarado Graef                                                                                                                                             |
| <b>Fecha:</b>                              | 25 de febrero de 2026                                                                                                                                               |
| <b>Aprobación y registro:</b>              |                                                                                                                                                                     |

## **II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE**

La unidad de aprendizaje de Biotecnología de Macroalgas es fundamental dentro de la disciplina de la acuicultura, ya que contribuye a diversificar y fortalecer la producción de macroalgas de interés comercial, alineándose con las tendencias actuales de innovación biotecnológica y manejo sustentable de recursos marinos. Esta unidad de aprendizaje permite al estudiantado tener conocimientos y habilidades prácticas para el diseño, implementación y manejo de técnicas de cultivo de macroalgas, tanto en sistemas de estanques en tierra como en cultivo marino. Se ubica en la etapa terminal de la Licenciatura de Biotecnología en Acuicultura, es de carácter obligatorio y pertenece al área de conocimiento de Biotecnología.

## **III. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE**

Desarrollar cultivos de macroalgas mediante la aplicación de fundamentos teóricos y técnicas de acuicultura con la normativa vigente del sector para producir biomasa de manera comercial y sostenible, con responsabilidad ambiental, actitud proactiva y compromiso con las necesidades productivas y sociales de la región.

## **IV. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE**

- Portafolio de evidencias con reportes de laboratorio y de campo en equipo que incluya: una portada, resumen, abstract, introducción, objetivos métodos, resultados, discusión, conclusión y referencias.
- Proyecto técnico que incluya el diseño del sistema de cultivo, proyecciones de producción, presupuesto estimado y análisis de viabilidad técnica y ambiental.

## **V. COMPETENCIA PROFESIONAL DEL PERFIL DE EGRESO A LA QUE CONTRIBUYE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE**

Implementar y adaptar tecnologías de cultivo y manejo acuícola, mediante el análisis técnico de sistemas existentes y la aplicación de soluciones innovadoras acordes a distintas especies y entornos, para mejorar la producción de especies de importancia comercial de forma eficiente y sostenible, respondiendo a las condiciones socioambientales y económicas del país, con ética profesional y responsabilidad.

## **VI. EJE TRANSVERSAL AL QUE CONTRIBUYE**

Compromiso con la Responsabilidad Social y Excelencia.



## **VII. DESARROLLO POR UNIDADES**

### **Unidad I. Antecedentes sobre el aprovechamiento y cultivo de macroalgas**

#### **Competencia**

Interpretar el marco histórico del cultivo de macroalgas y su aprovechamiento, así como su importancia ecológica, económica y social, mediante la revisión bibliográfica, para identificar los casos pertinentes para desarrollarse en México, con una actitud positiva, responsabilidad y respeto.

#### **Contenido**

- 1.1. Utilización comercial de las macroalgas, antecedentes históricos y situación actual
- 1.2. Oportunidades para el aprovechamiento de las macroalgas en México
- 1.3. Justificación del cultivo

#### **Duración**

4 horas

### **Unidad II. Características de la industria del cultivo y la industria de las macroalgas a nivel nacional y mundial**

#### **Competencia**

Distinguir los diversos usos de las macroalgas a través de su función, composición química y sus aplicaciones mediante la producción sostenible de macroalgas para identificar las oportunidades de desarrollo en México, con enfoque en la generación de empleos, con actitud reflexiva y responsabilidad.

#### **Contenido**

- 2.1. La industria de los ficocoloides
- 2.2. Las macroalgas como alimento
- 2.3. Las macroalgas como bio-suplemento (forraje, fertilizante, cosméticos y otros)
- 2.4. Las macroalgas para biocombustibles
- 2.5. Acuicultura multitrófica integrada
- 2.6. Biofiltros
- 2.7. Sumidero de Carbono
- 2.8. Aspectos sociales y ambientales

#### **Duración**

4 horas

### **Unidad III. Patrones generales de reproducción**

#### **Competencia**

Comparar los diferentes mecanismos de reproducción de las macroalgas mediante biotecnologías específicas para los diferentes grupos de macroalgas (rojas, verdes y pardas) para implementar su cultivo, con cuidado del medio ambiente y responsabilidad.

#### **Contenido**

- 3.1. Historia de vida de las macroalgas pardas
- 3.2. Historia de vida de las macroalgas rojas
- 3.3. Historia de vida de las macroalgas verdes

#### **Duración**

4 horas

### **Unidad IV. Fisiología del crecimiento**

#### **Competencia**

Analizar la influencia de variables físicas y químicas en el crecimiento y reproducción de las macroalgas por medio del estudio del efecto de las condiciones ambientales para optimizar su crecimiento a través del cultivo, de manera responsable y cuidando el medio ambiente.

#### **Contenido**

- 4.1. Luz y fotosíntesis
- 4.2. Nutrientes limitantes
- 4.3. Influencia de parámetros físicos y químicos en el crecimiento de las macroalgas
- 4.4. Métodos de evaluación de biomasa y crecimiento en el campo

#### **Duración**

4 horas

### **Unidad V. Composición química general de las macroalgas**

#### **Competencia**

Analizar la composición química de macroalgas, por medio de casos de estudio y referentes teóricos para definir su mejor aplicación en cultivo que favorezca la producción sustentable con pensamiento crítico, reflexivo y compromiso.

#### **Contenido**

- 5.1. Composición proximal de las macroalgas verdes, pardas y rojas
- 5.2. Inducción a la producción de compuestos específicos mediante condiciones de cultivo
- 5.3. Generalidades de los carbohidratos y proteínas de las macroalgas
- 5.4. Generalidades de metabolitos secundarios de las macroalgas

***Duración***

4 horas

**Unidad VI. Del cultivo a la producción comercial de macroalgas*****Competencia***

Calcular las tasas de producción de las macroalgas, mediante estudios de caso, para determinar las necesidades de escalamiento comercial de un cultivo, con actitud crítica y responsable.

***Contenido***

- 6.1. Estimaciones del crecimiento de las macroalgas en cultivo
- 6.2. Estimaciones de producción por unidad de área en cultivo de macroalgas

***Duración***

4 horas

**Unidad VII. Escalamiento de cultivos y aspectos relevantes de manejo*****Competencia***

Desarrollar un cultivo experimental, mediante la identificación de las condiciones de su escalamiento a nivel comercial para la generación de empleos en la producción sustentable de macroalgas a favor de la protección de las praderas naturales con cuidado al ambiente, trabajo colaborativo y disciplina.

***Contenido***

- 7.1. Escalamiento de cultivos y aspectos relevantes de manejo
- 7.2. Selección de sitios de cultivo *in situ*
- 7.3. Maricultivos en lugares protegidos
- 7.4. Cultivos en tanques y pozas
- 7.5. Manejo post-cosecha y secado

***Duración***

4 horas

**Unidad VIII. Cultivo de macroalgas en Sistemas Multitróficos Integrados (IMTA)*****Competencia***

Analizar los principios y beneficios de los sistemas de acuicultura multitrófica integrada (IMTA, Integrated Multitrophic Aquaculture) mediante la evaluación de su papel en la biotecnología, el reciclaje de nutrientes y la producción de biomasa de alto valor, al considerar los aspectos financieros, ecológicos y ambientales, para el cultivo sostenible de macroalgas con objetividad y de manera integral.

### **Contenido**

- 8.1. Introducción a los Sistemas Multitróficos Integrados (IMTA)
- 8.2. Especies de macroalgas clave y casos de estudio en IMTA
- 8.3. Consideraciones técnicas y manejo en sistemas IMTA con macroalgas
- 8.4. Aplicaciones de la biomasa de macroalgas producida en IMTA

### **Duración**

4 horas

## **VIII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER**

### **Unidad I. Antecedentes sobre el aprovechamiento y cultivo de macroalgas**

### **Unidad II. Características de la industria del cultivo y la industria de las macroalgas a nivel nacional y mundial**

#### **Práctica 1: Industria del cultivo de macroalgas**

### **Duración**

4 horas

### **Procedimiento**

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Recibe una lectura sobre el estado del conocimiento del cultivo de macroalgas, por parte del docente.
3. Analiza la información de la lectura.
4. Identifica puntos débiles de la investigación.
5. Socializa con el grupo sus hallazgos.
6. Recibe retroalimentación por parte del docente.
7. Realiza un análisis crítico de la lectura y lo entrega al docente.

### **Recursos de apoyo**

- Bibliografía especializada.
- Dispositivo móvil.
- Acceso a internet.
- Proyector.
- Cuaderno.
- Pluma o lápiz.

### **Unidad III. Patrones generales de reproducción**

### **Unidad IV. Fisiología del crecimiento**

#### **Práctica 2: Reproducción y fisiología de macroalgas**

### **Duración**

4 horas

### **Procedimiento**

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Recibe una lectura sobre los patrones generales de reproducción y la fisiología del crecimiento de macroalgas por parte del docente.
3. Analiza la información de la lectura.
4. Identifica puntos débiles de la investigación.
5. Socializa con el grupo sus hallazgos.
6. Recibe retroalimentación por parte del docente.
7. Realiza un análisis crítico de la lectura y lo entrega al docente.

### **Recursos de apoyo**

- Bibliografía especializada.
- Computadora.
- Cuaderno.
- Pluma o lápiz.
- Proyector.
- Dispositivo móvil.
- Internet disponible.

## **Unidad V. Composición química general de las macroalgas**

## **Unidad VI. Del cultivo a la producción comercial de macroalgas**

### **Práctica 3: Composición química y producción comercial de macroalgas**

#### **Duración**

4 horas

#### **Procedimiento**

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Recibe una lectura sobre la composición química y producción comercial de macroalgas, por parte del docente.
3. Analiza la información de la lectura.
4. Identifica puntos débiles de la investigación.
5. Socializa con el grupo sus hallazgos.
6. Recibe retroalimentación por parte del docente.
7. Realiza un análisis crítico de la lectura y lo entrega al docente.

#### **Recursos de apoyo**

- Bibliografía especializada.
- Dispositivo móvil.
- Acceso a internet.
- Proyector.

- Cuaderno.
- Pluma o lápiz.

## **Unidad VII. Escalamiento de cultivos y aspectos relevantes de manejo**

## **Unidad VIII. Cultivo de macroalgas en Sistemas Multitróficos Integrados (IMTA)**

### **Práctica 4: Escalamiento y sistemas integrados de macroalgas**

#### ***Duración***

4 horas

#### ***Procedimiento***

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Recibe una lectura sobre el escalamiento y sistemas integrados de macroalgas, por parte del docente.
3. Analiza la información de la lectura.
4. Identifica puntos débiles de la investigación.
5. Socializa con el grupo sus hallazgos.
6. Recibe retroalimentación por parte del docente.
7. Realiza un análisis crítico de la lectura y lo entrega al docente.

#### ***Recursos de apoyo***

- Bibliografía especializada.
- Dispositivo móvil.
- Acceso a internet.
- Proyector.
- Cuaderno.
- Pluma o lápiz.

## **IX. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO**

### **Unidad I: Instalaciones de un laboratorio acuícola de macroalgas**

#### **Práctica 1: Tratamiento de agua de mar y las instalaciones de un laboratorio acuícola de macroalgas**

#### ***Duración***

3 horas

#### ***Procedimiento***

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Recorre las áreas externas del Laboratorio de Botánica Marina para observar las pozas y estanques de cultivo, líneas de aireación y sistemas de recirculación de agua de mar.

3. Reconoce las áreas internas del laboratorio e identifica los equipos y sistemas asociados al cultivo de macroalgas (cámaras de crecimiento, balanzas, microscopios, áreas de reactivos y fotobiología).
4. Identifica los procesos de tratamiento del agua de mar en los laboratorios húmedos (filtración, autoclave, biofiltración y desinfección por luz UV).
5. Analiza los distintos niveles de cultivo según las fases de desarrollo de las macroalgas y determina el tratamiento adecuado para cada área observada.
6. Integra equipos de trabajo para comparar los sistemas de cultivo a nivel de investigación y comercial, y discutir sus diferencias, similitudes y posibles áreas de mejora.
7. Obtiene un cuestionario proporcionado por el personal docente, con preguntas sobre la metodología empleada y la aplicación de los resultados obtenidos.
8. Recibe retroalimentación del personal docente sobre las observaciones y conclusiones del grupo, y responde un breve cuestionario de reflexión sobre la aplicabilidad de los sistemas observados en distintos contextos costeros de México.

### ***Recursos de apoyo***

- Cámaras de cultivo.
- Microscopios.
- Autoclave.
- Tarjas de cultivo.
- Sistemas de filtración.
- Sistemas de bombeo.
- Equipos de enfriamiento de agua de mar.
- Manuales sobre cultivos de macroalgas comerciales.
- Cuestionario de opción múltiple para resolver.

## Unidad 2: La irradiancia como variable crítica en la implementación de cultivos de las macroalgas

### Práctica 2. Curvas de fotosíntesis versus irradiancia (P–E) como herramienta para fijar la irradiancia de cultivo

#### **Duración**

9 horas

#### **Procedimiento**

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Analiza los componentes del sistema de fotobiología y su función dentro del proceso de medición de la fotosíntesis (fuente y regulación de luz, cámaras respirométricas, sensores de oxígeno y control de temperatura).
3. Reconoce los principios básicos del funcionamiento del sistema y los instrumentos utilizados para medir irradiancia.
4. Fija la irradiancia de trabajo utilizando el irradiómetro para calibrar la fuente de luz.
5. Trabaja con tres macroalgas representativas de los principales grupos: *Ulva ohnoi* (verde), *Gracilaria spp.* (roja) y *Macrocystis pyrifera* (parda). Prepara el tejido estandarizando la masa fresca y la temperatura de trabajo.
6. Integra equipos de trabajo por grupo de macroalga para montar las cámaras respirométricas y aplicar diferentes niveles de irradiancia, registrando las tasas de producción de oxígeno disuelto.
7. Analiza los datos obtenidos para elaborar curvas P-E y determinar la irradiancia óptima de cultivo.
8. Prepara una breve presentación por equipo para exponer los resultados obtenidos y discutir las diferencias en fotosíntesis máxima e irradiancia de saturación entre los grupos de algas analizados.
9. Recibe retroalimentación del personal docente sobre la interpretación de las curvas P–E y la aplicación de los resultados en el diseño y manejo de cultivos de macroalgas.
10. Obtiene un cuestionario proporcionado por el personal docente, con preguntas sobre la metodología empleada y la aplicación de los resultados obtenidos.
11. Responde un cuestionario sobre la metodología empleada y la aplicación de los resultados para evaluar y fijar la irradiancia en los cultivos.
12. Recibe retroalimentación por parte del docente.



### **Recursos de apoyo**

- Sistema de respirómetros de fotobiología
- Irradiómetros
- Optodos de medición de oxígeno
- Termocirculador
- Muestras de macroalgas
- Agua de mar filtrada
- Computadora portátil
- Cuestionario

## **Unidad II: Producción de plántulas pardas Laminariales y escalamiento en laboratorio**

### **Práctica 3: Preparación de medios de cultivo de macroalgas pardas Laminariales**

#### **Duración**

3 horas

#### **Procedimiento**

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Recibe explicación con diapositivas sobre los medios de cultivo empleados en macroalgas de importancia comercial.
3. Analiza el diseño básico de las soluciones madre del medio Provasoli, así como sus posibles modificaciones según la escala de producción (pequeña o comercial).
4. Prepara, limpia y esteriliza el material de laboratorio (cristalería, puntas, espátulas, entre otros).
5. Prepara las soluciones madre del medio Provasoli (macro/micronutrientes, vitaminas).
6. Conserva y almacena las soluciones madre en oscuridad y a 4 °C.
7. Prepara el agua de mar para cultivo: filtra y/o esteriliza, ajusta salinidad y pH, y enriquece con Provasoli.
8. Consulta la guía proporcionada por el personal docente para la redacción de los materiales y métodos empleados.
9. Redacta claramente los materiales y métodos de la preparación de soluciones madre y el enriquecimiento del agua de mar para las fases tempranas (esporas y gametófitos) de algas pardas Laminariales en su bitácora de laboratorio.
10. Recibe retroalimentación por parte del docente.

### **Recursos de apoyo**

- Cristalería, puntas de micropipeta, espátulas.
- Microbalanza.
- Reactivos.
- Sistema de filtración de agua de mar (mecánico y UV).
- Autoclave.
- Refrigerador.
- Proyector y computadora.
- Presentación con diapositivas.

### **Práctica 4: Preparación de carretes de cultivo de macroalgas pardas Laminariales**

#### **Duración**

3 horas

#### **Procedimiento**

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Recibe del personal docente materiales para preparación de sustrato de fijación.
3. Efectúa recorte, lavado de hilo nylon y PVC para armar carrete de cultivo.
4. Registra en la bitácora las observaciones del proceso de elaboración de carrete de cultivo.
5. Consulta la guía proporcionada por el personal docente para la redacción de los materiales y métodos empleados.
6. Redacta los materiales y métodos empleados durante la práctica en su bitácora.
7. Recibe retroalimentación por parte del docente.

### **Práctica 5: Inducción a la esporulación de macroalgas pardas Laminariales**

#### **Duración**

6 horas

#### **Procedimiento**

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Recibe del personal docente las frondas fértiles de *Macrocystis pyrifera* y *Eisenia arborea* para su procesamiento.
3. Aplica el procedimiento de limpieza superficial de los soros para eliminar impurezas de microorganismos adheridos.
4. Efectúa la desecación del tejido colocándolo sobre papel absorbente durante 30 minutos, con el fin de inducir estrés.

5. Rehidrata el tejido en agua de mar esterilizada a una temperatura de 16 °C para favorecer la liberación de esporas.
6. Cuantifica la densidad de esporas utilizando una cámara de Neubauer.
7. Ajusta la concentración de esporas para alcanzar una densidad de siembra de aproximadamente 1000 esporas mL<sup>-1</sup> sobre carretes de cultivo (técnica sobre cuerdas).
8. Incuba las unidades de cultivo en cámaras de crecimiento controlado, en oscuridad y a 17 °C durante tres días para favorecer la fijación de esporas.
9. Registra en la bitácora las observaciones del proceso de inducción de esporulación, siembra y fijación de esporas en carretes, así como las condiciones de luz, temperatura, aireación y uso del medio de cultivo.
10. Consulta la guía proporcionada por el personal docente para la redacción de los materiales y métodos empleados.
11. Redacta los materiales y métodos empleados durante la práctica en su bitácora.
12. Recibe retroalimentación por parte del docente.

### **Recursos de apoyo**

1. Tejido reproductivo de macroalgas
2. Papel absorbente, tijeras, pinzas, cepillos, bandejas
3. Agua de mar filtrada y esterilizada
4. Cámara de Neubauer
5. Micropipetas y puntas estériles
6. Cajas Petri y carretes de cultivo
7. Incubador con control de temperatura e iluminación
8. Microscopio compuesto
9. Bitácora de laboratorio

## **Práctica 5: Mantenimiento de cultivos de macroalgas pardas Laminariales**

### **Duración**

9 horas

### **Procedimiento**

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.

2. Revisa el estado general de los cultivos y registra las condiciones iniciales en la bitácora.
3. Aplica medidas de bioseguridad y realiza la limpieza de las cámaras de cultivo para mantener los cultivos libres de contaminación: lava las manos y el área de trabajo, limpia el material con agua de mar esterilizada, y desinfecta superficies antes de manipular las cámaras o los carretes de cultivo, asegurando un ambiente limpio y controlado.
4. Sustituye el medio de cultivo en cada unidad, verificando que la temperatura, la luz y la aireación se mantengan dentro de los intervalos establecidos.
5. Observa las distintas fases de desarrollo (germinación, diferenciación sexual, gametogénesis, fertilización, esporofitos embrionarios y juveniles) y documenta mediante registro fotográfico digital en microscopio.
6. Ajusta la irradiancia según la fase de cultivo: luz blanca para la producción de plántulas en carretes de cultivo y luz roja para las cajas Petri destinadas al banco de germoplasma, variando entre 30 y 100  $\mu\text{mol fotones m}^{-2} \text{s}^{-1}$  según el estado de desarrollo.
7. Registra en la bitácora los cambios observados en los carretes de cultivo (por ejemplo, color y crecimiento de gametofitos, presencia de epífitas o signos de contaminación), así como las condiciones de luz, temperatura, aireación y nutrientes durante esta etapa.
8. Consulta la guía proporcionada por el personal docente para la redacción de los materiales y métodos empleados.
9. Redacta los materiales y métodos empleados durante la práctica, siguiendo el formato de un reporte científico, estipulado en el manual de laboratorio, en el cual se especifica a detalle el procedimiento.
10. Prepara por equipo una presentación breve (3-4 minutos) en inglés con apoyo visual para describir: species cultured, growth and physical conditions, main result all finalizar el mantenimiento.
11. Recibe guión proporcionado por su docente del modelo y lista de frases útiles.
12. Recibe retroalimentación por parte de su docente.

### **Recursos de apoyo**

- Microscopio compuesto
- Cámaras fotográficas
- Cajas Petri con cultivos en desarrollo
- Guía ilustrada del ciclo de vida de *Macrocystis pyrifera* y *Eisenia arborea*
- Bitácora de laboratorio

## **Práctica 6: Siembra de esporas de macroalgas para establecimiento de banco de germoplasma**

### **Duración**

3 horas

### **Procedimiento**

1. Atiende instrucciones para el desarrollo de la práctica.
2. Realiza una liberación de esporas de *Macrocystis pyrifera* y *Eisenia arborea*.

3. Cuantifica la densidad de esporas mediante conteo manual y ajusta la concentración para obtener 20 esporas por mm<sup>2</sup>.
4. Utiliza agua de mar filtrada (1 µm) y esterilizada como medio de siembra.
5. Con micropipeta o pipeta Pasteur estéril, distribuye homogéneamente la suspensión de esporas sobre la superficie de las cajas Petri estériles.
6. Coloca las cajas Petri bajo luz roja continua a 17 °C y 30 µmol fotones m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup> durante 5 días para favorecer la fijación.
7. Aumenta progresivamente la irradiancia hasta 60 µmol fotones m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup> para estimular el desarrollo de gametofitos.
8. Añade medio de cultivo Provasoli y continúa el cultivo bajo condiciones controladas.
9. Registra en la bitácora las observaciones semanales sobre fijación, germinación, uniformidad de siembra y contaminación.
10. Recibe retroalimentación por parte del docente.

### **Recursos de apoyo**

- Cajas Petri estériles
- Pipetas Pasteur y micropipetas con puntas estériles
- Agua de mar filtrada (1 µm) y esterilizada
- Contador manual o cámara de conteo
- Medio de cultivo Provasoli
- Fuente de luz roja continua
- Cámara de cultivo con control de temperatura (17 °C)
- Material de asepsia: mecheros de lámparas de alcohol etílico.
- Parafilm.

### **Práctica 7: Producción de plántulas de algas pardas a partir de gametofitos vegetativos del banco de germoplasma.**

#### **Duración**

3 horas

#### **Procedimiento**

1. Atiende las indicaciones del docente sobre bioseguridad y manipulación de cepas del banco de germoplasma.
2. Selecciona cepas vegetativas de *Macrocystis pyrifera* o *Eisenia arborea* mantenidas en cultivo de laboratorio.
3. Desprende gametofitos (100-300 µm) de la caja Petri utilizando una micropipeta estéril y transfiere a un vaso de precipitado con agua de mar estéril.
4. Tritura suavemente en microtubo con pistilo o en licuadora, según la cantidad de biomasa a sembrar si los gametofitos forman un “pompón”.

5. Humedece el carrete de cultivo con agua de mar estéril y distribuye los gametofitos homogéneamente con pincel de cerdas suaves.
6. Coloca el carrete en un vaso de precipitado de 500 mL, cúbrelo con papel aluminio y deja reposar 10 min.
7. Añade medio Provasoli y mantén a 16 °C, con luz blanca de 30  $\mu\text{mol fotones m}^{-2} \text{s}^{-1}$  durante 4-5 días sin aireación.
8. Aplica aireación suave al segundo día y realiza recambio de medio día semanal.
9. Incrementa la irradiancia en 10  $\mu\text{mol fotones m}^{-2} \text{s}^{-1}$  cada tres días hasta alcanzar 100  $\mu\text{mol fotones m}^{-2}$  durante 16 días.
10. Registra en su bitácora de laboratorio observaciones sobre crecimiento, fijación y uniformidad de siembra.
11. Recibe retroalimentación por parte del docente.

### ***Recursos de apoyo***

- Carretes de cultivo estériles
- Micropipetas y puntas estériles
- Pistilo o licuadora
- Pincel de cerdas suaves
- Vasos de precipitado (10, 20, 500 mL)
- Papel aluminio
- Soluciones madre Provasoli
- Agua de mar filtrada (1  $\mu\text{m}$ ) y esterilizada
- Cámara de cultivo con control de temperatura e irradiancia
- Bombas de aireación
- Manguera de aireación

## **Práctica 8: Escalamiento de cultivos de macroalgas pardas Laminariales**

### ***Duración***

9 horas

### ***Procedimiento***

1. Atiende instrucciones para el desarrollo de la práctica.
2. Prepara las unidades de escalamiento de cultivo en tanques de 1 m<sup>3</sup>, verificando el suministro de aireación y la recirculación de agua de mar.
3. Ajusta la irradiancia en las unidades de escalamiento mediante mallas sombra y el uso de un irradiómetro.
4. Realiza el desdoblamiento de los carretes de cultivo sobre bastidores de PVC; una vez extendidas las cuerdas, incorpora los bastidores al tanque de cultivo de 1 m<sup>3</sup>, asegurando una distribución homogénea.

5. Calcula y enriquece el agua de mar con fertilizantes agrícolas comerciales, siguiendo las concentraciones establecidas para el crecimiento de laminariales.
6. Registra fotográficamente la instalación y el montaje del sistema de escalamiento, así como el proceso de transferencia de los carretes de cultivo.
7. Documenta el crecimiento de las plántulas de macroalgas pardas mediante registro fotográfico digital, midiendo y comparando el tamaño alcanzado durante el periodo de observación.
8. Consulta la guía de reporte científico proporcionada por el personal docente.
9. Redacta un reporte científico integrador sobre las prácticas 4, 5 y 6, describiendo los procedimientos, resultados y observaciones obtenidas hasta la etapa de escalamiento.
10. Recibe retroalimentación por parte del docente.

### ***Recursos de apoyo***

- Carretes de cultivo de macroalgas.
- Unidades de escalamiento.
- Irradiómetro.
- Fertilizantes agrícolas.
- Bastidores de pvc.
- Mallas sombra.
- Agua de mar filtrada.

## **X. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE CAMPO**

### **Unidad I. Reconocimiento de poblaciones naturales y estructuras reproductivas de macroalgas pardas Laminariales**

#### **Práctica 1: Identificación y colecta de láminas reproductivas de macroalgas pardas Laminariales en zonas intermareales y submareales**

#### ***Duración***

4 horas

### **Procedimiento**

1. Atiende las instrucciones para el desarrollo de la práctica.
2. Participa en la salida de campo a la zona intermareal de Pedregal Playitas (Ensenada, B.C.) para observar las poblaciones naturales de *Eisenia arborea*.
3. Integra dos equipos (de todo el grupo): un equipo se encarga de observar y coleccionar láminas reproductivas de la población submareal, y el otro realiza la observación y colecta en la población intermareal.
4. Identifica las estructuras morfológicas características de las macroalgas pardas (lámina, estipe, rizoide, frondas vegetativas y reproductivas).
5. Reconoce el transporte y conservación de las láminas reproductivas hasta el laboratorio.
6. Registra las coordenadas geográficas del sitio mediante GPS y anota las variables ambientales (temperatura del agua, salinidad, tipo de sustrato y exposición a las olas).
7. Cada equipo documenta los ejemplares observados mediante registro fotográfico digital y elabora un vídeo breve que muestre las poblaciones intermareal y submareal y comparte el material con su grupo para fortalecer el intercambio de observaciones.
8. Consulta la guía proporcionada por el personal docente para la redacción de los materiales y métodos empleados.
9. Integra en un documento la descripción de la metodología observada durante la práctica, con imágenes representativas, las etapas del recorrido y las condiciones ambientales registradas
10. Recibe retroalimentación por parte del docente.

### **Recursos de apoyo**

- Guías de identificación de macroalgas
- Cámara fotográfica
- GPS
- Refractómetro
- Termómetro
- Material de colecta
- Calendario de mareas
- Descripción de la metodología observada

## **Unidad II: Granjas comerciales de macroalgas: vinculación entre la investigación y el sector acuícola.**

### **Práctica 2: Visita guiada a la granja comercial de cultivo de *Ulva ohnoi* en la empresa Productos Marinos de las Californias (PROMAC).**

#### **Duración**

4 horas

### **Procedimiento**

1. Atiende las instrucciones para el desarrollo de la práctica.
2. Participa en la salida a la granja comercial de la empresa PROMAC, ubicada en el Ejido Eréndira (Ensenada, B.C.).



3. Observa y analiza la infraestructura de las pozas de cultivo, los sistemas de filtración y recirculación de agua de mar, así como la aplicación de técnicas derivadas de investigaciones realizadas en la UABC.
4. Analiza la infraestructura de la toma de agua de mar, la preparación de pozas, la siembra, la fertilización y la cosecha.
5. Aprende los procedimientos básicos de mantenimiento y operación de los sistemas de recirculación utilizados en la empresa.
6. Compara las prácticas observadas en la granja comercial con los procedimientos aplicados en cultivos experimentales de la UABC, identificando coincidencias y adaptaciones tecnológicas.
7. Integra en un documento la descripción de la metodología observada durante la práctica, incorporando imágenes representativas y las etapas del proceso productivo, destacando la vinculación entre la investigación y la producción acuícola comercial.
8. Recibe retroalimentación por parte del docente.

### **Recursos de apoyo**

- Transporte vehicular
- Presentación del funcionamiento del cultivo por parte del personal técnico de la granja
- Material de manejo de cultivos (p.e., mallas, colectores, cepillos, etc)
- Botas para agua y mandiles
- Descripción de la metodología observada

### **Práctica 3: Visita guiada a la empresa Alamar S.A. de C.V.: hatchery y sistemas long-line para macroalgas pardas**

#### **Duración**

8 horas

#### **Procedimiento**

1. Atiende las instrucciones y medidas de seguridad antes del recorrido.
2. Participa en la visita a la empresa Alamar S.A. de C.V. (Ensenada, Baja California), especializada en el cultivo comercial de algas pardas.
3. Observa las áreas de criadero (hatchery), reconociendo los procesos de producción y acondicionamiento de plántulas para su transferencia al mar.
4. Analiza la infraestructura y operación de los sistemas long-line instalados en mar abierto, evaluando la disposición de líneas, anclajes y boyas.
5. Apoya en la toma de muestras mediante buceo o apoyo técnico, registra la productividad por metro lineal, crecimiento de las plántulas y presencia de epifitos.
6. Formula preguntas al personal técnico sobre los procedimientos operativos y los retos logísticos, energéticos, ambientales y regulatorios del cultivo marino.
7. Compara las condiciones del cultivo comercial con las instalaciones universitarias, particularmente en la etapa de criadero y pre-acondicionamiento.
8. Discute en grupo los resultados de la visita y analiza la viabilidad, sostenibilidad y oportunidades de desarrollo del cultivo de macroalgas en el contexto del Pacífico mexicano.

9. Integra en un documento la descripción comparativa de la metodología observada durante las fases de cultivo terrestre y marino, incluyendo imágenes representativas y las principales diferencias y coincidencias entre ambos sistemas.
10. Recibe retroalimentación por parte de su docente.

### **Recursos de apoyo**

- Transporte vehicular
- Presentación del funcionamiento del cultivo por parte del personal técnico de la granja
- Material de biometría
- Botas para agua y mandiles
- Descripción de la metodología observada

## **XI. MÉTODO DE TRABAJO**

### **Encuadre**

El primer día de clase, cada persona docente debe establecer de forma clara y formal:

- La metodología de trabajo.
- Criterios de evaluación y rúbricas.
- Reglas sobre la calidad y entrega de trabajos académicos.
- Derechos y obligaciones del docente y los estudiantes.

Esto debe quedar registrado y comunicado por medios institucionales (como Blackboard o correo institucional).

### **Estrategia de enseñanza**

- Estudio de caso
- Método de proyectos
- Aprendizaje basado en problemas
- Aprendizaje basado en casos
- Aprendizaje basado en preguntas
- Técnica expositiva
- Discusión guiada
- Instrucción guiada

### **Estrategia de aprendizaje**

- Investigación documental
- Investigación empírica
- Exposición de resoluciones de casos prácticos
- Trabajo colaborativo
- Técnica expositiva
- Visitas a campo

## XII. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

### Criterios de acreditación

Para tener derecho a examen ordinario y extraordinario cada estudiante debe cumplir con los porcentajes de asistencia que establece el Estatuto Escolar vigente. La calificación es en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 60.

### Criterios de evaluación

|                                                              |      |
|--------------------------------------------------------------|------|
| - Evaluaciones parciales (3)                                 | 15%  |
| - Portafolio de evidencias (reportes de laboratorio y campo) | 50%  |
| - Reportes de taller                                         | 15%  |
| - Proyecto técnico                                           | 20%  |
| Total                                                        | 100% |

## XIII. REFERENCIAS

### Recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

Altamirano Gómez, Z. (2017). *Maricultivo de Eisenia arborea y Macrocystis pyrifera en Bahía Santa María, Baja California, México: Validación de sitio* [Tesis de maestría, Universidad Autónoma de Baja California]. [clásica]

Andersen, R. A. (Ed.). (2005). *Algal culturing techniques*. Elsevier. [clásica]

Nardelli, A. E., Visch, W., Farrington, G., Bott, K., & Campbell, A. H. (2024). A new nursery approach enhances at-sea performance in the kelp *Lessonia corrugata*. *Journal of Applied Phycology*, 36, 591–603. <https://doi.org/10.1007/s10811-023-03061-5>

### Recursos de acceso libre o complementarios externos

Abreu, M. H., Pereira, R., Yarish, C., Buschmann, A. H., & Sousa-Pinto, I. (2011). IMTA with *Gracilaria vermiculophylla*: Productivity and nutrient removal performance of the seaweed in a land-based pilot scale system. *Aquaculture*, 312(1–4), 77–87. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2010.12.036> [clásica]

Bhushan, S., Veeragurunathan, V., Bhagiya, B. K., Krishnan, S. G., Ghosh, A., & Mantri, V. A. (2023). Biology, farming and applications of economically important red seaweed *Gracilaria edulis* (S. G. Gmelin) P. C. Silva: A concise review. *Journal of Applied Phycology*, 35(3), 983–996. <https://doi.org/10.1007/s10811-023-02955-8>

Califano, G., Kwantes, M., Abreu, M. H., Costa, R., & Wichard, T. (2020). Cultivating the macroalgal holobiont: Effects of integrated multi-trophic aquaculture on the microbiome of *Ulva rigida* (Chlorophyta). *Frontiers in Marine Science*, 7, Article 52. <https://doi.org/10.3389/fmars.2020.00052>

- Chopin, T., Buschmann, A. H., Halling, C., Troell, M., Kautsky, N., Neori, A., & Neefus, C. (2001). Integrating seaweeds into marine aquaculture systems: A key toward sustainability. *Journal of Phycology*, 37(6), 975–986. <https://doi.org/10.1046/j.1529-8817.2001.01137.x> [clásica]
- de Moraes, A. P. M., Santos, I. L., Carneiro, R. F. S., Routledge, E. A. B., Hayashi, L., de Lorenzo, M. A., & do Nascimento Vieira, F. (2023). Integrated multitrophic aquaculture system applied to shrimp, tilapia, and seaweed (*Ulva ohnoi*) using biofloc technology. *Aquaculture*, 572, Article 739492. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2023.739492>
- Flavin, K., Flavin, N., & Flahive, B. (2013). *Kelp farming manual: A guide to the processes, techniques, and equipment for farming kelp in New England waters*. Ocean Approved LLC. [https://maineaqua.org/wp-content/uploads/2020/06/OceanApproved\\_KelpManualLowRez.pdf](https://maineaqua.org/wp-content/uploads/2020/06/OceanApproved_KelpManualLowRez.pdf) [clásica]
- Nardelli, A. E., Chiozzini, V. G., Braga, E. S., & Chow, F. (2019). Integrated multi-trophic farming system between the green seaweed *Ulva lactuca*, mussel, and fish: A production and bioremediation solution. *Journal of Applied Phycology*, 31, 847–856. <https://doi.org/10.1007/s10811-018-1581-4> [clásica]
- Neori, A., Chopin, T., Troell, M., Buschmann, A. H., Kraemer, G. P., Halling, C., & Yarish, C. (2004). Integrated aquaculture: Rationale, evolution and state of the art emphasizing seaweed biofiltration in modern mariculture. *Aquaculture*, 231(1–4), 361–391. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2003.11.015> [clásica]
- Nevarez-Flores, E., Cruz-López, R., Zertuche-González, J. A., Maske, H., Ferreira-Arrieta, A., Altamirano-Gómez, Z., & Sandoval-Gil, J. M. (2025). Bacterial community dynamics on the seaweed *Ulva ohnoi* during a full cultivation cycle in a land-based aquaculture pond system. *Algal Research*, 85, Article 103847. <https://doi.org/10.1016/j.algal.2024.103847>
- Redmond, S., Green, L., Yarish, C., Kim, J., & Neefus, C. (2014). *New England seaweed culture handbook*. [https://digitalcommons.lib.uconn.edu/seagrant\\_weedcult/1](https://digitalcommons.lib.uconn.edu/seagrant_weedcult/1) [clásica]
- Revilla-Lovano, S., Sandoval-Gil, J. M., Zertuche-González, J. A., Belando-Torres, M. D., Bernardeau-Esteller, J., Rangel-Mendoza, L. K., & del Carmen Ávila-López, M. (2021). Physiological responses and productivity of the seaweed *Ulva ohnoi* (Chlorophyta) under changing cultivation conditions in pilot large land-based ponds. *Algal Research*, 56, Article 102316. <https://doi.org/10.1016/j.algal.2021.102316>
- Umanzor, S., Ramírez-García, M. M., Sandoval-Gil, J. M., Zertuche-González, J. A., & Yarish, C. (2020). Photoacclimation and photoprotection of juvenile sporophytes of *Macrocystis pyrifera* (Laminariales, Phaeophyceae) under high-light conditions during short-term shallow-water cultivation. *Journal of Phycology*, 56(2), 380–392. <https://doi.org/10.1111/jpy.12951>
- Zertuche-González, J. A., Sandoval-Gil, J. M., Rangel-Mendoza, L. K., Gálvez-Palazuelos, A. I., Guzmán-Calderón, J. M., & Yarish, C. (2021). Seasonal and interannual production of sea lettuce (*Ulva* sp.) in outdoor cultures based on commercial size ponds. *Journal of the World Aquaculture Society*, 52(5), 1047–1058. <https://doi.org/10.1111/jwas.12773>

Zertuche-González, J. A., Sandoval-Gil, J. M., Sánchez-Barredo, M., Altamirano-Gómez, Z., Guzmán-Calderón, J. M., Rangel-Mendoza, L. K., & Yarish, C. (2022). *Eisenia arborea* (Areschoung) domestication and mariculture development on the Pacific coast of Baja California, México. *Frontiers in Marine Science*, 9, Article 932534.  
<https://doi.org/10.3389/fmars.2022.932534>

#### **XIV. PERFIL DOCENTE**

La persona docente a impartir esta unidad de aprendizaje debe contar con formación en Biología Marina, Oceanología, Acuicultura, Biotecnología o áreas afines, preferentemente con grado mínimo de maestría en ciencias del mar o área afín. Experiencia mínima de dos años en docencia y/o profesional en cultivo de macroalgas. Se recomienda contar con dominio funcional de inglés técnico básico, idealmente B1 o superior. Con capacidad y actitud para desarrollar tolerancia, empatía, pensamiento crítico, participación del grupo y trabajo colaborativo dentro del aula, en campo y en laboratorio.



**PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE**

**I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN**

|                                            |                                                                                                                                                               |
|--------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Unidad académica:</b>                   | Facultad de Ciencias Marinas                                                                                                                                  |
| <b>Programa educativo:</b>                 | Biotecnología en Acuicultura                                                                                                                                  |
| <b>Plan de Estudios:</b>                   | 2026-2                                                                                                                                                        |
| <b>Nombre de la unidad de aprendizaje:</b> | Sanidad e Inocuidad Acuícola                                                                                                                                  |
| <b>Clave:</b>                              |                                                                                                                                                               |
| <b>Distribución horaria:</b>               | Horas Clase: 02<br>Horas Taller: 02<br>Horas Laboratorio: 00<br>Horas Práctica de Campo: 00<br>Horas Clínicas: 00<br>Horas Extra-clase: 02<br><br>Créditos:06 |
| <b>Etapas de formación:</b>                | Terminal                                                                                                                                                      |
| <b>Carácter:</b>                           | Obligatoria                                                                                                                                                   |
| <b>Requisito:</b>                          | Ninguno.                                                                                                                                                      |
| <b>Modalidad de impartición:</b>           | Presencial                                                                                                                                                    |
| <b>Equipo de diseño:</b>                   | Oscar Basilio Del Rio Zaragoza<br>Sheila Castellanos Martínez<br>Dora Alejandra Trejo Ramos                                                                   |
| <b>Subdirección que aprueba el PUA:</b>    | Patricia Alvarado Graef                                                                                                                                       |
| <b>Fecha:</b>                              | 25 de febrero de 2026                                                                                                                                         |
| <b>Aprobación y registro:</b>              |                                                                                                                                                               |

## **II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE**

La Sanidad e Inocuidad Acuícola es fundamental en la formación del estudiantado porque integra el manejo preventivo de enfermedades con la garantía de productos seguros para el consumidor. Tiene como propósito que el estudiante analice y evalúe la importancia de las medidas preventivas y su impacto en las actividades acuícolas. Para ello, examina los principales riesgos sanitarios presentes en granjas de producción y en plantas de proceso de productos acuícolas con el propósito de desarrollar e implementar medidas preventivas utilizando como base los requerimientos y leyes sanitarias nacionales e internacionales vigentes concernientes a la producción, manufactura y comercialización, buscando a su vez que movilice los conocimientos adquiridos sobre la importancia y beneficios en la prevención de riesgos potenciales a su ámbito laboral y académico. Esta unidad de aprendizaje se ubica en la etapa terminal, es de carácter obligatorio y pertenece al área de conocimiento de Salud Integral Acuícola, por lo que es recomendable que el estudiante previamente curse y apruebe: Histología, Microbiología, Patología y Diagnóstico Acuícola.

## **III. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE**

Desarrollar un manual de buenas prácticas de producción acuícola mediante el estudio y análisis de la normatividad vigente nacional e internacional, para el manejo correcto de organismos sanos e inocuos durante su producción y procesamiento, con responsabilidad social y respeto por el ambiente.

## **IV. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE**

Elabora y entrega un manual de buenas prácticas para el cultivo de algún organismo acuático de importancia comercial que sea de su interés e implementa los principios básicos de sanidad e inocuidad acuícola que permitan cumplir con las normas oficiales nacionales e internacionales. Para la entrega de todas las actividades haga uso de tecnologías de la información con el apoyo de las plataformas institucionales como Blackboard.

## **V. COMPETENCIA PROFESIONAL DEL PERFIL DE EGRESO A LA QUE CONTRIBUYE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE**

Prevenir, controlar y manejar enfermedades en organismos acuáticos por medio del conocimiento de la biología y ecología de patógenos, métodos de diagnóstico, medidas sanitarias y de bioseguridad de las principales enfermedades que afectan a los organismos de importancia comercial en los sistemas acuícolas para garantizar la salud de los organismos y reducir impactos sanitarios y ambientales, con pro-actividad, responsabilidad e integridad.

## **VI. EJE TRANSVERSAL AL QUE CONTRIBUYE**

Equidad Social y de Género, Excelencia y Compromiso con la Responsabilidad Social.

## **VII. DESARROLLO POR UNIDADES**

### **Unidad I. Principios de Sanidad e Inocuidad Acuícola**

#### **Competencia**

Analizar los fundamentos de la sanidad e inocuidad acuícola a través de casos prácticos y de los principales problemas que la acuicultura ha experimentado a lo largo de su desarrollo histórico, para tener el contexto actual de su importancia a nivel nacional e internacional con una actitud crítica y responsabilidad.

#### **Contenido:**

- 1.1. Parasitismo
  - 1.1.1 Interacciones biológicas
  - 1.1.2. Parásito
  - 1.1.3. Tipo de parásitos
  - 1.1.4. Carga parasitaria
  - 1.1.5. El parásito en el medio ambiente
  - 1.1.6. Carga parasitaria vs. Estrés
  - 1.1.7. Relación parásito hospedero (Resistencia natural, Mecanismos de defensa y sistema Inmune, Mecanismos de evasión)
  - 1.1.8. Enfermedad
    - 1.1.8.1. Tipos de enfermedades
  - 1.1.9. Terminología
    - 1.1.9.1. Parámetros biológicos
  - 1.1.10. Transmisión
- 1.2. Importancia de la sanidad en la acuicultura
- 1.3. Retos de la acuicultura “saludable y sustentable”
- 1.4. El negocio de la acuicultura
- 1.5. Inocuidad alimentaria

#### **Duración**

12 horas

### **Unidad II. Buenas Prácticas de Producción (BPP) y Manufactura (BPM) en Acuicultura**

#### **Competencia**

Evaluar las buenas prácticas de producción y manufactura en acuicultura mediante la revisión de manuales utilizados en empresas acuícolas, para permitir el desarrollo de una producción sustentable e inocua con una actitud de respeto y compromiso.



## **Contenido**

### 2.1. Profilaxis

2.1.2. Medidas de protección y control sanitario (Instalaciones, cuarentena, depuración, certificación, etc.,)

### 2.1.3. Medidas de prevención

#### 2.1.3.1. Alimentos funcionales

2.1.3.2. Prebióticos

2.1.3.3. Probióticos

2.1.3.4. Simbióticos

2.1.3.5. Inmunoestimulantes

2.1.3.6. Vacunas

### 2.1.4. Quimioterapéuticos

### 2.1.5. Terapia natural

### 2.1.6. Los antibióticos

2.1.6.1. Bacteriostáticos

2.1.6.2. Bactericidas

### 2.2. Buenas Prácticas de Producción (BPP)

### 2.3. Tipos de peligro

### 2.4. BPP en el cultivo

### 2.5. Alcance de las BPP

### 2.6. Medidas sanitarias específicas por especie y actividad

### 2.7. Buenas prácticas de manufactura

### 2.8. Integración de los sistemas de calidad y seguridad

## **Duración**

12 horas

## **Unidad III. Sistema de Análisis de Riesgos y Control de Puntos Críticos (HACCP)**

## **Competencia**

Evaluar las normas de seguridad y calidad en un laboratorio de investigación acuícola y/o centro de producción por medio de los principios y conceptos descritos dentro de un plan HACCP para identificar todos aquellos procesos que pueden representar un riesgo en las actividades dentro y fuera de las instalaciones con una actitud de compromiso y análisis.

## **Contenido**

### 3.1. Plan HACCP

### 3.2 El Plan HACCP en la industria acuícola

## **Duración**

4 horas

## **Unidad IV. Análisis de Leyes Oficiales e Internacionales en Materia de Sanidad Acuícola**

### **Competencia**

Elaborar un manual de buenas prácticas para el cultivo de organismos acuáticos por medio de la aplicación de los manuales oficiales desarrollados por las instituciones de gobierno y las normas sanitarias nacionales e internacionales existentes, con una actitud innovadora y emprendedora.

### **Contenido**

- 4.1. Evaluación de manuales de buenas prácticas de producción acuícola
- 4.2. Identificación de leyes nacionales e internacionales concernientes al cultivo y procesamiento de productos acuícolas
- 4.3. Evaluación de patógenos y riesgos sanitarios acorde a instituciones nacionales e internacionales en materia de inocuidad

### **Duración**

4 horas

## **VIII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER**

### **Unidad I: Principios de Sanidad e Inocuidad Acuícola**

#### **Práctica 1: Especies marinas que se cultivan en México**

### **Duración**

2 horas

### **Procedimiento**

1. Recibe instrucciones por parte del docente para la realización de la práctica.
2. Se reúne en equipos.
3. Realiza una búsqueda de información de las especies que se cultivan en México.
4. Integra y sintetiza la información obtenida.
5. Elabora un mapa digital de la distribución de los organismos cultivados.
6. Expone oralmente su mapa digital al grupo.
7. Recibe retroalimentación por parte del docente.

### **Recursos de apoyo**

- Bibliografía especializada.
- Herramientas de tecnologías de la información.
- Laptop o dispositivo electrónico.
- Microsoft PowerPoint, Word, and Canva.
- Acceso a WIFI.
- Proyector de diapositivas.

## **Práctica 2: Análisis de la biotecnología de cultivo de la especie seleccionada**

### ***Duración***

2 horas

### ***Procedimiento***

1. Recibe instrucciones por parte del docente para la realización de la práctica.
2. Se reúne en equipos.
3. Realiza una búsqueda de información de la biotecnología de cultivo de una especie seleccionada
4. Integra y sintetiza la información obtenida.
5. Expone al grupo la información obtenida.
6. Recibe retroalimentación por parte del docente.

### ***Recursos de apoyo***

- Bibliografía especializada.
- Herramientas de tecnologías de la información.
- Laptop o dispositivo electrónico.
- Software Microsoft, PowerPoint, Word, Canva.
- Acceso a WIFI.
- Proyector de diapositivas.

## **Práctica 3: Enfermedades que impactan el cultivo de la especie seleccionada**

### ***Duración***

4 horas

### ***Procedimiento***

1. Recibe instrucciones por parte del docente para la realización de la práctica.
2. Se reúne en equipos.
3. Realiza una búsqueda de información de las enfermedades que afectan a la especie seleccionada.
4. Realiza una búsqueda de las estrategias profilácticas y de control que se emplean para disminuir sus efectos.
5. Integra y sintetiza la información obtenida.
6. Expone al grupo la información obtenida.
7. Recibe retroalimentación por parte del docente.

### ***Recursos de apoyo***

- Bibliografía especializada.
- Bases de datos de búsqueda de información.

- Herramientas de tecnologías de la información.
- Laptop o dispositivo electrónico.
- Software Microsoft, PowerPoint, Word, Canva.
- Acceso a WIFI.
- Proyector de diapositivas.

#### **Práctica 4: Análisis y elaboración de bitácoras**

##### ***Duración***

2 horas

##### ***Procedimiento***

1. Recibe instrucciones por parte del docente para la realización de la práctica.
2. Se reúne en equipos.
3. Realiza una búsqueda de información en relación a las bitácoras que se emplean en las buenas prácticas de producción considerando los siguientes aspectos:
  - Selección de sitio y diseño de la granja
  - Fuente de huevos o crías
  - Programas de monitoreo
  - Control del agua
  - Alimento
  - Fármacos y criterios de sanidad
  - Cosecha
  - Inspección final del producto y
  - Programas de capacitación para el personal.
4. Integra y sintetiza la información obtenida.
5. Diseña las bitácoras para la especie seleccionada.
6. Expone al grupo la información obtenida.
7. Recibe retroalimentación por parte del docente.

##### ***Recursos de apoyo***

- Bibliografía especializada.
- Bases de datos de búsqueda de información.
- Herramientas de tecnologías de la información.
- Laptop o dispositivo electrónico.
- Software Microsoft, PowerPoint, Word, Canva.
- Acceso a WIFI.
- Proyector de diapositivas.

### **Unidad II: Buenas Prácticas de Producción (BPP) y Manufactura (BPM) en Acuicultura**

#### **Práctica 5: Seleccionar y analizar un manual de buenas prácticas de producción acuícola**

### ***Duración***

4 horas

### ***Procedimiento***

1. Recibe instrucciones por parte del docente para la realización de la práctica.
2. Se reúne en equipos.
3. Realiza una búsqueda de información en relación a los manuales de buenas prácticas de producción acuícola.
4. Identifica la estructura del manual de buenas prácticas.
5. Realiza un análisis comparativo entre los diferentes manuales electrónicos.
6. Identifica los componentes esenciales del manual de buenas prácticas.
7. Integra y sintetiza la información obtenida.
8. Expone al grupo la información obtenida.
9. Recibe retroalimentación por parte del docente.

### ***Recursos de apoyo***

- Bibliografía especializada.
- Bases de datos de búsqueda de información.
- Herramientas de tecnologías de la información.
- Laptop o dispositivo electrónico.
- Software Microsoft, PowerPoint, Word, Canva.
- Acceso a WIFI.

## **Práctica 6: Evaluación a un laboratorio y/o centro de producción acuícola**

### ***Duración***

4 horas

### ***Procedimiento***

1. Recibe instrucciones por parte del docente para la realización de la práctica.
2. Se reúne en equipos.
3. Visita un laboratorio o centro de producción acuícola dentro de la universidad.
4. Observa, verifica y analiza las buenas prácticas que se desarrollan en las instalaciones, los procedimientos y/o actividades que se estén realizando de manera objetiva y crítica.
5. Integra y sintetiza la información obtenida.
6. Elabora un reporte como resultado de la visita.
7. Expone al grupo la información obtenida.
8. Recibe retroalimentación por parte del docente.

### ***Recursos de apoyo***

- Bibliografía especializada.

- Formato de evaluación proporcionado por el docente.
- Bases de datos de búsqueda de información.
- Herramientas de tecnologías de la información.
- Laptop o dispositivo electrónico.
- Software Microsoft, PowerPoint, Word, Canva.

## **Práctica 7: Evaluación a una unidad de cuarentena**

### ***Duración***

2 horas

### ***Procedimiento***

1. Recibe instrucciones por parte del docente para la realización de la práctica.
2. Se reúne en equipos.
3. Visita una unidad de cuarentena dentro de la universidad.
4. Observa, verifica y analiza que la unidad de cuarentena cuente con todos los requisitos establecidos en la normativa vigente, realizando su evaluación de manera objetiva y crítica.
5. Integra y sintetiza la información obtenida.
6. Elabora un reporte como resultado de la visita donde menciona qué criterios sanitarios se llevan a cabo y da sus recomendaciones.
7. Expone al grupo la información obtenida.
8. Recibe retroalimentación por parte del docente.

### ***Recursos de apoyo***

- Bibliografía especializada.
- Formato de evaluación proporcionado por el docente.
- Bases de datos de búsqueda de información.
- Herramientas de tecnologías de la información.
- Laptop o dispositivo electrónico.
- Software Microsoft, PowerPoint, Word, Canva.
- Acceso a WIFI.

## **Práctica 8: Evaluación a una planta de proceso de productos acuícolas**

### ***Duración***

4 horas

### ***Procedimiento***

1. Recibe instrucciones por parte del docente para la realización de la práctica.
2. Se reúne en equipos.

3. Visita una planta de proceso de productos acuícolas dentro de la universidad.
4. Observa, verifica y analiza las buenas prácticas que se desarrollan en las instalaciones, los procesos y/o actividades que se realizan.
5. Integra y sintetiza la información obtenida.
6. Elabora un reporte como resultado de la visita donde mencione qué criterios sanitarios se llevan a cabo y da sus recomendaciones.
7. Expone al grupo la información obtenida.
8. Recibe retroalimentación por parte del docente.

### **Recursos de apoyo**

- Bibliografía especializada.
- Formato de evaluación proporcionado por el docente.
- Bases de datos de búsqueda de información.
- Herramientas de tecnologías de la información.
- Laptop o dispositivo electrónico.
- Software Microsoft, PowerPoint, Word, Canva.
- Acceso a WIFI.

## **Unidad III: Sistema de Análisis de Riesgos y Control de Puntos Críticos (HACCP)**

### **Práctica 9: Análisis del diseño de un plan HACCP**

#### **Duración**

2 horas

#### **Procedimiento**

1. Recibe instrucciones por parte del docente para la realización de la práctica.
2. Se reúne en equipos.
3. Trabaja coordinadamente con sus compañeros.
4. Realice una búsqueda de información en relación con el diseño de un plan HACCP.
5. Haga un análisis de cómo está estructurado y qué problemática se resuelve.
6. Integra y sintetiza la información obtenida.
7. Elabora un reporte como resultado de la búsqueda.
8. Expone al grupo la información obtenida.
9. Recibe retroalimentación por parte del docente.

### **Recursos de apoyo**

- Bibliografía especializada.
- Bases de datos de búsqueda de información.
- Herramientas de tecnologías de la información.
- Laptop o dispositivo electrónico.
- Software Microsoft, PowerPoint, Word, Canva.

## **Unidad VI: Análisis de Leyes Oficiales e Internacionales en Materia de Sanidad Acuícola**

### **Práctica 10: Leyes o normativas oficiales en materia de Sanidad e Inocuidad Acuícola nombre de la práctica**

#### ***Duración***

4 horas

#### ***Procedimiento***

1. Recibe instrucciones por parte del docente para la realización de la práctica.
2. Se reúne en equipos.
3. Trabaje coordinadamente con sus compañeros.
4. Realiza una búsqueda de información en relación con la normativa en materia de sanidad acuícola.
5. Haga un análisis de la normativa en desuso y vigente.
6. Propone si es el caso modificaciones a la norma.
7. Integra y sintetiza la información obtenida.
8. Elabora un reporte como resultado de la búsqueda.
9. Expone al grupo la información obtenida.
10. Recibe retroalimentación por parte del docente.

#### ***Recursos de apoyo***

- Bibliografía especializada.
- Bases de datos de búsqueda de información.
- Herramientas de tecnologías de la información.
- Laptop o dispositivo electrónico.
- Software Microsoft, PowerPoint, Word, Canva.

### **Práctica 11: Entrega y presentación de un manual de buenas prácticas desarrollado durante el curso**

#### ***Duración***

2 horas

#### ***Procedimiento***

1. Recibe instrucciones por parte del docente para la realización de la práctica.
2. Se reúne en equipos.
3. Trabaje coordinadamente con sus compañeros.
4. Seleccione una especie que no cuente con manual.
5. Realiza una búsqueda de información en materia de sanidad acuícola y cubra los siguientes aspectos:



- a) Selección de sitio y diseño de la granja.
  - b) Fuente de huevos o crías.
  - c) Programas de monitoreo y control del agua, alimento, fármacos y criterios de sanidad.
  - d) Cosecha.
  - e) Inspección del producto.
  - f) Programas de capacitación para el personal.
6. Integra y sintetiza la información obtenida.
  7. Realiza un manual de buenas prácticas de producción.
  8. Expone al grupo la información obtenida.
  9. Recibe retroalimentación por parte del docente.

### **Recursos de apoyo**

- Bibliografía especializada.
- Bases de datos de búsqueda de información.
- Herramientas de tecnologías de la información.
- Laptop o dispositivo electrónico.
- Software Microsoft, PowerPoint, Word, Canva.

## **IX. MÉTODO DE TRABAJO**

### **Encuadre**

Para tener derecho a examen ordinario y extraordinario, cada estudiante debe cumplir con los porcentajes de asistencia que establece el Estatuto Escolar vigente. La calificación es en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 60.

### **Estrategia de enseñanza**

- Estudio de caso
- Método de proyectos
- Aprendizaje basado en problemas
- Aprendizaje basado en casos
- Aprendizaje basado en preguntas
- Técnica expositiva
- Debates
- Discusión guiada
- Instrucción guiada
- Foros

### **Estrategia de aprendizaje**

- Investigación documental
- Exposición de resoluciones de casos prácticos
- Trabajo colaborativo

- Técnica expositiva
- Cuadros comparativos

## X. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

### Criterios de acreditación

Para tener derecho a examen ordinario y extraordinario, cada estudiante debe cumplir con los porcentajes de asistencia que establece el Estatuto Escolar vigente. La calificación es en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 60.

### Criterios de evaluación

Realizar con empeño las diferentes actividades desarrolladas durante el curso, las cuales serán evaluadas mediante los siguientes criterios de calificación:

|                              |      |     |
|------------------------------|------|-----|
| – Evaluaciones parciales     | 40%  |     |
| – Prácticas de taller        | 20%  |     |
| – Tareas                     | 15%  |     |
| – Manual de buenas prácticas |      | 25% |
| Total                        | 100% |     |

## X. REFERENCIAS

### Recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

García-Ortega, A., & Calvario-Martínez, O. (2008). *Manual de buenas prácticas de producción acuícola de bagre para la inocuidad alimentaria*. Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo (CIAD), Unidad Mazatlán; Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA); Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA).

Lee, R., Lovatelli, A., & Ababouch, L. (2010). *Depuración de bivalvos: Aspectos fundamentales y prácticos* (Documento técnico de pesca No. 511). Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.

*Ley General de Pesca y Acuicultura Sustentables*. (2007, 24 de julio). *Diario Oficial de la Federación*.

*Ley General de Salud*. (1984, 7 de febrero). *Diario Oficial de la Federación*.

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, & Organización Mundial de la Salud. (s. f.). *Codex Alimentarius: Normas oficiales internacionales*. <https://www.codexalimentarius.org/normasoficiales/compilaciones-impresas/es/>

Organización Mundial de Sanidad Animal. (s. f.). *Manual acuático: Normas internacionales*. <https://www.oie.int/es/normas-internacionales/manualacuatico/acceso-en-linea/>

Sport Fishing Institute. (1971). *A symposium on the biological significance of estuaries*. Sport Fishing Institute.

U.S. Food and Drug Administration. (2001). *Fish and fisheries products hazards and controls guidance* (3rd ed.). Center for Food Safety and Applied Nutrition.

### **Recursos de acceso libre o complementarios externos**

Arthur, J. R., Bondad-Reantaso, M. G., Campbell, M. L., Hewitt, C. L., Phillips, M. J., & Subasinghe, R. P. (2009). *Understanding and applying risk analysis in aquaculture: A manual for decision-makers* (FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper No. 519/1). Food and Agriculture Organization of the United Nations. <http://www.fao.org/docrep/012/i1136e/i1136e.pdf>

Myers, M. L. (2010). Review of occupational hazards associated with aquaculture. *Journal of Agromedicine*, 15(4), 412–426. <https://doi.org/10.1080/1059924X.2010.512035>

Myers, M. L., & Cole, H. P. (2009). Simple solutions for reduced fish farm hazards. *Journal of Agromedicine*, 14(2), 150–156. <https://doi.org/10.1080/10599240902724040>

Noga, E. J. (2010). *Fish disease: Diagnosis and treatment* (2nd ed.). Wiley-Blackwell.

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, & Organización Mundial de la Salud. (s. f.). *Codex Alimentarius: Normas oficiales internacionales*. <https://www.codexalimentarius.org/normas-oficiales/compilaciones-impresas/es/>

Roberts, R. J. (2012). *Fish pathology* (4th ed.). Saunders Elsevier.

Rosas, P., & Reyes, G. (2009). Diseño de un plan HACCP en el procesamiento industrial de sardinas congeladas. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 59(3), 310–317.

## **XI. PERFIL DOCENTE**

Licenciatura en biotecnología en acuicultura, veterinaria, biología, o áreas afines, preferentemente con posgrado en ciencias con orientación al área de sanidad e inocuidad acuícola de organismos acuáticos, con experiencia comprobable en el campo. Debe ser una persona puntual, honesta y responsable, con facilidad de expresión, motivador en la participación de los estudiantes, tolerante y respetuoso de las opiniones.



**PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE**

**I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN**

|                                            |                                                                                                                                                               |
|--------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Unidad académica:</b>                   | Facultad de Ciencias Marinas, Ensenada.                                                                                                                       |
| <b>Programa educativo:</b>                 | Licenciatura en Biotecnología en Acuicultura                                                                                                                  |
| <b>Plan de Estudios:</b>                   | 2026-2                                                                                                                                                        |
| <b>Nombre de la unidad de aprendizaje:</b> | Planes de Negocios                                                                                                                                            |
| <b>Clave:</b>                              |                                                                                                                                                               |
| <b>Distribución horaria:</b>               | Horas Clase: 02<br>Horas Taller: 02<br>Horas Laboratorio: 00<br>Horas Práctica de Campo: 00<br>Horas Clínicas: 00<br>Horas Extra-clase: 02<br><br>Créditos:06 |
| <b>Etapas de formación:</b>                | Terminal                                                                                                                                                      |
| <b>Carácter:</b>                           | Obligatoria                                                                                                                                                   |
| <b>Requisito:</b>                          | Ninguno.                                                                                                                                                      |
| <b>Modalidad de impartición:</b>           | Presencial                                                                                                                                                    |
| <b>Equipo de diseño:</b>                   | Miroslava Vivanco Aranda<br>José Alberto Zepeda Domínguez                                                                                                     |
| <b>Subdirección que aprueba el PUA:</b>    | Patricia Alvarado Graef                                                                                                                                       |
| <b>Fecha:</b>                              | 25 de febrero de 2026                                                                                                                                         |
| <b>Aprobación y registro:</b>              |                                                                                                                                                               |

## II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

La unidad de aprendizaje Planes de Negocios, se ubica en la etapa terminal, es de carácter obligatorio y pertenece al área de Gestión Estratégica para la Acuicultura Sostenible de la Licenciatura en Biotecnología en Acuicultura, se recomienda que para cursar esta unidad el estudiantado cuente con conocimientos previos sobre Procesos de Gestión Acuicola, tiene como propósito que se diseñe un plan de negocios sostenible en el ámbito acuícola mediante herramientas de planeación estratégica, análisis financiero y gestión empresarial con enfoque en innovación, sostenibilidad y economía circular. Resulta fundamental proporcionar los conocimientos, habilidades y valores que permiten vincular el dominio técnico con la creación de soluciones productivas, competitivas y responsables. Asimismo, facilita la comprensión de la estructura, viabilidad y gestión de proyectos empresariales acuícolas, estableciendo bases para emprendimientos sostenibles y propuestas de negocio que impulsen la innovación y el liderazgo en la economía azul.

## III. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Diseñar un plan de negocios para una organización acuícola sostenible, mediante la integración de herramientas de planeación estratégica, de análisis financiero, gestión administrativa y mercadotecnia, con base en principios de innovación, economía circular y responsabilidad socioambiental, para proponer y evaluar soluciones viables y competitivas que fortalezcan el desarrollo del sector acuícola, actuando con liderazgo, pensamiento crítico y trabajo colaborativo.

## IV. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE

### 1. Proyecto Integrador

- Desarrollo de una propuesta de plan de negocio aplicable a una organización o proyecto acuícola, incorporando los componentes organizacionales, de estudio de mercado, análisis técnico y financiero, evaluación de riesgos, y estrategias de sostenibilidad y economía circular.
  - Presentación oral donde se realice la defensa técnica del plan de negocios, defendiendo la viabilidad técnica, económica, social y ambiental, empleando recursos digitales, estrategias argumentativas y trabajo colaborativo.
2. Portafolio de Evidencias: Debe incluir actividades que reflejen el desarrollo progresivo de las prácticas del taller, reportes de cada taller en el formato establecido y una reflexión crítica sobre la importancia de la innovación, gestión administrativa, economía circular y transformación azul, la eficiencia productiva.

## V. COMPETENCIA PROFESIONAL DEL PERFIL DE EGRESO A LA QUE CONTRIBUYE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Diseñar y gestionar proyectos acuícolas integrales, utilizando metodologías participativas, modelos de negocio sustentables y herramientas tecnológicas de acuicultura, para atender

problemáticas productivas, sociales y ambientales en contextos locales y regionales, con actitud emprendedora, ética profesional, compromiso y responsabilidad social.

## **VI. EJE TRANSVERSAL AL QUE CONTRIBUYE**

Compromiso con la Responsabilidad Social y Excelencia.

## **VII. DESARROLLO POR UNIDADES**

### **Unidad I. Fundamentos y estructura del plan de negocios acuícola.**

#### **Competencia**

Analizar los fundamentos conceptuales y metodológicos de los planes de negocio en el contexto acuícola, mediante la revisión de modelos y herramientas administrativas, para comprender su función en la gestión estratégica, la toma de decisiones y la sostenibilidad del sector, con responsabilidad y pensamiento crítico.

#### **Contenido**

- 1.1. Concepto, objetivos y componentes de un plan de negocios.
- 1.2. Relevancia del plan de negocios en la innovación acuícola sostenible.
- 1.3. Etapas del proceso de planeación estratégica en proyectos acuícolas.
- 1.4. Modelos de negocio aplicados a la acuicultura.
- 1.5. Enfoque de sostenibilidad, economía circular y valor compartido.
- 1.6. Casos de éxito en planes de negocio acuícolas sostenibles

#### **Duración**

08 horas

### **Unidad II. Análisis de mercado y planeación estratégica acuícola.**

#### **Competencia**

Evaluar el componente de planeación estratégica de un plan de negocios acuícola, mediante el análisis de mercado, la definición del producto o servicio y la caracterización del entorno competitivo, para identificar oportunidades reales de emprendimiento sostenible, con actitud proactiva y ética profesional.

#### **Contenido**

- 2.1. Diagnóstico estratégico: análisis FODA y mapeo de actores.
- 2.2. Definición de misión, visión, objetivos y estrategias.
- 2.3. Segmentación del mercado acuícola y definición del cliente objetivo.
- 2.4. Mezcla de mercadotecnia y posicionamiento del producto acuícola.
- 2.5. Estrategias de diferenciación y ventaja competitiva sostenible.
- 2.6. Inteligencia de mercado y herramientas digitales de análisis sectorial.

***Duración***

08 horas

**Unidad III. Evaluación técnica, económica y financiera del proyecto.*****Competencia***

Evaluar la viabilidad técnica, económica y financiera de un plan de negocios acuícola, mediante la aplicación de herramientas de análisis de costos, proyecciones y rentabilidad, para sustentar la factibilidad del proyecto con base en criterios de eficiencia, sostenibilidad y economía circular, con disciplina, honestidad y pensamiento analítico.

***Contenido***

- 3.1. Componentes técnicos del plan de negocios acuícola.
- 3.2. Estructura de costos: fijos, variables y operativos.
- 3.3. Flujo de efectivo, punto de equilibrio y estructura de capital.
- 3.4. Indicadores financieros básicos.
- 3.5. Integración de criterios de sostenibilidad financiera y ambiental.

***Duración***

10 horas

**Unidad IV. Formulación, presentación y defensa del plan de negocios acuícola.*****Competencia***

Integrar de forma técnica y argumentada el plan de negocios acuícola sostenible, mediante la compilación de los resultados técnicos, económicos, de mercado y de sostenibilidad para la estructuración y presentación del proyecto, con el propósito de demostrar ante una audiencia académica la viabilidad, coherencia, consistencia y pertinencia social de la propuesta empresarial, con liderazgo, comunicación efectiva y responsabilidad socioambiental.

***Contenido***

- 4.1. Estructura final del documento de plan de negocios.
- 4.2. Diseño de recursos visuales y presentación ejecutiva.
- 4.3. Estrategias de argumentación y defensa del proyecto.
- 4.4. Evaluación integral del plan y reflexión sobre el aprendizaje.
- 4.5. Retroalimentación y mejora del proyecto final.

***Duración***

06 horas

## VIII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER

### Unidad I. Fundamentos de las Pequeñas y Medianas Empresas en el Sector Acuícola.

#### Práctica 1: Análisis de modelos de negocio en el sector acuícola

##### **Duración**

04 horas

##### **Procedimiento**

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Revisa casos reales o documentados de planes de negocio acuícolas (locales, regionales o nacionales).
3. Identifica los elementos esenciales: propuesta de valor, estructura de costos, estrategia comercial y sostenibilidad.
4. Elabora una matriz comparativa.
5. Presenta ante grupo una síntesis de aprendizajes y áreas de mejora.
6. Recibe retroalimentación docente.

##### **Recursos de apoyo**

- Computadora.
- Internet.
- Bases de datos FAO, CONAPESCA.
- Editor de texto.

### Unidad II. Análisis de mercado y planeación estratégica acuícola.

#### Práctica 2: Diagnóstico estratégico y análisis de mercado.

##### **Duración**

08 horas

##### **Procedimiento**

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Selecciona una especie o producto acuícola de interés para el plan de negocios.
3. Aplica un análisis FODA y mapeo de actores del entorno productivo local o regional.
4. Diseña y aplica un instrumento de recolección de datos (encuesta o entrevista) para identificar preferencias del consumidor.
5. Sistematiza los datos obtenidos y elabora gráficos y conclusiones.
6. Define la propuesta de valor, segmento de mercado, y estrategias de diferenciación y posicionamiento.
7. Entrega un reporte con el diagnóstico estratégico y comercial del producto acuícola.
8. Recibe retroalimentación docente.



### **Recursos de apoyo**

- Computadora.
- Internet.
- Plantilla FODA.
- Editor de texto.
- Software de encuesta (Google Forms).
- Hoja de cálculo.
- Bases de datos INEGI/CONAPESCA.

## **Unidad III. Evaluación técnica, económica y financiera del proyecto.**

### **Práctica 3: Elaboración del estudio técnico y operativo del plan de negocios.**

#### **Duración**

04 horas

#### **Procedimiento**

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Define los requerimientos técnicos del proyecto (instalaciones, equipamiento, diseño y distribución de planta y oficina, proceso productivo, programa de producción y ciclos, ingeniería del proyecto).
3. Diseña un diagrama de flujo de proceso.
4. Calcula los insumos y recursos materiales necesarios para la operación.
5. Entrega un informe técnico con justificación de la viabilidad operativa.
6. Recibe retroalimentación docente.

#### **Recursos de apoyo**

- Computadora.
- Hoja de cálculo.
- Software de diagramación (Canva o Lucidchart).
- Software excel e internet.

### **Práctica 4: Análisis económico-financiero del plan de negocios.**

#### **Duración**

06 horas

### ***Procedimiento***

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Determina los costos fijos, variables y de operación del proyecto.
3. Elabora un flujo de efectivo proyectado a cinco años.
4. Calcula los principales indicadores de rentabilidad (VPN, TIR, etc.).
5. Evalúa los resultados e interpreta la viabilidad financiera del proyecto.
6. Entrega un informe técnico con justificación de la viabilidad financiera del proyecto.
7. Recibe retroalimentación docente.

### ***Recursos de apoyo***

- Computadora.
- Hoja de cálculo.
- Plantillas financieras.
- Calculadora.
- Internet.

## **Unidad IV. Formulación, presentación y defensa del plan de negocios acuícola.**

### **Práctica 5: Integración del documento final del plan de negocios.**

#### ***Duración***

06 horas

#### ***Procedimiento***

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Integra en un solo documento los apartados técnicos, de mercado y financieros del plan.
3. Redacta los componentes clave: resumen ejecutivo, análisis estratégico, proyecciones financieras y criterios de sostenibilidad.
4. Revisa la coherencia interna del documento y ajusta con base en retroalimentación.
5. Prepara y entrega materiales visuales para la presentación final.
6. Recibe retroalimentación docente.

**Recursos de apoyo**

- Computadora.
- Software de presentaciones (PowerPoint)
- Editor de texto.
- Rúbrica de evaluación.

**Práctica 6: Presentación y defensa técnica del plan de negocios acuícola.****Duración**

04 horas

**Procedimiento**

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Elabora una presentación ejecutiva con recursos visuales.
3. Expón el plan ante el grupo.
4. Argumenta la viabilidad técnica, económica y ambiental del proyecto.
5. Recibe retroalimentación docente.
6. Integra observaciones y añade al documento final reflexiones sobre el proceso de aprendizaje.
7. Entrega el documento final.

**Recursos de apoyo**

- Computadora.
- Software de presentaciones (PowerPoint).
- Proyector.
- Rúbrica de presentación.

## **IX. MÉTODO DE TRABAJO**

### **Encuadre**

El primer día de clase, cada docente debe establecer de forma clara y formal:

- La metodología de trabajo.
- Criterios de evaluación y rúbricas.
- Reglas sobre la calidad y entrega de trabajos académicos.
- Derechos y obligaciones del docente y los estudiantes.

Esto debe quedar registrado y comunicado por medios institucionales (como Blackboard o correo institucional).

### **Estrategia de enseñanza**

- Aprendizaje basado en casos
- Aprendizaje basado en preguntas
- Aprendizaje basado en problemas
- Aprendizaje basado en proyectos
- Aprendizaje colaborativo
- Discusión guiada
- Estudio de caso
- Instrucción directa o guiada
- Proyectos integradores o interdisciplinarios
- Resolución de problemas reales con actores sociales
- Simulación de casos reales

### **Estrategia de aprendizaje**

- Aprendizaje autorregulado
- Desarrollo de proyectos sociales o productivos
- Investigación acción participativa
- Investigación documental
- Práctica reflexiva / Práctica reflexiva en campo
- Resolución de problemas
- Toma de apuntes estratégicos
- Trabajo colaborativo
- Trabajo de campo autónomo o investigativo

## X. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

### Criterios de acreditación

Para tener derecho a examen ordinario y extraordinario cada estudiante debe cumplir con los porcentajes de asistencia que establece el Estatuto Escolar vigente. La calificación es en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 60.

### Criterios de evaluación

|                          |      |
|--------------------------|------|
| Evaluaciones Parciales   | 30%  |
| Portafolio de Evidencias | 20%  |
| Proyecto Integrador      | 50%  |
| Total                    | 100% |

## XI. REFERENCIAS

### Recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

Acosta-Alba, I., & García-Chávez, J. (2022). *Gestión sostenible de empresas agroalimentarias y acuícolas*. Universidad Autónoma de Baja California. [clásica]

Aguilar, J. M., & González, C. (2020). *Plan de negocios: Una guía práctica para emprendedores sostenibles* (3.<sup>a</sup> ed.). Pearson Educación.

Bocken, N. M. P., Short, S. W., Rana, P., & Evans, S. (2021). *Sustainable business models: Principles, promise, and practice*. Routledge.

Gitman, L. J., & Zutter, C. J. (2022). *Principios de administración financiera* (15.<sup>a</sup> ed.). McGraw-Hill Education.

Osterwalder, A., Pigneur, Y., Bernarda, G., & Smith, A. (2020). *Business model generation: Manual para visionarios, revolucionarios y retadores* (2.<sup>a</sup> ed.). Deusto.

Porter, M. E., & Kramer, M. R. (2023). *Creating shared value: Redefining capitalism and the role of the corporation in society*. Harvard Business Review Press.

Sachs, J. D., & Thiel, M. (2019). *Circular economy and sustainable development*. Springer Nature.

Universidad Autónoma de Baja California. (2023). *Repositorio digital UABC: Biblioteca electrónica y bases de datos académicas*. <https://biblio.uabc.mx>

Yunus, M., Moingeon, B., & Lehmann-Ortega, L. (2020). Building social business models for sustainable development. *Journal of Business Strategy*, 41(4), 12–23. <https://doi.org/10.1108/JBS-12-2019-0248>

### Recursos de acceso libre o complementarios externos

Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca. (2023). *Informe anual de avance del sector acuícola y pesquero en México 2022–2023*. <https://www.gob.mx/conapesca>

Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2022). *The state of world fisheries and aquaculture 2022: Towards blue transformation*. <https://www.fao.org/documents>

Instituto Nacional del Emprendedor. (2020). *Manual para la creación y fortalecimiento de pequeñas y medianas empresas en México*. Secretaría de Economía. <https://www.gob.mx/se>

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2023). *Censo económico de micro, pequeñas y medianas empresas en México*. <https://www.inegi.org.mx>

Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos. (2023). *Políticas de fomento a las PyMEs y emprendimiento sostenible en América Latina y el Caribe*. <https://www.oecd.org>

Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. (2021). *Economía azul y circular para el desarrollo sostenible*. <https://www.unep.org/es>

Secretaría de Economía. (2022). *Estrategia nacional para el fortalecimiento de las micro, pequeñas y medianas empresas 2022–2030*. <https://www.gob.mx/se>

Sistema de Evaluación, Acreditación y Certificación de la Educación Superior. (2023). *Política nacional de evaluación y acreditación de la educación superior* [Video]. YouTube. [https://www.youtube.com/@seaes\\_mx](https://www.youtube.com/@seaes_mx)

United Nations Industrial Development Organization. (2023). *Circular economy and sustainable industrial development report 2023*. <https://www.unido.org>

World Bank. (2024). *Sustainable aquaculture development: Innovation and investment for blue economies*. <https://www.worldbank.org>

## XII. PERFIL DOCENTE

La persona docente deberá contar con Licenciatura en Economía, Biología, Oceanología o Biotecnología en Acuacultura, con posgrado en Ciencias del Mar, Economía Azul, Transformación Azul, Manejo de Recursos Marinos o Bioeconomía Pesquera y/o Acuícola, o en un área afín. Deberá poseer al menos dos años de experiencia comprobable en el ámbito

profesional, específicamente en el sector ejecutivo, la gestión de fondos y la implementación de proyectos. Experiencia docente especializada y comprobable en la formulación y gestión de proyectos acuícolas o agroalimentarios sostenibles y en el diseño de estrategias de formación activa centrada en el estudiante. Además, el docente deberá ser una persona proactiva, analítica, objetiva y respetuosa.



**PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE**

**I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN**

|                                            |                                                                                                                                                               |
|--------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Unidad académica:</b>                   | Facultad de Ciencias Marinas, Ensenada.                                                                                                                       |
| <b>Programa educativo:</b>                 | Biotecnología en Acuicultura                                                                                                                                  |
| <b>Plan de Estudios:</b>                   | 2026-2                                                                                                                                                        |
| <b>Nombre de la unidad de aprendizaje:</b> | Acuariofilia y Cultivo de Especies Ornamentales                                                                                                               |
| <b>Clave:</b>                              |                                                                                                                                                               |
| <b>Distribución horaria:</b>               | Horas Clase: 02<br>Horas Taller: 01<br>Horas Laboratorio: 03<br>Horas Práctica de Campo: 01<br>Horas Clínicas: 00<br>Horas Extra-clase: 02<br><br>Créditos:09 |
| <b>Etapas de formación:</b>                | Terminal                                                                                                                                                      |
| <b>Carácter:</b>                           | Obligatoria                                                                                                                                                   |
| <b>Requisito:</b>                          | Biología de Peces                                                                                                                                             |
| <b>Modalidad de impartición:</b>           | Presencial                                                                                                                                                    |
| <b>Equipo de diseño:</b>                   | Samantha Victoria Cota<br>Fernando Barreto Curiel<br>Conal David True<br>Omar Ezequiel Aguillón Hernández<br>Ángel Raúl Herrera Gutiérrez                     |
| <b>Subdirección que aprueba el PUA:</b>    | Patricia Alvarado Graef                                                                                                                                       |
| <b>Fecha:</b>                              | 25 de febrero de 2025                                                                                                                                         |
| <b>Aprobación y registro:</b>              |                                                                                                                                                               |



## **II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE**

Fomentar el conocimiento científico y ambiental, y la responsabilidad en cada estudiante estimulando su creatividad al desarrollar diferentes entornos de organismos ornamentales, trabajando la parte de conocimiento técnico y biológico, esta unidad de aprendizaje es integradora de los conocimientos que debe manejar un acuicultor, con la diferencia de la escala de dimensiones con la que se trabaja. Al final de esta unidad de aprendizaje cada estudiante producirá una especie de interés comercial ornamental con la cual podrá iniciar su negocio, su pasatiempo o iniciará la protección de alguna especie sobreexplotada. Se imparte en la etapa terminal, es de carácter obligatorio, tiene como requisito obligatorio cursar la unidad de aprendizaje de Biotecnología de Peces y pertenece al área de conocimiento de Biotecnología.

## **III. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE**

Diseñar y gestionar el cultivo de especies ornamentales mediante la aplicación de principios biotecnológicos, ecológicos y éticos, integrando conocimientos sobre reproducción, nutrición, sistemas de cultivo y bienestar animal, para producir organismos de calidad en entornos sostenibles, actuando con pensamiento crítico, innovación y trabajo colaborativo.

## **IV. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE**

Portafolio de evidencias que incluya:

- Bitácora semanal de lo reportado de las sesiones de taller y laboratorio en donde se describen las principales técnicas, instrumentos y equipos para la determinación de parámetros fisicoquímicos del agua, valoración de organismos.
- Manual productivo y exposición final de producción de la especie a trabajar
- Reportes de práctica de campo que incluyan: introducción, objetivo, descripción del área de estudio, metodología, resultados, discusiones, conclusiones y bibliografía.

## **V. COMPETENCIA PROFESIONAL DEL PERFIL DE EGRESO A LA QUE CONTRIBUYE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE**

Implementar y adaptar tecnologías de cultivo y manejo acuícola, mediante el análisis técnico de sistemas existentes y la aplicación de soluciones innovadoras acordes a distintas especies y entornos, para mejorar la producción de especies de importancia comercial de forma eficiente y sostenible, respondiendo a las condiciones socioambientales y económicas del país, con ética profesional y responsabilidad.

## **VI. EJE TRANSVERSAL AL QUE CONTRIBUYE**

Compromiso con la Responsabilidad Social; Excelencia.

## **VII. DESARROLLO POR UNIDADES**

### **Unidad I. Acuariofilia**

#### **Competencia**

Analizar la evolución y relevancia de la acuariofilia desde sus inicios hasta la actualidad, mediante la revisión bibliográfica y el estudio de datos productivos y de captura de especies ornamentales, con el propósito de comprender su impacto económico, social y ambiental, actuando con pensamiento crítico y responsabilidad hacia el aprovechamiento sostenible de los recursos acuáticos.

#### **Contenido**

##### **1.1 Historia y evolución de la acuariofilia**

- 1.1.1 Origen, desarrollo y tendencias actuales en la tenencia y producción de organismos ornamentales.

##### **1.2 Producción y captura de especies de ornato**

- 1.2.1. Estadísticas de producción y captura a nivel nacional e internacional.
- 1.2.2. Problemática entre la captura silvestre y la producción mediante acuacultura ornamental.

#### **Duración**

04 horas

### **Unidad II. El acuario**

#### **Competencia**

Analizar el funcionamiento de un acuario como sistema cerrado y ecosistema recreado, mediante la identificación e integración de sus componentes técnicos, biológicos y ecológicos, con el propósito de mantener condiciones estables que favorezcan el bienestar de los organismos y la representación equilibrada de comunidades y hábitats acuáticos, actuando con responsabilidad y rigor científico.

#### **Contenido**

##### **2.1 Estructura y dinámica de un sistema cerrado**

- 2.1.1. Principios de circulación y movimiento del agua en acuarios.
- 2.1.2. Componentes básicos del sistema hidráulico.

##### **2.2 Sistemas de filtración y control físico**

- 2.2.1. Filtros mecánicos: función, mantenimiento y medios filtrantes.
- 2.2.2. Filtros biológicos: colonización bacteriana y ciclo del nitrógeno.
- 2.2.3. Radiación ultravioleta: desinfección y control microbiano.
- 2.2.4. Fraccionador de espuma: remoción de materia orgánica disuelta.
- 2.2.5. Control térmico: calentadores, enfriadores y estabilidad de temperatura.

##### **2.3 Acuario visto como ambiente.**

Concepto de biotopo y biotipo: diferencias y aplicaciones en acuariofilia.

2.3.2. Diseño ecológico de acuarios: reproducción de hábitats naturales (arrecifes, manglares, ríos tropicales, lagos, etc.).

2.3.3. Selección de comunidades compatibles: relaciones tróficas, competencia y simbiosis.

2.3.4. Rol de la vegetación, sustratos y microorganismos en la estabilidad del sistema.

2.3.5. Monitoreo ecológico y ajustes del ecosistema artificial.

#### 2.4 Parámetros de calidad del agua

2.4.1. Oxígeno disuelto y aireación.

2.4.2. Temperatura y su relación con el metabolismo de los organismos.

2.4.3. Salinidad y ajustes osmóticos.

2.4.4. pH y alcalinidad: estabilidad y amortiguación.

2.4.5. Compuestos nitrogenados (amonio, nitrito, nitrato) y su control biológico

### **Duración**

08 horas

## **Unidad III. Manejo de organismos acuáticos en confinamiento y bienestar animal**

### **Competencia**

Aplicar principios biológicos y éticos para el manejo adecuado de organismos acuáticos en confinamiento, mediante técnicas de captura, traslado, aclimatación y mantenimiento, con el propósito de garantizar su salud y bienestar, actuando con responsabilidad y respeto por los animales.

### **Contenido**

#### 3.1 Diversidad biológica y ecológica de organismos ornamentales

3.1.1 Principales grupos taxonómicos en la acuariofilia: peces, invertebrados, anfibios, corales y plantas acuáticas.

3.1.2 Adaptaciones morfofisiológicas y comportamentales relevantes en cultivo.

3.1.3 Relaciones ecológicas y funciones en el ecosistema (niveles tróficos, mutualismos, competencia).

3.1.4 Criterios para la selección de especies ornamentales y compatibilidad ecológica en sistemas recreados.

#### 3.2 Libertades animales en organismos acuáticos

3.2.1 Acondicionamiento de recintos de organismos

3.2.2 Evaluación física de los organismos

3.2.3 Diagnóstico de enfermedades y manejo de áreas de cuarentena

#### 3.3 Manejo de reproductores

3.3.1 Fisiología reproductiva y estrés

3.3.2 Requerimientos nutricionales de reproductores

3.3.3 Parámetros reproductivos

#### 3.4 Manejo larvario

3.4.1 Ontogenia y desarrollo larval en organismos acuáticos ornamentales

- 3.4.2 Cultivos de apoyo
- 3.4.3 Parámetros productivos

### **Duración**

12 horas

## **Unidad IV. Comercialización**

### **Competencia**

Diseña estrategias básicas de comercialización y exportación de especies ornamentales, integrando los lineamientos legales y normativos aplicables mediante la interpretación de las normas oficiales mexicanas y los formatos requeridos, con el propósito de garantizar la trazabilidad, la sostenibilidad y el cumplimiento de la legislación vigente, actuando con ética profesional y responsabilidad ambiental.

### **Contenido**

- 4.1. Marco legal fundamental para la comercialización de organismos ornamentales
  - 4.1.1. Principales leyes y normas nacionales relacionadas con el aprovechamiento y transporte de especies ornamentales (Ley General de Vida Silvestre, Ley de Pesca y Acuicultura Sustentables).
  - 4.1.2. Requisitos básicos de permisos y avisos (SEMARNAT, CONAPESCA, CITES).
  - 4.1.3. Formatos y documentos comunes en la movilización de organismos (avisos, guías de traslado, certificados sanitarios).
  - 4.1.4. Concepto de trazabilidad y su importancia en la producción responsable.
- 4.2. Comercio responsable y buenas prácticas
  - 4.2.1. Principios de comercio justo y bienestar animal en especies ornamentales.
  - 4.2.2. Ejemplos de certificaciones y buenas prácticas (MAC, eco-labels, comercio ético).
  - 4.2.3. Aspectos básicos de bioseguridad y cuidado durante el transporte.
- 4.3. Introducción al mercado de la acuariofilia
  - 4.3.1. Estructura general del mercado ornamental (productores, distribuidores, tiendas, consumidores).
  - 4.3.2. Costos y factores que determinan el valor de una especie ornamental.
  - 4.3.3. Tendencias actuales: especies nativas, sostenibilidad, emprendimientos locales.
- 4.4. Proyecto integrador básico
  - 4.4.1. Diseño de una propuesta sencilla de producción y venta de una especie ornamental.
  - 4.4.2. Identificación de requerimientos legales, técnicos y económicos del proyecto.

### **Duración**

08 horas

## VIII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER

### Unidad I. Acuariofilia

#### Práctica 1: Historia de la Acuariofilia

##### **Duración**

04 horas

##### **Procedimiento**

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo del taller.
2. Elabora la historia de la acuariofilia hasta la actualidad mediante revisión bibliográfica.
3. Elige las técnicas e instrumentos para la recolección de información.
4. Discute las diferencias entre la cronología de los acuarios.
5. Elabora un reporte escrito y presentación con su análisis e imágenes.
6. Entrega resultados a su docente para recibir retroalimentación.

##### **Recursos de apoyo**

- Computadora y/o celular
- Internet
- Powerpoint o software para presentación en proyector

### Unidad III. Manejo de organismos acuáticos en confinamiento y bienestar animal

#### Práctica 2: Presentación de la especie seleccionada

##### **Duración**

04 horas

##### **Procedimiento**

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo del taller.
2. Elabora la historia de la acuariofilia hasta la actualidad mediante revisión bibliográfica.
3. Elige las técnicas e instrumentos para la recolección de información.
4. Discute la biología y requerimientos de hábitat de la especie seleccionada.
5. Elabora un reporte escrito y presentación con su análisis e imágenes.
6. Entrega resultados a su docente para recibir retroalimentación.

##### **Recursos de apoyo**

- Computadora y/o celular
- Internet
- Powerpoint o software para presentación en proyector

### **Práctica 3: Presentación del manejo reproductivo de la especie seleccionada**

#### ***Duración***

04 horas

#### ***Procedimiento***

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo del taller.
2. Elabora la historia de la acuariofilia hasta la actualidad mediante revisión bibliográfica.
3. Elige las técnicas e instrumentos para la recolección de información.
4. Discute la biología reproductiva y organización social de la especie seleccionada.
5. Elabora un reporte escrito y presentación con su análisis e imágenes.
6. Entrega resultados a su docente para recibir retroalimentación.

#### ***Recursos de apoyo***

- Computadora y/o celular
- Internet
- Powerpoint o software para presentación en proyector

### **Práctica 3: Presentación del manejo larvario de la especie seleccionada**

#### ***Duración***

04 horas

#### ***Procedimiento***

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo del taller.
2. Elabora la historia de la acuariofilia hasta la actualidad mediante revisión bibliográfica.
3. Elige las técnicas e instrumentos para la recolección de información.
4. Discute la ontogenia y requerimientos de alimentación en etapas tempranas de la especie seleccionada.
5. Elabora un reporte escrito y presentación con su análisis e imágenes.
6. Entrega resultados a su docente para recibir retroalimentación.

#### ***Recursos de apoyo***

- Computadora y/o celular
- Internet
- Powerpoint o software para presentación en proyector

## VIII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO

### Unidad II: El acuario

#### Práctica 1: Filtración y material filtrante

##### ***Duración***

04 horas

##### ***Procedimiento***

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Recorre las instalaciones del laboratorio para identificar todos los tipos de filtros utilizados.
3. Dará mantenimiento a los filtros con la finalidad de que conozca sus constituyentes y el orden en el que estos se reintegran.
4. Reconoce los distintos tipos de material filtrante e identifica a qué tipo de filtración pertenecen.
5. Obtiene un cuestionario proporcionado por el personal docente, con preguntas sobre el principio de funcionamiento de cada tipo de filtro y cómo determinar el material filtrante idóneo.
6. Recibe retroalimentación del personal docente sobre las observaciones y conclusiones del grupo.
7. Entrega reporte de práctica.

##### ***Recursos de apoyo***

- Tezontle
- Wata
- Filtros de caja
- Filtros de cascada
- computadora/ celular
- Internet
- Bitácora

#### Práctica 2: Calidad del agua

##### ***Duración***

02 horas

##### ***Procedimiento***

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.

2. Toma muestras de los diferentes sistemas de los organismos que se mantienen en el laboratorio.
3. Utiliza los kits colorimétricos para determinar las características fisicoquímicas de cada muestra tomada.
4. Determina las concentraciones de oxígeno de los diferentes sistemas con el uso del oxímetro.
5. Discute las diferencias en los valores de parámetros fisicoquímicos en los sistemas analizados.
6. Realiza una tabla de compatibilidad de especies mantenidas en el laboratorio basada en las condiciones fisicoquímicas del agua.
7. Recibe retroalimentación del personal docente sobre las observaciones y conclusiones del grupo.
8. Entrega reporte de práctica.

### **Recursos de apoyo**

- Kits colorimétricos
- termómetro
- Oxímetro
- Potenciómetro
- computadora/ celular
- Internet
- Bitácora

## **Unidad III: Manejo de animales en confinamiento y bienestar animal**

### **Práctica 3: Evaluación física y aclimatación de organismos**

#### **Duración**

09 horas

#### **Procedimiento**

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Realiza una inspección externa guiada por su docente de los organismos que serán utilizados como reproductores.
3. Llena una guía proporcionada por su docente, que describa las condiciones físicas y fisiológicas del organismo.
4. Realiza una biometría de los ejemplares e identifica mediante fotografías.
5. Monta un tanque de cuarentena con las condiciones requeridas para los ejemplares.
6. Aclimata a los organismos a sus nuevas instalaciones revisando las condiciones fisicoquímicas del agua bajo la supervisión de su docente.
7. Llena una hoja con los datos de los ejemplares y de los responsables de sus cuidados.



8. Realiza seguimiento del progreso de los ejemplares monitoreando comportamiento y apetito.
9. Entrega reporte de práctica.

#### ***Recursos de apoyo***

- Balanza
- Bernier
- Mesa
- Peceras
- Mangueras de aireación
- Sifones
- Termómetros
- Kits colorimétricos
- Calentadores
- Alimento comercial para peces
- Internet
- Bitácora

### **Práctica 4: Diagnóstico de enfermedades**

#### ***Duración***

03 horas

#### ***Procedimiento***

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Realiza un muestreo de piel, branquias y heces de los organismos en cuarentena bajo supervisión de su docente.
3. Mediante el uso de un microscopio, revisa las muestras en busca de parásitos.
4. Discute estrategias para el tratamiento y contención de enfermedades.
5. Entrega reporte de práctica.

#### ***Recursos de apoyo***

- Guantes
- Portaobjetos
- Tijera de disección
- Pipetas
- Microscopio compuesto
- Internet
- Bitácora

## **Práctica 5: Acondicionamiento de los organismos reproductores**

### ***Duración***

12 horas

### ***Procedimiento***

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Instaura un recinto para los reproductores con los elementos mínimos indispensables para garantizar su reproducción, bajo la supervisión de su docente
3. Realiza un monitoreo del progreso de la instauración del filtro biológico mediante los kits colorimétricos.
4. Transfiere a los organismos reproductores a sus recintos una vez concluidas las prácticas 3 y 4.
5. Entrega reporte de práctica.

### ***Recursos de apoyo***

- Peceras
- Calentadores
- Esponjas o guatas
- Tezontle, canutillos o kaldnes
- Resinas de intercambio iónico o zeolita
- Manguera para aireación
- Kits colorimétricos
- Termómetro
- Alimento comercial para peces
- Internet
- Bitácora

## **Práctica 6: Elaboración de un alimento semi húmedo para los reproductores**

### ***Duración***

06 horas

### ***Procedimiento***

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Formula un alimento con los requerimientos de la especie a trabajar utilizando una herramienta de Excel proporcionada por su docente.
3. Elabora el alimento utilizando ingredientes húmedos y secos utilizando una licuadora para mezclar los ingredientes y grenetina como ligante.
4. Prueba su aceptación en los reproductores y se determina una ración en función de su composición.
5. Entrega reporte de práctica.

### **Recursos de apoyo**

- Licuadora
- Refrigerador
- Agua purificada
- Moldes para hielo
- Báscula
- Recipientes plasticos
- Cucharas
- Internet
- Bitácora

## **Práctica 7: Inicio de una colonia de rotífero como alimento vivo y cuantificación**

### **Duración**

12 horas

### **Procedimiento**

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Realiza limpieza y acondicionamiento de un tanque cónico de cultivo.
3. Realiza monitoreo de parámetros fisicoquímicos del agua para el cultivo.
4. Hace recepción de la cepa y conteo de rotíferos por ml.
5. Realiza programación de actividades de alimentación y mantenimiento de los rotíferos.
6. Realiza seguimiento y conteos de la concentración de rotíferos por ml.
7. Entrega reporte de práctica.

### **Recursos de apoyo**

- Pipetas
- Lugol
- Microscopio compuesto
- Cámara de conteo celular
- Tanques cónicos
- Manguera para aireación
- Tamiz de 100 micras
- Pasta de microalga

## **Unidad IV. Comercialización**

## **Práctica 8: Determinación de costos productivos y cálculo de índices económicos**

### **Duración**

06 horas

### **Procedimiento**

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.

2. Analizar los principales costos de la producción de peces de ornato.
3. Calcula el precio por organismo según los métodos de cultivo de la especie.
4. Analiza los precios en el mercado.
5. Cálculo de la rentabilidad y otros índices económicos en producciones acuícolas.
6. Discute sobre la viabilidad económica de un proyecto productivo con la especie seleccionada.
7. Entrega reporte de práctica.

#### **Recursos de apoyo**

- Pintarrón
- Internet
- Bitácora

## **VIII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE CAMPO**

### **Unidad II: El acuario**

#### **Práctica 1: Visita a una granja ornamental**

##### **Duración**

08 horas

##### **Procedimiento**

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Elabora el diseño metodológico de la investigación.
3. Elige las técnicas e instrumentos para la recolección de información.
4. Visita una empresa ornamental.
5. Discute las diferencias entre los sistemas de cultivo utilizados para docencia respecto a nivel comercial.
6. Elabora un reporte escrito con su análisis y fotografías de la visita.
7. Entrega el reporte a su docente para recibir retroalimentación.

#### **Recursos de apoyo**

- Libreta de campo
- Cámara fotográfica o celular
- Computadora
- Internet

## Práctica 2: Visita a un acuario público

### **Duración**

08 horas

### **Procedimiento**

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Elabora el diseño metodológico de la investigación.
3. Elige las técnicas e instrumentos para la recolección de información.
4. Visita un acuario público.
5. Discute la relevancia de los acuarios públicos en la educación ambiental y la divulgación científica.
6. Elabora un reporte escrito con su análisis y fotografías de la visita.
7. Entrega el reporte a su docente para recibir retroalimentación.

### **Recursos de apoyo**

- Libreta de campo
- Cámara fotográfica o celular
- Computadora
- Internet

## IX. MÉTODO DE TRABAJO

### **Encuadre**

El primer día de clase cada docente debe establecer la forma de trabajo, criterios de evaluación, calidad de los trabajos académicos, derechos y obligaciones docente-estudiante.

### **Estrategia de enseñanza**

- Aprendizaje basado en preguntas
- Aprendizaje basado en problemas
- Aprendizaje basado en proyectos
- Aprendizaje colaborativo
- Discusión guiada
- Instrucción directa o guiada
- Trabajo de campo guiado

### **Estrategia de aprendizaje**

- Desarrollo de proyectos sociales o productivos
- Investigación acción participativa
- Investigación documental

- Resolución de problemas
- Trabajo colaborativo
- Trabajo de campo autónomo o investigativo

## X. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

### Criterios de acreditación

Para tener derecho a examen ordinario y extraordinario cada estudiante debe cumplir con los porcentajes de asistencia que establece el Estatuto Escolar vigente. La calificación es en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 60.

### Criterios de evaluación

|                           |      |
|---------------------------|------|
| - Evaluaciones parciales  | 10%  |
| Portafolio de evidencias: |      |
| - Prácticas taller        | 10%  |
| - Reporte de campo        | 05%  |
| - Bitácoras               | 20%  |
| - Manual productivo       | 30%  |
| - Exposición final        | 25%  |
| Total                     | 100% |

## XI. REFERENCIAS

### Recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

- Lango Reynoso, F., Castañeda-Chávez, M., Zamora-Castro, J. E., Hernández-Zárate, G., Ramírez-Barragán, M. A., & Solís-Morán, E. (2012). La acuariofilia de especies ornamentales marinas: Un mercado de retos y oportunidades. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 40(1), 12–21. <https://doi.org/10.3856/vol40-issue1-fulltext-2> [clásica]
- Torrano-Silva, B. N., Amancio, C. E., & Oliveira, E. C. (2013). Seaweeds in ornamental aquaria in Brazil: Anticipating introductions. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 41(2), 344–350. <https://doi.org/10.3856/vol41-issue2-fulltext-13> [clásica]
- Trejo-Sánchez, Y. J., Pérez-Jiménez, G. M., Núñez-Nogueira, G., Jiménez-Martínez, L. D., Méndez-Marín, O., Asencio-Alcudia, G. G., Rodríguez-Estrada, U., Martínez-García, R., Álvarez-González, C. A., & Sepúlveda-Quiroz, C. A. (2025). Effect of commercial diets on growth and digestive physiology in guppies (*Poecilia reticulata*). *Aquaculture Journal*, 5(3), Article 10. <https://doi.org/10.3390/aquacj5030010>

## Recursos de acceso libre o complementarios externos

- Biondo, M. V., Burki, R. P., Aguayo, F., & Calado, R. (2024). An updated review of the marine ornamental fish trade in the European Union. *Animals*, 14(12), Article 1761. <https://doi.org/10.3390/ani14121761>
- Cassiano, E. J., & Gettys, L. A. (2022). *Freshwater ornamental aquatic plant production in Florida* (Circular FA251). University of Florida, Institute of Food and Agricultural Sciences Extension. <https://edis.ifas.ufl.edu/publication/FA251>
- Francis-Floyd, R., Watson, C., Petty, D., & Pouder, D. B. (2022). *Ammonia in aquatic systems* (FA-16/FA-031). University of Florida, Institute of Food and Agricultural Sciences Extension. <https://edis.ifas.ufl.edu/fa031>
- Groover, E. M., DiMaggio, M. A., & Cassiano, E. J. (2020, May 29). *Overview of commonly cultured marine ornamental fish* (Fact Sheet FA224). University of Florida, Institute of Food and Agricultural Sciences Extension. <https://edis.ifas.ufl.edu/fa224>
- Hill, J. E., & Yanong, R. P. E. (2013). *Freshwater ornamental fish commonly cultured in Florida* (Circular 5/FA054). University of Florida, Institute of Food and Agricultural Sciences Extension. <https://edis.ifas.ufl.edu/publication/FA054>
- Larcombe, S. D., & Cramp, R. L. (2024). Current disease treatments for the ornamental pet fish trade and their associated problems. *Reviews in Aquaculture*, 16(2), 345–366. <https://doi.org/10.1111/raq.13002>
- Townsend, D. (2011). Sustainability, equity and welfare: A review of the tropical marine ornamental fish trade. *SPC Live Reef Fish Information Bulletin*, 20, 2–12.
- Tropical Aquaculture Laboratory, University of Florida, Institute of Food and Agricultural Sciences. (2025). *Extension publications*. <https://tal.ifas.ufl.edu/extension-and-outreach/extension-publications/>

## XII. PERFIL DOCENTE

Licenciatura en Acuicultura, Oceanología o áreas afines, preferentemente con posgrado en Ciencias Naturales, y experiencia laboral en sistemas acuícolas o producción de organismos ornamentales, así como experiencia docente relacionada con la asignatura. Ser una persona proactiva, analítica y comprometida con la formación integral del estudiante, que fomente el trabajo en equipo, el pensamiento crítico, la ética profesional y la responsabilidad ambiental en el manejo de organismos acuáticos.



**PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE**

**I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN**

|                                            |                                                                                                                                                               |
|--------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Unidad académica:</b>                   | Facultad de Ciencias Marinas, Ensenada                                                                                                                        |
| <b>Programa educativo:</b>                 | Biotechnología en Acuicultura                                                                                                                                 |
| <b>Plan de Estudios:</b>                   | 2026-2                                                                                                                                                        |
| <b>Nombre de la unidad de aprendizaje:</b> | Biotechnología de Crustáceos                                                                                                                                  |
| <b>Clave:</b>                              |                                                                                                                                                               |
| <b>Distribución horaria:</b>               | Horas Clase: 02<br>Horas Taller: 01<br>Horas Laboratorio: 03<br>Horas Práctica de Campo: 01<br>Horas Clínicas: 00<br>Horas Extra-clase: 02<br><br>Créditos:09 |
| <b>Etapas de formación:</b>                | Terminal                                                                                                                                                      |
| <b>Carácter:</b>                           | Obligatoria                                                                                                                                                   |
| <b>Requisito:</b>                          | Ninguno                                                                                                                                                       |
| <b>Modalidad de impartición:</b>           | Presencial                                                                                                                                                    |
| <b>Equipo de diseño:</b>                   | Mario Alberto Galaviz Espinoza<br>André Braga de Souza<br>Ángel Raúl Herrera Gutiérrez<br>Ivone Giffard Mena                                                  |
| <b>Subdirección que aprueba el PUA:</b>    | Patricia Alvarado Graef                                                                                                                                       |
| <b>Fecha:</b>                              | 25 de febrero de 2026                                                                                                                                         |
| <b>Aprobación y registro:</b>              |                                                                                                                                                               |



## **II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE**

La unidad de aprendizaje de Biotecnología de Crustáceos es fundamental dentro de la disciplina de la acuicultura, ya que contribuye a diversificar y fortalecer la producción de crustáceos de interés comercial, alineándose con las tendencias actuales de innovación biotecnológica y manejo sustentable de recursos acuáticos. Esta unidad de aprendizaje permite al alumnado tener conocimientos y habilidades prácticas para el diseño, implementación y manejo de técnicas de cultivo de crustáceos de importancia comercial, tanto en sistemas de estanques en tierra, sistemas de recirculación, Biofloc, así como en cultivos marinos. Se ubica en la etapa terminal de la Licenciatura de Biotecnología en Acuicultura, es de carácter obligatorio y pertenece al área de conocimiento de Biotecnología.

## **III. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE**

Desarrollar cultivos de diversas especies de crustáceos de importancia comercial, mediante la aplicación de técnicas biotecnológicas e innovadoras aplicadas al cultivo de crustáceos para desarrollar protocolos innovadores de producción de crustáceos durante sus diferentes etapas de desarrollo, con responsabilidad en el trabajo y empeño a las actividades.

## **IV. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE**

**Proyecto técnico que incluya lo siguiente:**

- Portafolio de evidencias con bitácora de laboratorio.
- Video reporte de campo en idioma inglés donde tendrán que utilizar software de edición de video (Shotcut o equivalente) y audio (Audacity o equivalente) para presentar un producto de calidad
- Elaboración en equipo de un proyecto técnico que incluya el diseño del sistema de cultivo de un laboratorio de producción de larvas y/o engorda de un crustáceo de importancia comercial, proyecciones de producción, presupuesto estimado y análisis de viabilidad técnica y ambiental.

## **V. COMPETENCIA PROFESIONAL DEL PERFIL DE EGRESO A LA QUE CONTRIBUYE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE**

Implementar y adaptar tecnologías de cultivo y manejo acuícola, mediante el análisis técnico de sistemas existentes y la aplicación de soluciones innovadoras acordes a distintas especies y entornos, para mejorar la producción de especies de importancia comercial de forma eficiente y sostenible, respondiendo a las condiciones socioambientales y económicas del país, con ética profesional y responsabilidad.

## **VI. EJE TRANSVERSAL AL QUE CONTRIBUYE**

Compromiso con la Responsabilidad Social e Innovación Social.

## **VII. DESARROLLO POR UNIDADES**

### **Unidad I. Antecedentes sobre el Aprovechamiento y Cultivo de Crustáceos**

#### **Competencia**

Analizar el marco histórico del aprovechamiento y cultivo de Crustáceos, mediante la revisión de sus antecedentes y situación actual, para identificar las especies potenciales de cultivo en México y el mundo, con una actitud positiva y ética

#### **Contenido**

- 1.1. Antecedentes históricos y situación actual
- 1.2. Crustáceos de agua dulce y marinos
- 1.3. Camarones peneidos
- 1.4. Cangrejos de río
- 1.5. Langostas
- 1.6. Jaibas
- 1.7. Otros crustáceos (Copépodo, Artemia, Percebes)
- 1.8. Avances y limitaciones en el cultivo de crustáceos

#### **Duración**

2 horas

### **Unidad II. Biología de los Crustáceos**

#### **Competencia**

Distinguir las características biológicas y morfológicas de diferentes especies de Crustáceos a través de su función, composición química, nutricional y genética, para identificar las oportunidades de desarrollo de cultivo y pesca en México y coadyuvar en la generación de empleos, con ética y responsabilidad ambiental.

#### **Contenido**

- 2.1. Morfofisiología de los crustáceos y su importancia para su biotecnología de cultivo
- 2.2. Ciclo de vida en medio silvestre y de cultivo
- 2.3. Muda, crecimiento, maduración y excreción
- 2.4. Alimentación y nutrición de etapa larvaria
- 2.5. Alimentación y nutrición de reproductores
- 2.6. Alimentación y nutrición en engorda

#### **Duración**

4 horas

### **Unidad III. Reproducción y manejo biotecnológico de las diferentes fases de desarrollo de los crustáceos**

#### **Competencia**

Analizar la reproducción de los crustáceos de importancia comercial, por medio de la implementación de diferentes métodos de maduración de reproductores, para establecer protocolos óptimos de reproducción y calidad larvaria de las especies con responsabilidad y respeto a los organismos.

#### **Contenido**

- 3.1. Biología Reproductiva de crustáceos
- 3.2. Disponibilidad estacional de reproductores
- 3.3. Manejo de reproductores y maduración gonadal
- 3.4. Bioseguridad en laboratorios de reproductores
- 3.5. Técnicas de inducción reproductiva y ablación vs alternativas modernas de reproducción.
- 3.6. Criopreservación de gametos y larvas
- 3.7. Genómica, genética y mejoramiento
  - 3.7.1. Genética básica aplicada a crustáceos
  - 3.7.2. Selección genética y cruzamiento
  - 3.7.3. Evaluación de nuevas familias
- 3.8. Cultivo larvario
- 3.9 Duración y complejidad del cultivo larvario
- 3.10. Cultivo de postlarvas y juveniles
- 3.11. Disponibilidad de postlarvas del medio natural
- 3.12. Sistemas de producción larvaria
  - 3.12.1. Maternidades
  - 3.12.2. Tanques, raceways, pilas, biofloc, RAS
  - 3.12.3. Alimentación larvaria: microalgas, Artemia, dietas húmedas e inertes
  - 3.12.4. Alimentación en reproductores y engorda
  - 3.12.5. Tipos de alimentación en el cultivo de crustáceos
  - 3.12.6. Control de calidad del agua y microbiota del cultivo
  - 3.12.7. Uso de probióticos, prebióticos y manejo microbiano
  - 3.12.8. Trazabilidad y control de calidad de las postlarvas
  - 3.12.9. Cosecha y embarque de postlarvas

#### **Duración**

10 horas

### **Unidad IV. Selección de sitio**

#### **Competencia**

Analizar la selección de sitios para el desarrollo de un cultivo de crustáceos, mediante la revisión de la topografía, localización y condiciones medioambientales para favorecer la producción sustentable, de manera responsable y cuidado del medio ambiente.

### **Contenido**

- 4.1. Climas
- 4.2. Disponibilidad y costos de los insumos esenciales
- 4.3. Manejo sanitario antes, durante y después del cultivo
- 4.4. Preparación de los estanques de cultivo
- 4.5. Localización de la granjas o cultivos
- 4.6. Disponibilidad de agua
- 4.7. Topografía
- 4.8. Suelo
- 4.9. Vegetación
- 4.10. Infraestructura y comunicación
- 4.11. Fuerza de trabajo
- 4.12. Factores sociales, medioambientales y ecológicos.
- 4.13. Normatividad y reglamentación básica para establecer un cultivo

### **Duración**

4 horas

## **Unidad V. Tipos de Cultivo**

### **Competencia**

Analizar las condiciones del cuerpo de agua para determinar el tipo de cultivo de crustáceos a realizar, mediante el análisis de la estructura del diseño del proyecto acuícola, de manera responsable y cuidado del medio ambiente.

### **Contenido**

- 5.1. Cultivos extensivos, semi intensivos, intensivos y superintensivos
  - 5.1.1. Manejo de suelos
  - 5.1.2. Fertilización y productividad primaria
  - 5.1.3. Balance iónico
  - 5.1.4. Calidad del agua y capacidad de carga del cultivo
  - 5.1.5. Prevención y manejo de enfermedades
  - 5.1.6. Biometrías, Muestreos poblacionales y ajustes de raciones alimenticias
  - 5.1.7. Métodos de cosecha y valor agregado del producto
- 5.2. Policultivos
- 5.3. Cultivos de crustáceos de caparazón blando
- 5.4. Cultivo de crustáceos para las primeras etapas de cultivo.
- 5.5. Principales enfermedades de crustáceos de acuerdo al tipo de cultivo (virales, bacterianas, parasitarias)
- 5.6. Sistemas de alerta temprana y monitoreo epidemiológico

### **Duración**

6 horas

## **Unidad VI. Biotecnologías de Cultivo**

### **Competencia**

Aplicar diferentes biotecnologías de cultivo bajo condiciones experimentales, mediante la identificación de las condiciones de su escalamiento a nivel comercial para lograr una producción sustentable de crustáceos a favor del desarrollo de la acuacultura de crustáceos, con ética profesional y responsabilidad con el trabajo.

### **Contenido**

- 6.1. Cultivos tradicionales
- 6.2. Cultivo en jaulas flotantes marinas
- 6.3. Biofloc
- 6.3. Acuacultura Simbiótica
- 6.4. Uso de Inteligencia artificial y software en los cultivos de crustáceos
- 6.5. Automatización y sensores biotecnológicos en cultivos intensivos
- 6.6. Modelación y simulación productiva.

### **Duración**

4 horas

## **Unidad VII. Impacto del cultivo de Crustáceos en la Sociedad**

### **Competencia**

Analizar el impacto del cultivo de crustáceos a escala comercial, mediante el análisis económico, social y ecológico, para evaluar la potencialidad del cultivo de crustáceos en sectores marginados, de manera responsable y cuidado del medio ambiente.

### **Contenido**

- 7.1. Impacto Social
- 7.2. Impacto Ecológico
- 7.3. Impacto Económico
- 7.4. Otros impactos

### **Duración**

2 horas

## VIII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER

### Unidad VI: Técnicas de cultivo según la especie

#### Práctica 1: Técnicas de cultivo de especies de crustáceos de interés económico

##### **Duración**

4 horas

##### **Procedimiento**

1. Recibe instrucciones guiadas por parte de su docente
2. Con base en las instrucciones se organiza en equipos
3. Recibe una ficha en inglés de un sistema de cultivo. En una dinámica de pair-sharing cada estudiante describe a un compañero en inglés una característica de su sistema usando la estructura: "In my system the water is... We use... The advantage is..."
4. Recibe de la persona docente diversos de temas para exponer
5. Realiza una búsqueda documental detallada con base en fuentes confiables en inglés sobre el grupo de crustáceo asignado:
  - a. Describe a la especie.
  - b. Fases de cultivo: obtención y manejo de reproductores; maduración y desove; larvario, pre-cría; engorda;
  - c. Cosecha, procesamiento y mercado
6. Elabora y presenta frente a grupo exposición de los resultados de la búsqueda documental con una duración de 30 minutos.
7. Responde preguntas del grupo (15 minutos).
8. Entrega reporte técnico reflexivo de la actividad realizada y recibe retroalimentación docente.

##### **Recursos de apoyo**

- Computadora con internet
- Proyector
- Pizarrón

### Unidad VII: Tecnología de cultivo

#### Práctica 2: Cálculos de fertilización orgánica para formación de biofloc

##### **Duración**

4 horas

##### **Procedimiento**

1. Recibe instrucciones guiadas por parte de su docente sobre el sistema biofloc.
2. Determina la cantidad (g) de C y N contenidos en la dieta con base en los datos de cultivo provisto por su docente.

3. Determina la cantidad (g) de la fuente de C a añadir para obtener la relación C:N deseada en el estanque de cultivo.
4. Elabora y entrega un reporte técnico describiendo de manera detallada los cálculos realizados y la cantidad de la fuente de carbono a adicionar para iniciar la formación de biofloc.

### **Recursos de apoyo**

- Pizarrón
- Calculadora

### **Práctica 3: Cultivo de camarón en sistema de biofloc**

#### **Duración**

8 horas

#### **Procedimiento**

1. Recibe instrucciones guiadas por parte de su docente
2. Digitaliza todos los datos del cultivo de camarón en biofloc realizado durante la práctica 3 de laboratorio
3. Determina los siguientes parámetros:
  - a) Supervivencia (%).
  - b) Ganancia de peso (g).
  - c) Ganancia de biomasa (Kg).
  - d) Tasa de crecimiento específico (% día<sup>-1</sup>).
  - e) Crecimiento semanal (semana<sup>-1</sup>).
  - f) Productividad (kg m<sup>-3</sup>).
  - g) Tasa de conversión alimenticia aparente (TCA).
4. Presenta oralmente todos los resultados del cultivo frente a grupo.
5. Entrega informe técnico y recibe retroalimentación docente.

### **Recursos de apoyo**

- Computadora con internet
- Proyector
- Pizarrón

## **IX. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO**

### **Unidad II: Biología de los crustáceos**

#### **Práctica 1: Anatomía básica de crustáceos**

##### ***Duración***

6 horas

##### ***Procedimiento***

1. Recibe instrucciones guiadas por parte de su docente
2. Revisa el manual de laboratorio con las instrucciones de la práctica
3. Revisa los ejemplares de crustáceos provistos por su docente e identifica las principales estructuras morfológicas, asimismo similitudes y diferencias entre las especies
4. Elige una de las especies revisadas
5. Haz una búsqueda sobre la especie elegida
6. Elabora y entrega una infografía en inglés que contenga las principales características morfológicas clave de la especie y un hecho curioso relevante sobre su aplicación comercial

##### ***Recursos de apoyo***

- Exoesqueletos de diferentes crustáceos
- Especímenes vivos, frescos y fijados
- Microscopio estereoscópico
- Celular o cámara fotográfica

### **Unidad VI: Técnicas de cultivo según la especie**

#### **Práctica 2: Análisis en fresco en camarón**

##### ***Duración***

6 horas

##### ***Procedimiento***

1. Recibe instrucciones guiadas por parte de su docente
2. Revisa el manual de laboratorio con las instrucciones de la práctica
3. Toma un camarón provisto por su docente, realiza una disección para colectar muestras de branquias, hepatopáncreas y tracto digestivo.
4. Observa las muestras en un microscopio óptico
5. Elabora y entrega un reporte técnico para describir y evaluar la condición aparente de salud del camarón en cultivo.

##### ***Recursos de apoyo***

- Camarón juvenil
- Kit de disección
- Portaobjetos y cubreobjetos



- Guantes
- Papel secante
- Microscopio óptico
- Celular cámara fotográfica
- Formato de reporte

## **Unidad VII: Tecnología de cultivo**

### **Práctica 3: Cultivo de camarón en sistema de biofloc**

#### ***Duración***

36 horas<sup>1</sup>

#### ***Procedimiento***

1. Recibe instrucciones guiadas por parte de su docente.
2. Revisa el manual de laboratorio con las instrucciones de la práctica.
3. Ordena el área donde se realizarán los cultivos, habilitando los tanques que se usarán para los cultivos.
4. Forma el biofloc en algunos tanques, desde agua clara siguiendo los métodos químico y biológico acorde a los protocolos proporcionados por su docente.
5. Realiza En otros tanques, el cultivo por medio de un inóculo de un tanque con biofloc ya maduro.
6. monitorea y corrige semanalmente los parámetros de calidad de agua.
7. Realiza semanalmente una biometría y con base en los resultados haz los cálculos para ajustar la ración.
8. Alimenta diariamente a los camarones.
9. Lleva un control estricto de todos los datos del cultivo en la bitácora proporcionada por el docente
10. Entrega al final del semestre la bitácora con todos los datos obtenidos durante la práctica.

#### ***Recursos de apoyo***

- Kits para medición de nitrogenados
- Kit para medición de alcalinidad
- Oxímetro
- Refractómetro
- Potenciómetro
- Postlarvas de camarón
- Dieta para camarón
- Melaza

---

<sup>1</sup> Las y los estudiantes cuentan con un manual de prácticas de laboratorio donde se detalla el procedimiento por sesión, ya que es una actividad semestral.

- Balanza 0.01g
- Bitácora
- Cubetas
- Redes
- Papel secante

## **X. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE CAMPO**

### **Unidad III. Reproducción y manejo biotecnológico de las diferentes fases de desarrollo de los crustáceos.**

#### **Práctica 1. Desarrollo de actividades de muestreos para biometría, poblacional y ajustes de raciones alimenticias en cultivo larvario de camarones peneidos**

##### ***Duración***

8 horas

##### ***Procedimiento***

1. Atiende las instrucciones para el desarrollo de la práctica.
2. Participa en la salida de campo a laboratorios de camarón en Sonora y Sinaloa
3. Observa y analiza la infraestructura de los laboratorios
4. Identifica que tipo de sistemas de toma de agua, filtración, recirculación de agua tienen en los laboratorios de cultivo larvario, así como la aplicación de técnicas biotecnológicas innovadoras que implementan.
5. Participa en las actividades sobre reproducción, cultivo de las diferentes fases de desarrollo del camarón (huevo, nauplio, zoea, mysis, postlarva y embarque) que se realizan en el laboratorio de cultivo de camarón.
6. Aprende los procedimientos básicos de mantenimiento y operación de los sistemas utilizados en la empresa.
7. Compara las prácticas observadas en la granja comercial con los procedimientos aplicados en cultivos experimentales de la UABC, identificando coincidencias y adaptaciones tecnológicas.
8. Integra en un video en idioma inglés todos los procedimientos aprendidos sobre la metodología observada durante la práctica, incorporando imágenes representativas y las etapas del proceso productivo, destacando la vinculación entre la investigación y la producción acuícola comercial, donde utiliza software de edición de video (Shotcut o equivalente) y audio (Audacity o equivalente) para presentar un producto de calidad.
9. Recibe retroalimentación por parte del docente.

##### ***Recursos de apoyo***

- Transporte vehicular.
- Presentación del funcionamiento del cultivo por parte del personal técnico de la granja.
- Material de manejo de cultivos.

- Botas para agua y mandiles.
- Descripción de la metodología observada.

## **Unidad V. Tipos de Cultivo**

### **Práctica 2. Desarrollo de actividades de muestreos para biometría, poblacional, ajustes de raciones alimenticias, cosechas y procesamiento de camarones de cultivo en granjas comerciales.**

#### ***Duración***

8 horas

#### ***Procedimiento***

1. Atiende las instrucciones para el desarrollo de la práctica.
2. Participa en la salida de campo a granjas de camarón en Sonora y Sinaloa
3. Observa y analiza la infraestructura de las granjas de cultivo y plantas de proceso de camarón.
4. Identifica que tipo de sistemas de toma de agua, filtración, recirculación de agua tienen las granjas camaroneras, así como la aplicación de técnicas biotecnológicas innovadoras que aplican.
5. Participa en las actividades de siembra, preparación de alimento, alimentación, revisión de parámetros, biometrías, muestreos poblacionales, análisis en fresco y procesos de cosecha. En plantas de proceso, observa y analiza los métodos de descabece, tallas, congelado, buenas prácticas, normas sanitarias y proceso de empaque del producto terminado.
6. Aprende los procedimientos básicos de mantenimiento y operación de los sistemas utilizados en la empresa.
7. Compara las prácticas observadas en la granja comercial con los procedimientos aplicados en cultivos experimentales de la UABC, identificando coincidencias y adaptaciones tecnológicas.
8. Integra en un video en idioma inglés todos los procedimientos aprendidos sobre la metodología observada durante la práctica, incorporando imágenes representativas y las etapas del proceso productivo, destacando la vinculación entre la investigación y la producción acuícola comercial, donde utiliza software de edición de video (Shotcut o equivalente) y audio (Audacity o equivalente) para presentar un producto de calidad
9. Recibe retroalimentación por parte del docente.

#### ***Recursos de apoyo***

- Transporte vehicular
- Presentación del funcionamiento del cultivo por parte del personal técnico de la granja
- Material de manejo de cultivos
- Botas para agua y mandiles
- Descripción de la metodología observada

## **XI. MÉTODO DE TRABAJO**

### **Encuadre**

El primer día de clase, cada persona docente debe establecer de forma clara y formal:

- La metodología de trabajo.
- Criterios de evaluación y rúbricas.
- Reglas sobre la calidad y entrega de trabajos académicos.
- Derechos y obligaciones del docente y los estudiantes.

Esto debe quedar registrado y comunicado por medios institucionales (como Blackboard o correo institucional).

### **Estrategia de enseñanza**

- Estudio de caso
- Método de proyectos
- Aprendizaje basado en problemas
- Aprendizaje basado en casos
- Aprendizaje basado en preguntas
- Técnica expositiva
- Discusión guiada
- Instrucción guiada

### **Estrategia de aprendizaje**

- Investigación documental
- Investigación empírica
- Exposición de resoluciones de casos prácticos
- Trabajo colaborativo
- Técnica expositiva
- Visitas a campo

## **XII. CRITERIOS DE EVALUACIÓN**

### **Criterios de acreditación**

Para tener derecho a examen ordinario y extraordinario cada estudiante debe cumplir con los porcentajes de asistencia que establece el Estatuto Escolar vigente. La calificación es en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 60.

### **Criterios de evaluación**

- |                              |     |
|------------------------------|-----|
| - Evaluaciones parciales (3) | 30% |
|------------------------------|-----|

|                                                              |      |
|--------------------------------------------------------------|------|
| - Portafolio de evidencias (reportes de laboratorio y campo) | 40%  |
| - Reportes de taller                                         | 10%  |
| - Proyecto técnico en equipo                                 | 20%  |
| Total                                                        | 100% |

### XIII. REFERENCIAS

#### Recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

Singh, P., Singh, A., Tyagi, A., & Benjakul, S. (Eds.). (2025). *Shrimp culture technology: Farming, health management and quality assurance*. Springer Nature. <https://doi.org/10.1007/978-981-97-8549-0>

Steinberg, C. (2018). *Aquatic animal nutrition: A mechanistic perspective from individuals to generations*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-91767-2>

Takeuchi, T. (2018). *Application of recirculating aquaculture systems in Japan*. Springer.

Yusoff, F. M., Umi, W. A. D., Ramli, N. M., & Harun, R. (2024). Water quality management in aquaculture. *Cambridge Prisms: Water*, 2(e8), 1–61. <https://doi.org/10.1017/wat.2024.6>

#### Recursos de acceso libre o complementarios externos

Alvarez-Montoya, V., Amador, A., López-Galindo, L., Rosales-Leija, M., Galaviz, M., & Braga, A. (2026). The effects of serotonin and spiperone on sperm count during successive spermatophore extrusions in the whiteleg shrimp (*Litopenaeus vannamei*). *Aquaculture*, 743, 271. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2025.743271>

Anand, P. S. S., Aravind, R., Vinay, T. N., & Balasubramanian, C. P. (2022). *Broodstock maturation, larval rearing, and HACCP principles in the shrimp hatchery system*. SCAFI–ICAR–CIBA.

Avnimelech, Y. (1999). Carbon/nitrogen ratio as a control element in aquaculture systems. *Aquaculture*, 176(3–4), 227–235. [https://doi.org/10.1016/S0044-8486\(99\)00085-X](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(99)00085-X) [clásica]

Maulianawati, D., Amien, M., Pardi, Y., Hafid, H., Rifai, M. A., Raoda, A. A. N., Luthfiyana, N., & Syahril, S. (2025). Efficacy of the biofloc system with the addition of chitosan on tiger prawn (*Penaeus monodon*) productivity. *Biotropia*, 32(2), 216–227. <https://doi.org/10.11598/btb.2025.32.2.2482>

#### **XIV. PERFIL DOCENTE**

Persona docente con formación en Biología Marina, Oceanología, Acuicultura, Biotecnología o áreas afines, preferentemente con grado mínimo de maestría en ciencias del mar o área afín. Experiencia mínima de dos años en docencia y/o profesional en cultivo de crustáceos de importancia comercial. Se recomienda contar con dominio funcional de inglés técnico básico, idealmente B1 o superior. Con capacidad y actitud para desarrollar tolerancia, empatía, pensamiento crítico, participación del grupo y trabajo colaborativo dentro del aula, en campo y en laboratorio.



**Universidad Autónoma de Baja California**  
**Coordinación General de Formación Profesional**

**PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE**

**I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN**

|                                            |                                                                                                                                                               |
|--------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Unidad académica:</b>                   | Facultad de Ciencias Marinas, Ensenada.                                                                                                                       |
| <b>Programa educativo:</b>                 | Licenciatura en Biotecnología en Acuicultura                                                                                                                  |
| <b>Plan de Estudios:</b>                   | 2026-2                                                                                                                                                        |
| <b>Nombre de la unidad de aprendizaje:</b> | Bioética y Bienestar Animal                                                                                                                                   |
| <b>Clave:</b>                              |                                                                                                                                                               |
| <b>Distribución horaria:</b>               | Horas Clase: 02<br>Horas Taller: 02<br>Horas Laboratorio: 00<br>Horas Práctica de Campo: 00<br>Horas Clínicas: 00<br>Horas Extra-clase: 02<br><br>Créditos:06 |
| <b>Etapas de formación:</b>                | Terminal                                                                                                                                                      |
| <b>Carácter:</b>                           | Obligatoria                                                                                                                                                   |
| <b>Requisito:</b>                          | Ninguno                                                                                                                                                       |
| <b>Modalidad de impartición:</b>           | Presencial                                                                                                                                                    |
| <b>Equipo de diseño:</b>                   | Oscar Basilio Del Rio Zaragoza<br>Alicia Abadía Cardoso<br>Mónica Lubinsky Jinich                                                                             |
| <b>Subdirección que aprueba el PUA:</b>    | Patricia Alvarado Graef                                                                                                                                       |
| <b>Fecha:</b>                              | 25 de febrero de 2026                                                                                                                                         |
| <b>Aprobación y registro:</b>              |                                                                                                                                                               |

## **I. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE**

La unidad de aprendizaje Bioética y Bienestar Animal tiene como propósito que el estudiantado comprenda, analice y aplique los principios éticos, científicos y normativos relacionados con el cuidado y manejo responsable de las especies cultivadas en los distintos sistemas de producción acuícolas, se busca que las y los estudiantes diseñen y ejecuten prácticas fundamentadas en el respeto a la vida, la protección de los organismos y la sostenibilidad ambiental, garantizando el bienestar físico, psicológico y comportamental de las especies bajo cultivo. Asimismo, promueve la reflexión ética, la responsabilidad social y profesional, así como la toma de decisiones informadas ante los dilemas que surgen en la producción y experimentación con organismos acuáticos. La unidad de aprendizaje se ubica en la etapa terminal del plan de estudios, es de carácter obligatorio y forma parte del área de conocimiento de Salud Integral Acuícola dentro de la Licenciatura en Biotecnología en Acuicultura.

## **II. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE**

Evaluar prácticas y protocolos de bienestar animal en sistemas acuícolas, mediante revisión, aplicación de principios de bioéticos, el análisis detallado del marco normativo vigente y el uso de indicadores conductuales, fisiológicos y productivos en el manejo, transporte y sacrificio humanitario, para asegurar el cuidado, la protección y el trato digno de las especies cultivadas, mejorar su salud y desempeño y fortalecer la sostenibilidad e inocuidad del sistema, con ética profesional, respeto por la vida, empatía, integridad, justicia, responsabilidad ambiental y social.

## **III. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE**

### **Proyecto Integrador**

- Elaborará un proyecto integrador orientado al bienestar animal en el cultivo de un organismo acuático de importancia comercial de su interés, aplicando los principios bioéticos y cumpliendo con las normas oficiales mexicanas e internacionales vigentes.
- Incluir un portafolio de evidencias con los reportes de talleres, presentaciones digitales de las exposiciones orales y una reflexión final de lo aprendido en las prácticas de taller.

Se evaluará la pertinencia del proyecto, el cumplimiento normativo, el rigor técnico y científico, la claridad en la comunicación y la reflexión ética y crítica demostrada en el proyecto integrador.

## **IV. COMPETENCIA PROFESIONAL DEL PERFIL DE EGRESO A LA QUE CONTRIBUYE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE**

Prevenir, controlar y manejar enfermedades en organismos acuáticos por medio del conocimiento de la biología y ecología de patógenos, métodos de diagnóstico, medidas sanitarias y de bioseguridad de las principales enfermedades que afectan a los organismos de



importancia comercial en los sistemas acuícolas para garantizar la salud de los organismos y reducir impactos sanitarios y ambientales, con proactividad, responsabilidad e integridad.

## **V. EJE TRANSVERSAL AL QUE CONTRIBUYE**

Compromiso con la Responsabilidad Social; Equidad Social y de Género; Inclusión; Excelencia; Vanguardia; Innovación Social; Interculturalidad.

## **VI. DESARROLLO POR UNIDADES**

### **Unidad I. Fundamentos de la Bioética y Bienestar Animal**

#### ***Competencia***

Analizar los fundamentos de la bioética y del bienestar animal mediante la revisión de casos reales de la producción acuícola y de marcos normativos y bioéticos vigentes, para emitir juicios críticos que equilibren el bienestar animal con la sostenibilidad de los sistemas productivos, con ética profesional, justicia y responsabilidad ambiental y social.

#### ***Contenido***

- 1.1. Definición de bioética y bienestar animal
- 1.2. Principios básicos de la bioética y bienestar animal
- 1.3. Dimensión del bienestar animal: física, conductual y psicológica
- 1.4. Casos históricos que marcaron la bioética en producción animal
- 1.5. El concepto de "One Health"
- 1.6. Marco Jurídico nacional e internacional

#### ***Duración***

07 horas

### **Unidad II. Criterios para evaluar el Bienestar Animal**

#### ***Competencia***

Aplicar protocolos estandarizados de bienestar animal en sistemas acuícolas, mediante la revisión de métodos de evaluación y del análisis de indicadores fisiológicos, conductuales y ambientales, para evaluar el estado de los organismos y proponer mejoras con pensamiento sistémico, responsabilidad, integridad y respeto por la vida.

#### ***Contenido***

- 2.1. Indicadores fisiológicos de estrés (cortisol, glucosa, respuesta inmune)
- 2.2. Evaluación del comportamiento: estereotipias y conductas anómalas
- 2.3. Parámetros físicos y ambientales (calidad de agua, densidad)
- 2.4. Métodos de evaluación integral: protocolos Welfare Quality®

### **Duración**

06 horas

## **Unidad III. Estrés durante las fases productivas: captura, transporte, ayuno**

### **Competencia**

Desarrollar protocolos de manejo humanitario para las diferentes etapas productivas como transporte, ayuno y sacrificio a través de la aplicación de principios y fundamentos bioéticos y el análisis del marco normativo vigente para minimizar el estrés y garantizar el bienestar de los organismos acuáticos con responsabilidad, compasión, empatía y respeto por la vida.

### **Contenido**

- 3.2. Prácticas de aturdimiento y sacrificio humanitario
- 3.3. Manejo reproductivo: consideraciones éticas en selección genética
- 3.4. Enriquecimiento ambiental en tanques y estanques
- 3.5. Casos prácticos por sistema (jaulas, RAS, estanques)

### **Duración**

07 horas

## **Unidad IV. Dilemas éticos en la acuicultura moderna**

### **Competencia**

Evaluar críticamente los dilemas éticos de la acuicultura contemporánea como OGMs, tecnologías emergentes, sacrificios masivos, mediante la revisión de casos reales en la producción acuícola y el análisis del marco normativo vigente para proponer soluciones balanceadas que consideren aspectos científicos, económicos y éticos con pensamiento crítico, integridad, ecuanimidad y responsabilidad.

### **Contenido**

- 4.1. Uso de herramientas moleculares y genéticas en organismos acuáticos
- 4.2. Bioseguridad y responsabilidad sobre el uso de organismos genéticamente modificados
- 4.3. Implementación de nuevas tecnologías (monitoreo automático)
- 4.4. Sacrificio masivo vs. tratamiento en brotes sanitarios

4.5. Balance entre productividad y bienestar animal

4.6. Relación con comunidades y actores sociales: respeto a los saberes locales y la equidad en el desarrollo de proyectos acuícolas

### **Duración**

07 horas

## **Unidad V. Ética ambiental y sostenibilidad**

### **Competencia**

Analizar dilemas ético-ambientales en acuacultura, mediante la revisión detallada del marco normativo vigente, comparación de los principios de justicia ambiental, evaluación de impactos ambientales y participación social, para proponer lineamientos de manejo que eviten el deterioro ambiental, promuevan la conservación y se obtenga una producción sostenible e inclusiva, con ética profesional, responsabilidad socioambiental, justicia y respeto a los saberes locales.

### **Contenido**

5.1. Principios de justicia ambiental aplicados a la acuacultura

5.2. Responsabilidad ética frente al deterioro de ecosistemas acuáticos

5.3. Conflictos éticos entre producción intensiva y conservación ambiental

### **Duración**

05 horas

## **VII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER**

### **Unidad I. Fundamentos de la Bioética y Bienestar Animal**

#### **Práctica 1: Análisis del caso "Salmones con deformidades vertebrales"**

### **Duración**

02 horas

### **Procedimiento**

1. Recibe instrucciones docentes para la realización de la práctica
2. Integra equipos.

3. Analiza un caso real como, por ejemplo: "Salmones con deformidades vertebrales".
4. Realiza un debate grupal sobre las responsabilidades éticas en la práctica acuícola.
5. Discute a manera de reflexión cómo un mal manejo de los organismos de la genética reproductiva y la nutrición pueden impactar en la salud y el bienestar de los salmones cultivados.
6. Integra y sintetiza la información obtenida para realizar un reporte final de la práctica
7. Entrega un reporte.
8. Recibe retroalimentación por parte docente.

### **Recursos de apoyo**

- Bibliografía especializada.
- Bases de datos de búsqueda de información.
- Herramientas de tecnologías de la información.
- Laptop o dispositivo electrónico.
- Software Microsoft, PowerPoint, Word, Canva.

## **Práctica 2: Jerarquización de valores en producción acuícola**

### **Duración**

02 horas

### **Procedimiento**

1. Recibe instrucciones docentes para la realización de la práctica.
2. Integra equipos.
3. Analiza un caso concreto de una granja acuícola que necesite modernizar sus sistemas para cumplir con normativas internacionales de bienestar animal, con presupuesto limitado.
4. Realiza una matriz de priorización basado en los siguientes elementos:
  - a. Bienestar Animal: Medidas que reducen estrés y mejoran calidad de vida.
  - b. Rentabilidad: Impacto en costos-productividad.
  - c. Sostenibilidad: Efecto ambiental a largo plazo.
5. Propón tres medidas que prioricen en cada uno de los tres ejes.
6. Realiza una matriz de 3x3 ejes, considerando: impacto positivo/negativo en cada dimensión, viabilidad de implementación y conflicto o sinergia entre dimensiones.
7. Defiende en equipos sus priorizaciones y logra acuerdos sobre: 2 medidas de implementación inmediata, 2 medidas a mediano plazo y 1 medida a descartar por conflictos insalvables.
8. Entrega una matriz de priorización: bienestar animal vs. rentabilidad vs. sostenibilidad con justificación técnica de sus decisiones y recibe retroalimentación docente.

### **Recursos de apoyo**

- Bibliografía especializada
- Pizarrón
- Tarjetas de colores (3 por equipo)
- Matriz prediseñada en formato grande
- Marcadores

### **Práctica 3: Análisis comparativo de legislación internacional**

#### ***Duración***

02 horas

#### ***Procedimiento***

1. Recibe instrucciones docentes para la realización de la práctica
2. Integra equipos
3. Realiza una matriz visual comparativa que evidencia disparidades y oportunidades de mejora en la normativa de bienestar acuícola
4. Realiza un mapa comparativo: Unión Europea vs. USA vs. Latinoamérica en bienestar acuícola
5. Selecciona en equipo que país o región quiere representar
6. Revisa documentos de referencia específicos por región considerando las siguientes categorías a comparar:
  - a) Especies cubiertas
  - b) requisitos de aturdimiento,
  - c) densidades máximas
  - d) métodos de sacrificio permitidos
  - e) sanciones por incumplimiento
7. Identifica los puntos clave de su región
8. Complete su sección de la matriz comparativa y prepare ejemplos concretos de aplicación.
9. Exponga sus hallazgos.
10. Construye colectivamente una matriz comparativa integrada
11. Identifica y marque con colores:
  - a) Áreas de convergencia (verde)
  - b) Vacíos legales (amarillo)
  - c) Conflictos normativos (rojo)
12. Realiza un análisis grupal
13. Entrega una matriz de priorización y menciona: ¿Qué región ofrece mayor protección?
14. Identifica tendencias globales y reflexiona sobre la aplicabilidad en el contexto local.
15. Recibe retroalimentación docente.

### **Recursos de apoyo**

- Pizarrón
- Marcadores de colores
- Tabla comparativa base (proporcionada por el instructor)
- Documentos de referencia (legislación UE, USDA, normativas latinoamericanas seleccionadas).

### **Práctica 4: One Health-Caso de vibriosis**

#### **Duración**

02 horas

#### **Procedimiento**

1. Recibe instrucciones docentes para la realización de la práctica
2. Integra equipos
3. Realiza una matriz visual comparativa que evidencia disparidades y oportunidades de mejora en la normativa de bienestar acuícola
4. Elabora un diagrama de interconexiones: salud animal, ambiental y humana que evidencia la interdependencia de los tres componentes en un brote de vibriosis en acuicultura
5. Discute sobre la necesidad de abordajes multidisciplinarios.
6. Integra y sintetiza la información obtenida para realizar un reporte final de la práctica
7. Entrega un reporte
8. Recibe retroalimentación docente

### **Recursos de apoyo**

- Pizarrón
- Marcadores de colores
- Post-its
- Caso de estudio (brote de *Vibrio parahaemolyticus* en granja camaronera)

## **Unidad II. Criterios para evaluar el Bienestar Animal**

### **Práctica 5: Indicadores de estrés en tilapias**

#### **Duración**

02 horas

#### **Procedimiento**

1. Recibe instrucciones docentes para la realización de la práctica
2. Integra equipos.
3. Revisa los principales indicadores de estrés en tilapias:
  - a) Conductuales (natación errática, saltos, agresividad, letargo)
  - b) Físicos (cambios de coloración, aletas deshilachadas, secreción mucoide)
  - c) Fisiológicos (cortisol y glucosa)
4. Analiza cuatro videos y/o documentos del cultivo de tilapia en diferentes escenarios (manejo rutinario, transporte, densidad alta, condiciones óptimas) que permita identificar y cuantificar indicadores conductuales, físicos y fisiológicos de estrés en tilapias
5. Identifica la frecuencia e intensidad de comportamientos anómalos
6. Analiza las respuestas fisiológicas y físicas que se presentan durante el estrés
7. Clasifica el nivel de estrés (bajo, medio, alto) según documento proporcionado por su docente
8. Discute e identifique las causas probables del estrés observado en los videos y los documentos proporcionados por su docente
9. Integra y sintetiza la información obtenida para realizar un reporte final de la práctica
10. Entrega un reporte con el diagnóstico del nivel de estrés y recomendaciones de manejo de la tilapia para evitar el estrés
11. Recibe retroalimentación docente

### ***Recursos de apoyo***

- Internet
- Computadora
- Artículos Especializados
- Videos de tilapias en diferentes escenarios
- Fichas de registro individual
- Guías de identificación de comportamientos
- Lista de verificación de indicadores de estrés

### **Práctica 6: Análisis de videos para identificar comportamientos anómalos**

#### ***Duración***

02 horas

#### ***Procedimiento***

1. Recibe instrucciones docentes para la realización de la práctica
2. Integra equipos
3. Evalúa los siguientes videos con descripciones de comportamiento:
  - a) Video de tilapias en sistema RAS - identificación de estereotipias
  - b) Video de camarones en estanque - evaluación de conductas alimentarias
  - c) Video de peces durante transport vce - detección de estrés agudo
  - d) Video comparativo pre/post manejo - evaluación de mejoras. Identifica y categoriza comportamientos anómalos en especies acuícolas mediante el análisis de material audiovisual
4. Relaciona posibles causas y consecuencias para el bienestar animal
5. Analiza los principales comportamientos anómalos: estereotipias (natación circular, balanceo), apatía, hiperactividad, agresividad excesiva
6. Explica la escala de evaluación (frecuencia, intensidad y duración)
7. Presenta los hallazgos.
8. Discute sobre posibles causas subyacentes (ambiente, manejo, salud), impacto en productividad y bienestar.
9. Realiza en conjunto propuestas de corrección.
10. Integra y sintetiza la información obtenida para realizar un reporte final de la práctica.
11. Entrega un reporte.
12. Recibe retroalimentación docente.

### ***Recursos de apoyo***

- Internet
- Computadora

## **Práctica 7: Protocolo de evaluación integral en granja camaronera**

### ***Duración***

02 horas

### ***Procedimiento***

1. Recibe instrucciones docentes para la realización de la práctica.
2. Integra equipos.
3. Evalúa sistemáticamente el bienestar del camarón en granjas comerciales mediante indicadores estandarizados.
4. Revisa 20 indicadores críticos organizados en cuatro categorías:
  - 1) Ambientales (oxígeno, temperatura, amonio).
  - 2) Fisiológicos (muda, pigmentación, branquias).
  - 3) Conductuales (alimentación, natación, interacciones).
  - 4) Manejo (densidad, redes, procedimientos).



5. Diseña un Formato de evaluación y análisis de materiales audiovisuales
6. Analiza videos de granjas en diferentes condiciones, artículos o manuales de buenas prácticas de producción
7. Llena el formato previamente elaborado y asigna una puntuación
8. Identifica 3 puntos críticos prioritarios y realiza una propuesta de plan de mejora basado en el puntaje asignado
9. Integra y sintetiza la información obtenida y realiza un protocolo de la práctica
10. Entrega un protocolo de evaluación para aplicar en granjas camaroneras, incluyendo escalas de valoración y criterios de intervención.
11. Recibe retroalimentación docente

### **Recursos de apoyo**

- Formatos de evaluación pre-diseñados
- Videos de granjas
- Guías, manuales y artículos de producción de camarón
- Computadora e internet

## **Unidad III: Estrés durante las fases productivas: captura, transporte, ayuno**

### **Práctica 8: Simulación de transporte humanitario**

#### **Duración**

02 horas

#### **Procedimiento**

1. Recibe instrucciones docentes para la realización de la práctica.
2. Integra equipos.
3. Diseña protocolos de transporte que minimicen el estrés y la mortalidad de organismos acuáticos.
4. Revisa parámetros críticos (densidad, oxígeno, temperatura, amonio)
5. Analiza límites regulatorios internacionales y considera parámetros de consumo de oxígeno y producción de amonio.
6. Usa datos reales de estrés (cortisol, glucosa) y calcula la densidad máxima para diferentes escenarios, por ejemplo: Transporte de alevines de trucha (4°C, 6 horas), transporte de reproductores de camarón (22°C, 4 horas).
7. Evalúa la variación de indicadores según: Vibración del vehículo, paradas no programadas, cambios de temperatura.
8. Elabora un documento que incluya un protocolo, checklist pre-transporte (ayuno, aclimatación), defina el monitoreo durante el transporte (cada 30 min) y establezca protocolos de emergencia (oxígeno de respaldo).

9. Integra y sintetiza la información obtenida.
10. Presenta un protocolo completo de transporte para una especie específica, que incluya: densidades máximas por hora/temperatura, parámetros de calidad de agua, plan de contingencia para estrés térmico o hipoxia.
11. Entrega el protocolo.
12. Recibe retroalimentación docente.

### **Recursos de apoyo**

- Datos de tolerancia específica por especie (tilapia, trucha, camarón)
- Calculadoras
- Cronómetros
- Formatos de registro
- Videos de transportes reales
- Internet
- Computadora

### **Práctica 9: Protocolos de sacrificio animal**

#### **Duración**

02 horas

#### **Procedimiento**

1. Recibe instrucciones docentes para la realización de la práctica
2. Integra equipos
3. Desarrolla protocolos específicos de sacrificio que prioricen el bienestar animal
4. Aplica los criterios de pérdida inmediata de conciencia y muerte sin recuperación de sensibilidad
5. Revisa métodos reconocidos por la OMSA: mecánicos (percusión, destrucción cerebral), eléctricos y químicos
6. Analiza especies objetivo e identifica las diferencias anatómicas entre peces óseos, camarones y moluscos
7. Selecciona el método primario, por ejemplo, aturdimiento eléctrico para truchas
8. Define parámetros operativos (voltaje/intensidad, tiempo de exposición, equipos)
9. Verifica criterios de conciencia como reflejos, movimientos operculares
10. Evalúa los métodos complementarios: exanguinación o destrucción cerebral post-aturdimiento
11. Realiza una evaluación integradora, presentando protocolos ante plenaria haciendo énfasis en la eficiencia, practicidad, bienestar animal
12. Realiza reporte final de la práctica
13. Entrega reporte
14. Recibe retroalimentación por parte docente

### **Recursos de apoyo**

- Manuales OMSA de bienestar acuícola
- videos de técnicas estandarizadas
- computadora e internet

### **Práctica 10: Identificar y evaluar buenas y malas prácticas de manejo en operaciones acuícolas rutinarias.**

#### **Duración**

02 horas

#### **Procedimiento**

1. Recibe instrucciones docentes para la realización de la práctica
2. Integra equipos
3. Analiza videos en estaciones de cultivo, observa buenas y malas prácticas de manejo en operaciones acuícolas rutinarias.
4. Identifica criterios de evaluación (manejo suave, densidad, tiempo de exposición al aire, herramientas adecuadas).
5. Captura la información en formularios.
6. Identifica prácticas correctas, incorrectas y oportunidades de mejora.
7. Discute consecuencias del mal manejo en salud y producción
8. Elabora un decálogo de "Buenas Prácticas de Manejo"
9. Integra y sintetiza la información obtenida para realizar un reporte final de la práctica
10. Entrega formulario y un reporte
11. Recibe retroalimentación por parte docente

### **Recursos de apoyo**

- Videos cortos (2-3 min c/u)
- Lista de verificación de criterios de bienestar
- Formulario de evaluación estandarizado
- Internet
- computadora

## **Unidad IV: Dilemas éticos en la acuacultura moderna**

### **Práctica 11: Debate OGMs en acuacultura**

### ***Duración***

04 horas

### ***Procedimiento***

1. Recibe instrucciones docentes para la realización de la práctica
2. Integra equipos
3. Participa en un debate estructurado con roles preasignados. Para ello realiza previamente una investigación sobre OGMs en acuicultura
4. Establece ventajas y desventajas
5. Asume algún rol, por ejemplo: Productores - Científicos - Autoridad sanitaria - Consumidores - ONG ambientalista
6. Presenta el caso "peces transgénicos de crecimiento rápido".
7. Participa en un debate estructurado que incluye la exposición de posturas iniciales, réplicas y contraargumentos, diálogo cruzado y negociación, seguido de una votación anónima sobre la pregunta "¿Aprueba el uso de OGMs?" y una discusión final para identificar matices, consensos y divergencias.
8. Integra y sintetiza los principales argumentos éticos y técnicos de la información obtenida para realizar un reporte final de la práctica.
9. Entrega un reporte.
10. Recibe retroalimentación por parte del docente.

### ***Recursos de apoyo***

- Tarjetas de rol con instrucciones específicas
- Cronómetro visible
- Pizarrón para registrar argumentos clave
- Formulario de votación anónima
- Internet
- Computadora

## **Unidad V. Ética ambiental y sostenibilidad**

### **Práctica 12: Decisiones éticas para un manejo acuícola sostenible**

### ***Duración***

04 horas

### **Procedimiento**

1. Recibe instrucciones docentes para la realización de la práctica
2. Integra equipos
3. Realiza un sondeo breve (10 minutos) sobre ¿qué es “justicia ambiental” en acuacultura? (lluvia de ideas en el pizarrón)
4. Selecciona un caso de estudio por equipo y entrega la ficha de cada caso (1 página) con datos básicos y contexto social, los casos que se sugieren son los siguientes:
  - a) Camarón vs. manglar (expansión de estanques, empleo local, pérdida de hábitat)
  - b) Engorda en mar abierto (escapes, eutrofización, economía regional)
  - c) Macroalgas (concesiones, pesca artesanal, biodiversidad)
5. Elabora un mapa de actores, diagrama o tabla
6. Identifica los siguientes actores: productores, cooperativas, comunidad, autoridad, ONG, academia, consumidores
7. Define para cada actor intereses, poder/influencia, vulnerabilidad
8. Construye una matriz de Impacto–Equidad–Riesgo que contenga una breve justificación por impacto e identifica 2 dilemas éticos (p. ej., expansión productiva vs. protección de hábitat), además de dónde valorar las siguientes tres dimensiones para 5 impactos clave del caso:
  - a) Impacto ecológico (bajo–medio–alto)
  - b) Afectación/beneficio social con foco en grupos vulnerables (– 3 a +3)
  - c) Riesgo acumulativo (bajo–medio–alto)
9. Redacte de 3 a 5 lineamientos de manejo (con enfoque socio-ecosistémico) que mitiguen impactos altos
10. Incluye medidas de participación (consulta/monitoreo comunitario)
11. Contempla compensaciones o salvaguardas (p. ej., pérdida neta de manglar)
12. Define indicadores (agua, biodiversidad, empleo digno, cumplimiento)
13. Prepara una defensa breve (pitch ético de 2 min por equipo y 1 min de preguntas). El criterio para la defensa es cumplir con un equilibrio producción–conservación, justicia inter/intragrupal y viabilidad
14. Realiza una autoevaluación y coevaluación junto con el docente sobre la conexión con el bienestar animal (manejo, densidades, sacrificio humanitario) como parte del paquete ético-ambiental y planteen la pregunta “si sólo pudieran implementar un lineamiento mañana, ¿cuál y por qué?”

15. Incluye medidas de participación (consulta/monitoreo comunitario)
16. Contempla compensaciones o salvaguardas (p. ej., pérdida neta de manglar)
17. Define indicadores (agua, biodiversidad, empleo digno, cumplimiento)
18. Prepara una defensa breve (pitch ético de 2 min por equipo y 1 min de preguntas). El criterio para la defensa es cumplir con un equilibrio producción–conservación, justicia inter/intragrupal y viabilidad
19. Realiza una autoevaluación y coevaluación junto con el docente sobre la conexión con el bienestar animal (manejo, densidades, sacrificio humanitario) como parte del paquete ético-ambiental y planteen la pregunta “si sólo pudieran implementar un lineamiento mañana, ¿cuál y por qué?”
20. Integra y sintetiza la información obtenida.
21. Entrega un mapa de actores (diagrama o tabla), matriz con justificación, ficha de lineamientos
22. Recibe retroalimentación por parte del docente

### ***Recursos de apoyo***

- Fichas de casos
- Pizarrón
- Plumones

## **Práctica 13: Certificación de bienestar acuícola**

### ***Duración***

04 horas

### ***Procedimiento***

1. Recibe instrucciones docentes para la realización de la práctica
2. Integra equipos
3. Selecciona una empresa ficticia para certificar con diferentes sistemas productivos, por ejemplo: jaulas marinas, RAS, estanques rústicos
4. Desarrolla en equipo un protocolo con 20 indicadores mínimos que involucre:
  - a) Métodos de verificación (listas de chequeo, frecuencia de monitoreo)
  - b) Esquema de calificación (puntaje mínimo para certificación)
  - c) Protocolo de auditoría (periodicidad, documentación requerida)
5. Presenta en equipo su protocolo, el resto de los equipos actúa como comité evaluador
6. Identifica fortalezas y vacíos en cada propuesta en su papel como comité evaluador
7. Desarrolla un protocolo completo de certificación con:
  - a) Estándares técnicos

- b) Procedimientos de auditoría
  - c) Mecanismos de certificación y renovación
8. Integra y sintetiza la información obtenida para realizar un protocolo de certificación de bienestar animal para una empresa acuícola ficticia, integra todos los conocimientos adquiridos en el curso
  9. Entrega un protocolo de certificación de bienestar animal
  10. Recibe retroalimentación por parte docente

### **Recursos de apoyo**

- Formatos de evaluación de bienestar animal
- Legislación internacional de referencia
- Casos de estudio de certificadoras reales (GlobalG.A.P., Aquaculture Stewardship Council)
- Computadora
- Internet

## **MÉTODO DE TRABAJO**

### **Encuadre**

El primer día de clase, cada docente debe establecer de forma clara y formal:

- La metodología de trabajo.
- Criterios de evaluación y rúbricas.
- Reglas sobre la calidad y entrega de trabajos académicos.
- Derechos y obligaciones del docente y los estudiantes.

Esto debe quedar registrado y comunicado por medios institucionales (como Blackboard o correo institucional).

### **Estrategia de enseñanza**

- Aprendizaje basado en casos
- Aprendizaje basado en preguntas
- Aprendizaje basado en problemas
- Aprendizaje basado en proyectos

- Aprendizaje colaborativo
- Aprendizaje situado
- Discusión guiada
- Estancias o rotaciones profesionales
- Instrucción directa o guiada
- Proyectos integradores o interdisciplinarios
- Simulación de casos reales

### **Estrategia de aprendizaje**

- Elaboración de organizadores gráficos (infografías, mapas mentales, mapas conceptuales)
- Investigación acción participativa
- Investigación documental
- Práctica reflexiva
- Resolución de problemas
- Toma de apuntes estratégicos
- Trabajo colaborativo

## **X. CRITERIOS DE EVALUACIÓN**

### **Criterios de acreditación**

Para tener derecho a examen ordinario y extraordinario, cada estudiante debe cumplir con los porcentajes de asistencia que establece el Estatuto Escolar vigente. La calificación es en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 60.

### **Criterios de evaluación**

|                          |      |
|--------------------------|------|
| - Evaluaciones parciales | 40%  |
| - Proyecto Integrador    | 40%  |
| - Tareas y actividades   | 20%  |
| Total                    | 100% |



## XI. REFERENCIAS

### Recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

- Ashley, P. J. (2007). Fish welfare: Current issues in aquaculture. *Applied Animal Behaviour Science*, 104(3-4), 199-235. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2006.09.001>
- Blasco, A., y Mateu, A. B. (2011). Ética y bienestar animal. Ediciones Akal.
- Broom, D. M. (2011). Animal welfare: An aspect of care, sustainability, and food quality required by the public. *Journal of Agricultural and Environmental Ethics*, 24(2), 147-157. <https://doi.org/10.1007/s10806-010-9253-7>
- Buller, H., Blokhuis, H., Jensen, P., y Keeling, L. (2018). Towards farm animal welfare and sustainability. *Animals*, 8(6), 81. <https://doi.org/10.3390/ani8060081>
- Sneddon, L. U. (2019). Evolution of nociception and pain: Evidence from fish models. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 374(1785), 20190202. <https://doi.org/10.1098/rstb.2019.0202>
- Tovar, L. O. A., y Retana, E. R. T. R. (2016). *Bienestar animal en México: Un panorama normativo*. Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.

### Recursos de acceso libre o complementarios externos

- Ashley, P. J. (2007). Fish welfare: Current issues in aquaculture. *Applied Animal Behaviour Science*, 104, 199–235. doi: 10.1016/j.applanim.2006.09.001.
- Bekoff, M. (2010). *The animal manifesto: Six reasons for expanding our compassion footprint*. New World Library.
- Bovenkerk, B., y Meijboom, F. (2020). Ethics and the welfare of fish. En T. S. Kristiansen, A. Fernö, M. A. Pavlidis, y H. van de Vis (Eds.) *The welfare of fish* (pp. 19–42). Springer.
- Ciliberti, R., y Alfano, L. (2024). Ethics in aquaculture: Animal welfare and environmental sustainability. *Journal of Preventive Medicine and Hygiene*, 64(4), E443–E447. doi:10.15167/2421-4248/jpmh2023.64.4.3136.
- D'Angelo, C., y Calduch-Giner, J. A. (Eds.). (2022). Animal welfare in aquaculture - Physiological basis and recent findings. *Frontiers in Marine Science*, 9. doi:10.3389/fmars.2022.854888.

- European Food Safety Authority (EFSA). (2009). Scientific opinion on the general approach to fish welfare. *EFSA Journal*, 7(12), 1421. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2009.1421>
- Grafiati. (2005). *Animal bioethics*. Wageningen Academic Publishers. doi:10.3920/978-90-8686-545-1.
- Global Seafood Alliance. (2019). *Animal health and welfare in aquaculture*. <https://www.globalseafood.org/blog/animal-health-and-welfare-in-aquaculture/>.
- Hixson, S., O'Malley, M., Kading, C., y Torgerson-White, L. (2024). Animal welfare risks of global aquaculture. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 121(19), e2314552121. doi:10.1073/pnas.2314552121.
- Huntingford, F. A., Kadri, S., y Jobling, M. (2012). *Aquaculture and behavior*. Wiley-Blackwell. <https://doi.org/10.1002/9781444354614>
- Humane Society of the United States. (2017). The welfare of animals in the aquaculture industry. WBI Studies Repository. [https://www.wellbeingintlstudiesrepository.org/cgi/viewcontent.cgi?article=1001&context=hsus\\_reps\\_impacts\\_on\\_animals](https://www.wellbeingintlstudiesrepository.org/cgi/viewcontent.cgi?article=1001&context=hsus_reps_impacts_on_animals).
- National Sea Grant Law Center. (s.f.). *Animal welfare and aquaculture "quick takes"*. University of Mississippi. <https://nsglc.olemiss.edu/projects/ag-food-law/files/animal-welfare-and-aquaculture-quick-takes.pdf>.
- Segner, H., Reiser, S., Ruane, N., Rösch, R., Steinhagen, D., y Vehanen, T. (2019). *Welfare of fishes in aquaculture*. (FAO Fisheries and Aquaculture Circular No. C1189). Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Toni, M., Manciocco, A., Angiulli, E., Alleva, E., Cioni, C., y Malavasi, S. (2019). Review: Assessing fish welfare in research and aquaculture, with a focus on European directives. *Animal*, 13(1), 161–170. doi:10.1017/S1751731118000940.
- Vianna, J. S., y van de Vis, H. (2023). Improving welfare assessment in aquaculture. *Frontiers in Veterinary Science*, 1060720. doi:10.3389/fvets.2023.1060720.
- World Organisation for Animal Health (WOAH). (2019). *Aquatic animal health code: Welfare of farmed fish*. <https://www.woah.org/en/what-we-do/standards/codes-and-manuals/>

## XII. PERFIL DOCENTE

La persona docente deberá contar con formación en Licenciatura en Biotecnología en Acuicultura, Medicina Veterinaria, Biología o áreas afines, preferentemente con posgrado en Ciencias Naturales y/o Veterinarias, con grado de Maestría o Doctorado en Ciencias y experiencia comprobable en el campo profesional. Asimismo, deberá ser una persona puntual, honesta y responsable, con habilidades de comunicación efectiva, capacidad para motivar la participación del estudiantado y fomentar un ambiente de tolerancia, respeto y colaboración dentro del aula.



**PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE**

**I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN**

|                                            |                                                                                                                                                               |
|--------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Unidad académica:</b>                   | Facultad de Ciencias Marinas, Ensenada.                                                                                                                       |
| <b>Programa educativo:</b>                 | Licenciatura en Biotecnología en Acuicultura                                                                                                                  |
| <b>Plan de Estudios:</b>                   | 2026-2                                                                                                                                                        |
| <b>Nombre de la unidad de aprendizaje:</b> | Desarrollo de Pequeñas y Medianas Empresas                                                                                                                    |
| <b>Clave:</b>                              |                                                                                                                                                               |
| <b>Distribución horaria:</b>               | Horas Clase: 02<br>Horas Taller: 02<br>Horas Laboratorio: 00<br>Horas Práctica de Campo: 00<br>Horas Clínicas: 00<br>Horas Extra-clase: 02<br><br>Créditos:06 |
| <b>Etapas de formación:</b>                | Terminal                                                                                                                                                      |
| <b>Carácter:</b>                           | Obligatoria                                                                                                                                                   |
| <b>Requisito:</b>                          | Planes de Negocios                                                                                                                                            |
| <b>Modalidad de impartición:</b>           | Presencial                                                                                                                                                    |
| <b>Equipo de diseño:</b>                   | Miroslava Vivanco Aranda<br>José Alberto Zepeda Domínguez                                                                                                     |
| <b>Subdirección que aprueba el PUA:</b>    | Patricia Alvarado Graef                                                                                                                                       |
| <b>Fecha:</b>                              | 25 de febrero de 2026                                                                                                                                         |
| <b>Aprobación y registro:</b>              |                                                                                                                                                               |

## II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

La unidad de aprendizaje Desarrollo de Pequeñas y Medianas Empresas promueve la comprensión e integración de los procesos de planeación, gestión y evaluación de proyectos empresariales aplicados al sector acuícola, con el propósito de fortalecer la capacidad emprendedora, el liderazgo, la innovación orientada a la sostenibilidad, la economía circular y el enfoque de transformación azul. Con la finalidad de realizar la aplicación de herramientas administrativas, financieras, de mercadotecnia, para elaborar y presentar una propuesta de pequeña y mediana empresa acuícola viable, competitiva y socialmente responsable que contribuya al desarrollo local y regional. Esta unidad de aprendizaje se ubica en la etapa terminal, es de carácter obligatorio y forma parte del área de conocimiento de Gestión Estratégica para la Acuicultura Sostenible de la Licenciatura en Biotecnología en Acuicultura, tiene como requisito obligatorio haber cursado la unidad de aprendizaje de Planes de Negocios.

## III. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Diseñar una propuesta de Pequeña o Mediana Empresa (PyME) acuícola sostenible, mediante el análisis de viabilidad técnica, económica, ambiental y social, y la aplicación de herramientas de planeación estratégica, gestión administrativa y evaluación financiera, para fortalecer la capacidad emprendedora y la innovación en el desarrollo del sector acuícola con enfoque de economía circular, actuando con liderazgo, ética profesional y responsabilidad socioambiental.

## IV. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE

### 1. Proyecto Integral

- Diseñar una propuesta de PyME acuícola sostenible, que integre el análisis de viabilidad técnica, económica, ambiental y social, así como la descripción de los procesos productivos, el plan de negocio, el estudio de mercado y los criterios de sostenibilidad y economía circular aplicables al sector acuícola.
- Presentación oral y defensa técnica del proyecto de PyME acuícola, ante evaluadores externos, utilizando recursos visuales y argumentativos que demuestren la viabilidad, coherencia e impacto sostenible del proyecto propuesto.

1. Portafolio de Evidencias: Debe incluir actividades que reflejen el desarrollo progresivo de las prácticas del taller, reportes de cada taller en el formato establecido y una reflexión crítica sobre la importancia de la planeación estratégica, la innovación, gestión administrativa, economía circular, el enfoque de transformación azul y la eficiencia productiva.

## **V. COMPETENCIA PROFESIONAL DEL PERFIL DE EGRESO A LA QUE CONTRIBUYE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE**

Diseñar y gestionar proyectos acuícolas integrales, utilizando metodologías participativas, modelos de negocio sustentables y herramientas tecnológicas de acuicultura, para atender problemáticas productivas, sociales y ambientales en contextos locales y regionales, con actitud emprendedora, ética profesional, compromiso y responsabilidad social.

## **VI. EJE TRANSVERSAL AL QUE CONTRIBUYE**

Compromiso con la Responsabilidad Social y Excelencia.

## **VII. DESARROLLO POR UNIDADES**

### **Unidad I. Fundamentos de las Pequeñas y Medianas Empresas en el Sector Acuícola.**

#### ***Competencia***

Analizar los fundamentos administrativos, conceptuales y organizativos de las Pequeñas y Medianas Empresas acuícolas, mediante la aplicación de metodologías de gestión empresarial, análisis del entorno económico, fiscal y social del sector, para reconocer la relevancia del desarrollo local y regional, así como su papel en la promoción del emprendimiento sostenible y familiar dentro del sector acuícola, con pensamiento crítico, responsabilidad, ética profesional y responsabilidad socioambiental.

#### ***Contenido***

- 1.1. Introducción al emprendimiento en acuicultura sostenible.
- 1.2. Concepto y clasificación de las Pequeñas y Medianas Empresas (PyMEs).
- 1.3. Estructura organizacional y procesos básicos de administración en las PyMEs.
- 1.4. Importancia económica, social y ambiental de las PyMEs en el desarrollo regional.
- 1.5. Marco fiscal y legal aplicable a las PyMEs acuícolas.
- 1.6. Empresas familiares como modelo de PyME en acuicultura.
- 1.7. Retos y oportunidades en la gestión de empresas familiares acuícolas.
- 1.8. Principales errores y factores de éxito en la dirección de PyMEs.
- 1.9. Cultura emprendedora y liderazgo en la empresa acuícola.
- 1.10. Innovación y responsabilidad social en las PyMEs del sector acuícola.

#### ***Duración***

08 horas

## **Unidad II. Planeación estratégica y consolidación de la propuesta de PyMe acuícola.**

### **Competencia**

Integrar propuesta preliminar de una pequeña o mediana empresa acuícola sostenible, mediante el diagnóstico técnico-operativo, metodologías de formulación de proyectos, aplicación de herramientas de planeación estratégica, análisis de mercado, evaluación técnica, económica y ambiental, para consolidar un modelo de negocio viable, innovador, coherente y alineado con los principios de sostenibilidad, economía circular y el enfoque de transformación azul, con actitud emprendedora, trabajo colaborativo y responsabilidad ética y social.

### **Contenido**

- 2.1. Estructura (componentes y funciones) de un plan de negocio para PyMEs acuícolas.
- 2.2. Análisis de mercado y definición del producto o servicio acuícola.
- 2.3. Diagnóstico técnico y operativo del proyecto.
- 2.4. Evaluación económica y financiera inicial.
- 2.5. Identificación de riesgos y estrategias de mitigación.
- 2.6. Integración de criterios de sostenibilidad y economía circular en la propuesta.
- 2.7. Elaboración del documento preliminar del proyecto de PyME acuícola.
- 2.8. Primera presentación y retroalimentación de la propuesta empresarial.
- 2.9. Revisión, ajustes y consolidación del avance del proyecto.
- 2.10. Evaluación de coherencia técnica y factibilidad de la propuesta.

### **Duración**

08 horas

## **Unidad III. Análisis económico-financiero para PyMEs acuícolas**

### **Competencia**

Evaluar la viabilidad económica y financiera de una propuesta de pequeña o mediana empresa acuícola sostenible, mediante la aplicación de métodos de análisis financiero, proyecciones de flujo de efectivo, estimación de indicadores de rentabilidad como VPN, TIR, relación costo-beneficio y simulación de escenarios de riesgo, para sustentar la toma de decisiones estratégicas orientadas a la rentabilidad, eficiencia y sostenibilidad del proyecto acuícola, con pensamiento analítico, ética profesional y responsabilidad socioambiental.

### **Contenido**

- 3.1. Principios de economía aplicada a las PyMEs acuícolas.
- 3.2. Elaboración del estudio económico-financiero.
- 3.3. Estructura de costos fijos y variables en la producción acuícola.
- 3.4. Flujo de efectivo y punto de equilibrio.
- 3.5. Evaluación de rentabilidad: Valor Presente Neto (VPN), Tasa Interna de Retorno (TIR) y relación costo-beneficio.
- 3.6. Análisis de sensibilidad y escenarios de riesgo en proyectos acuícolas.
- 3.7. Herramientas digitales para la proyección financiera.
- 3.8. Interpretación y presentación de resultados financieros.

### ***Duración***

10 horas

## **Unidad IV. Presentación y defensa del proyecto de PyME acuícola sostenible.**

### ***Competencia***

Integrar la propuesta final de pequeña o mediana empresa acuícola sostenible, mediante la evaluación técnica, económica, financiera y ambiental del proyecto, la incorporación de mejoras derivadas de la retroalimentación de etapas de desarrollo de la propuesta, y el uso de recursos digitales para su exposición y defensa ante un panel experto, para demostrar de manera argumentada la viabilidad integral, coherencia y contribución del proyecto al desarrollo sostenible del sector acuícola, con liderazgo, comunicación efectiva, ética profesional y responsabilidad socioambiental.

### ***Contenido***

- 4.1. Elaboración del informe final de la propuesta de PyME acuícola.
- 4.2. Diseño de recursos visuales y materiales de apoyo para la presentación.
- 4.3. Estrategias de comunicación y persuasión en la defensa de proyectos.
- 4.4. Presentación oral ante jurado externo.
- 4.5. Retroalimentación y mejora de la propuesta final.
- 4.6. Evaluación integral del proyecto y reflexión sobre el proceso de aprendizaje.

### ***Duración***

06 horas

## **VIII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER**

### **Unidad I. Fundamentos de las Pequeñas y Medianas Empresas en el Sector Acuícola.**

#### **Práctica 1: Diagnóstico del contexto empresarial acuícola local.**

### ***Duración***

04 horas

### ***Procedimiento***

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica
2. Identifica empresas acuícolas o cooperativas locales de pequeña y mediana escala
3. Escoge una como caso de estudio
4. Investiga su estructura organizacional, tipo de producto o servicio, y estrategias de gestión
5. Analiza fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas (FODA) del caso de estudio
6. Elabora un informe diagnóstico que sintetice el papel de las PyMEs en el desarrollo local y su alineación con la sostenibilidad
7. Recibe retroalimentación docente



### **Recursos de apoyo**

- Computadora
- Internet
- Plantilla FODA
- Editor de texto
- Bases de datos (SIEM, INEGI, CONAPESCA)

## **Unidad II. Planeación estratégica y consolidación de la propuesta de PyME acuícola.**

### **Práctica 2: Diseño preliminar del plan de negocio acuícola.**

#### **Duración**

04 horas

#### **Procedimiento**

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica
2. Define el concepto del negocio acuícola (misión, visión y objetivos)
3. Establece Fortalezas, Oportunidades, Debilidades, Amenazas
4. Elabora un esquema organizacional y define roles principales
5. Integra un cronograma de actividades y flujo de proceso para darle estructura a la propuesta
6. Elabora y entrega un reporte que articule la información generada
7. Recibe retroalimentación docente

### **Recursos de apoyo**

- Computadora
- Internet
- Plantilla FODA
- Editor de texto
- Software de diagramación (Lucidchart, Canva)

### **Práctica 3: Análisis de mercado y estrategia comercial.**

#### **Duración**

04 horas

#### **Procedimiento**

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica
2. Identifica el mercado meta y los principales competidores
3. Diseña una encuesta o instrumento de recolección de datos de consumidores

4. Analiza la información obtenida y define estrategias de promoción y distribución
5. Entrega un informe con conclusiones sobre el posicionamiento de la PyME propuesta
6. Recibe retroalimentación docente

#### **Recursos de apoyo**

- Computadora
- Software de encuestas (Google Forms)
- Hoja de cálculo
- Bases de dato de consumo
- Internet

### **Práctica 4: Revisión y ajuste colaborativo de la propuesta.**

#### **Duración**

04 horas

#### **Procedimiento**

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica
2. Presenta el avance del proyecto al grupo y docente
3. Recibe retroalimentación y registra observaciones técnicas y de contenido
4. Realiza las correcciones pertinentes e integra los cambios al documento principal
5. Entrega un resumen de ajustes con justificación de cada modificación

#### **Recursos de apoyo**

- Computadora
- Editor de texto
- Proyector
- Presentación digital

### **Unidad III. Análisis económico-financiero para PyMEs acuícolas.**

#### **Práctica 5: Elaboración del estudio económico-financiero.**

#### **Duración**

06 horas

#### **Procedimiento**

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica
2. Determina los costos fijos, variables y de operación del proyecto
3. Elabora el flujo de efectivo estimado a 5 años
4. Calcula los principales indicadores financieros: VPN, TIR y relación costo-beneficio

5. Evalúa los resultados e interpreta su impacto en la sostenibilidad económica del proyecto
6. Entrega un informe con la información generada
7. Recibe retroalimentación docente

#### **Recursos de apoyo**

- Computadora
- Hoja de cálculo
- Calculadora financiera
- Plantilla de flujo de efectivo
- Software Excel

### **Práctica 6: Simulación de escenarios y análisis de sensibilidad.**

#### **Duración**

04 horas

#### **Procedimiento**

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica
2. Diseña tres escenarios (optimista, conservador y crítico) con base en cambios de precios, costos o demanda
3. Analiza cómo varían los indicadores financieros en cada escenario
4. Identifica los factores críticos de éxito y de riesgo
5. Presenta un reporte comparativo de resultados y recomendaciones
6. Recibe retroalimentación docente

#### **Recursos de apoyo**

- Computadora
- Hoja de cálculo
- Plantillas financieras
- Software Excel

## **Unidad IV. Presentación y defensa del proyecto de PyME acuícola sostenible**

### **Práctica 7: Preparación y presentación final del proyecto de PyME acuícola.**

#### **Duración**

06 horas

#### **Procedimiento**

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica
2. Sintetiza los hallazgos técnicos, económicos y ambientales del proyecto

3. Elabora una presentación ejecutiva (diapositivas)
4. Expón ante un jurado externo, argumentando la viabilidad de la propuesta
5. Recibe retroalimentación del jurado externo
6. Integra las observaciones y reflexiona sobre las mejoras posibles del proyecto

### **Recursos de apoyo**

- Computadora
- Software de presentaciones (PowerPoint)
- Proyector
- Rúbrica de evaluación

## **XI. MÉTODO DE TRABAJO**

### **Encuadre**

El primer día de clase, cada docente debe establecer de forma clara y formal:

- La metodología de trabajo.
- Criterios de evaluación y rúbricas.
- Reglas sobre la calidad y entrega de trabajos académicos.
- Derechos y obligaciones del docente y los estudiantes.

Esto debe quedar registrado y comunicado por medios institucionales (como Blackboard o correo institucional).

### **Estrategia de enseñanza**

- Aprendizaje basado en casos
- Aprendizaje basado en preguntas
- Aprendizaje basado en problemas
- Aprendizaje basado en proyectos
- Aprendizaje colaborativo
- Discusión guiada
- Estudio de caso
- Instrucción directa o guiada
- Proyectos integradores o interdisciplinarios
- Resolución de problemas reales con actores sociales
- Simulación de casos reales

## Estrategia de aprendizaje

- Aprendizaje autorregulado
- Desarrollo de proyectos sociales o productivos
- Investigación acción participativa
- Investigación documental
- Práctica reflexiva / Práctica reflexiva en campo
- Resolución de problemas
- Toma de apuntes estratégicos
- Trabajo colaborativo
- Trabajo de campo autónomo o investigativo

## X. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

### Criterios de acreditación

Para tener derecho a examen ordinario y extraordinario cada estudiante debe cumplir con los porcentajes de asistencia que establece el Estatuto Escolar vigente. La calificación es en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 60.

### Criterios de evaluación

|                          |      |
|--------------------------|------|
| Evaluaciones parciales   | 40%  |
| Portafolio de evidencias | 10%  |
| Proyecto integral.       | 50%  |
| Total                    | 100% |

## XI. REFERENCIAS

### Recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

- Acosta-Alba, I., & García-Chávez, J. (2022). *Gestión sostenible de empresas agroalimentarias y acuícolas*. Universidad Autónoma de Baja California. **[clásica]**
- Aguilar, J. M., & González, C. (2020). *Plan de negocios: Una guía práctica para emprendedores sostenibles* (3.<sup>a</sup> ed.). Pearson Educación.
- Bocken, N. M. P., Short, S. W., Rana, P., & Evans, S. (2021). *Sustainable business models: Principles, promise, and practice*. Routledge.
- García-Trejo, M. A., & Armenta, J. (2019). *Economía aplicada a la acuicultura y pesca sustentable en México*. Universidad de Sonora.

- Gitman, L. J., & Zutter, C. J. (2022). *Principios de administración financiera* (15.<sup>a</sup> ed.). McGraw-Hill Education.
- Osterwalder, A., Pigneur, Y., Bernarda, G., & Smith, A. (2020). *Business model generation: Manual para visionarios, revolucionarios y retadores* (2.<sup>a</sup> ed.). Deusto.
- Porter, M. E., & Kramer, M. R. (2023). *Creating shared value: Redefining capitalism and the role of the corporation in society*. Harvard Business Review Press.
- Sachs, J. D., & Thiel, M. (2019). *Circular economy and sustainable development*. Springer Nature.
- Secretaría de Economía. (2021). *Guía para el fortalecimiento de micro, pequeñas y medianas empresas acuícolas y pesqueras en México*. Gobierno de México.
- Yunus, M., Moingeon, B., & Lehmann-Ortega, L. (2020). Building social business models for sustainable development. *Journal of Business Strategy*, 41(4), 12–23. <https://doi.org/10.1108/JBS-12-2019-0248>

### **Recursos de acceso libre o complementarios externos**

- Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca. (2023). *Informe anual de avance del sector acuícola y pesquero en México 2022–2023*. <https://www.gob.mx/conapesca>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2022). *The state of world fisheries and aquaculture 2022: Towards blue transformation*. <https://www.fao.org/documents>
- Instituto Nacional del Emprendedor. (2020). *Manual para la creación y fortalecimiento de pequeñas y medianas empresas en México*. Secretaría de Economía. <https://www.gob.mx/se>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2023). *Censo económico de micro, pequeñas y medianas empresas en México*. <https://www.inegi.org.mx>
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos. (2023). *Políticas de fomento a las PyMEs y emprendimiento sostenible en América Latina y el Caribe*. <https://www.oecd.org>
- Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. (2021). *Economía azul y circular para el desarrollo sostenible*. <https://www.unep.org/es>
- Secretaría de Economía. (2022). *Estrategia nacional para el fortalecimiento de las micro, pequeñas y medianas empresas 2022–2030*. <https://www.gob.mx/se>
- Sistema de Evaluación, Acreditación y Certificación de la Educación Superior. (2023). *Política Nacional de Evaluación y Acreditación de la Educación Superior* [Video]. YouTube. [https://www.youtube.com/@seaes\\_mx](https://www.youtube.com/@seaes_mx)

United Nations Industrial Development Organization. (2023). *Circular economy and sustainable industrial development report 2023*. <https://www.unido.org>

World Bank. (2024). *Sustainable aquaculture development: Innovation and investment for blue economies*. <https://www.worldbank.org>

## **XII. PERFIL DOCENTE**

La persona docente deberá acreditar estudios de licenciatura en Economía, Biología, Oceanología o Biotecnología en Acuicultura, y posgrado en Ciencias del Mar, Economía Azul, Transformación Azul, Manejo de Recursos Marinos, Bioeconomía Pesquera y/o Acuícola o área afín. Se requiere experiencia profesional comprobable, preferentemente en el ámbito ejecutivo, la gestión de recursos financieros y la ejecución de proyectos. De igual forma, deberá demostrar experiencia docente especializada en la formulación y gestión de proyectos acuícolas o agroalimentarios sostenibles, y en el diseño de estrategias de formación activa centradas en el estudiante. Se valorarán cualidades como la proactividad, el pensamiento analítico, la objetividad y el respeto.



**PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE**

**I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN**

|                                                       |                                                                                                                                                               |               |                 |                  |
|-------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|-----------------|------------------|
| <b>Unidad académica:</b>                              | Facultad de Ciencias Marinas, Ensenada                                                                                                                        |               |                 |                  |
| <b>Programa educativo:</b>                            | Oceanología<br>Licenciatura en Biotecnología en Acuicultura<br>Licenciatura en Ciencias Ambientales                                                           |               |                 |                  |
| <b>Plan de Estudios:</b>                              | 2026-2                                                                                                                                                        |               |                 |                  |
| <b>Nombre de la unidad de aprendizaje:</b>            | Desarrollo para la Vida Profesional                                                                                                                           |               |                 |                  |
| <b>Clave:</b>                                         |                                                                                                                                                               |               |                 |                  |
| <b>Distribución horaria:</b>                          | Horas Clase: 00<br>Horas Taller: 02<br>Horas Laboratorio: 00<br>Horas Práctica de Campo: 00<br>Horas Clínicas: 00<br>Horas Extra-clase: 00<br><br>Créditos:02 |               |                 |                  |
| <b>Características del PUA por programa educativo</b> | <b>Programa educativo</b>                                                                                                                                     | <b>Etapas</b> | <b>Carácter</b> | <b>Requisito</b> |
|                                                       | Oceanología                                                                                                                                                   | Terminal      | Obligatorio     | Ninguno          |
|                                                       | Licenciatura en Biotecnología en Acuicultura                                                                                                                  | Terminal      | Obligatorio     | Ninguno          |
|                                                       | Licenciatura en Ciencias Ambientales                                                                                                                          | Terminal      | Obligatorio     | Ninguno          |
| <b>Modalidad de impartición:</b>                      | Presencial                                                                                                                                                    |               |                 |                  |
| <b>Equipo de diseño:</b>                              | Mónica Lubinsky Jinich<br>Yamile Zaira Nassar Sánchez<br>Salvador Villasuso Palomares                                                                         |               |                 |                  |
| <b>Subdirección que aprueba el PUA:</b>               | Patricia Alvarado Graef                                                                                                                                       |               |                 |                  |
| <b>Fecha:</b>                                         | 21 de mayo de 2026                                                                                                                                            |               |                 |                  |
| <b>Aprobación y registro:</b>                         |                                                                                                                                                               |               |                 |                  |



## **II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE**

La finalidad de esta unidad de aprendizaje es brindar herramientas prácticas para su incorporación al mundo laboral, mediante actividades que les permitan diseñar un plan de vida profesional, construir un perfil competitivo, identificar sus áreas de interés y fortalecer habilidades personales y sociales esenciales que les permitan desenvolverse en contextos laborales y profesionales vinculados a su disciplina, con honestidad, responsabilidad y compromiso.

## **III. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE**

Construir su perfil profesional y laboral mediante ejercicios y actividades clave para la inserción laboral (CV, carta de presentación, entrevista), el desarrollo de habilidades blandas y la reflexión crítica sobre su trayectoria, intereses y proyección en el campo de las ciencias del mar y el medio ambiente con honestidad, humildad y responsabilidad.

## **IV. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE**

Portafolio con el proyecto profesional de carrera

## **V. COMPETENCIA PROFESIONAL DEL PERFIL DE EGRESO A LA QUE CONTRIBUYE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE**

### **Oceanología**

Generar e integrar información pertinente del medio marino y costero a partir de la aplicación del método científico, técnicas y tecnologías de vanguardia en las áreas de la química, física, matemáticas, biología y geología, para coadyuvar en la explicación de fenómenos naturales e impactos generados por las actividades humanas, con honestidad, ética, pensamiento sistemático y trabajo colaborativo.

### **Licenciatura en Biotecnología en Acuicultura**

Diseñar y gestionar proyectos acuícolas integrales, utilizando metodologías participativas, modelos de negocio sustentables y herramientas tecnológicas de acuicultura, para atender problemáticas productivas, sociales y ambientales en contextos locales y regionales, con actitud emprendedora, ética profesional, compromiso y responsabilidad social.

### **Licenciatura en Ciencias Ambientales**

Gestionar proyectos innovadores que respondan a la urgencia de la crisis socioambiental, a partir de metodologías de planeación y gestión para el fomento de la sustentabilidad, con liderazgo, equidad social y perspectiva de género.

## VI. EJE TRANSVERSAL AL QUE CONTRIBUYE

Compromiso con la responsabilidad social, inclusión, excelencia, vanguardia, interculturalidad.

## VII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER

### Práctica 1: Diagnóstico y expectativas profesionales

#### ***Duración***

2 horas

#### ***Procedimiento***

1. Atiende a las indicaciones docentes para el desarrollo de la actividad.
2. Participa en la dinámica inicial mencionando sus intereses laborales.
3. Realiza el Ejercicio 1 del manual del taller donde se responde una autoevaluación de habilidades, intereses y valores profesionales.
4. Participa en la discusión grupal sobre las áreas de desempeño en las ciencias del mar y el ambiente.
5. Documenta las actividades realizadas.
6. Elabora un reporte.
7. Recibe retroalimentación de la persona docente.

#### ***Recursos de apoyo***

- Manual digital de taller

### Práctica 2: Construcción del plan de vida profesional

#### ***Duración***

2 horas

#### ***Procedimiento***

1. Atiende a las indicaciones docentes para el desarrollo de la actividad.
2. Responde el Ejercicio 2 del manual del taller y elabora un mapa que incluya:
  - a. Metas a corto plazo (1 a 2 años)
  - b. Metas a mediano plazo (3 a 5 años)
  - c. Metas a largo plazo (6 años en adelante)
3. Comparte de manera voluntaria el mapa de plan profesional
4. Recibe retroalimentación grupal.
5. Documenta las actividades realizadas.
6. Elabora un reporte.
7. Recibe retroalimentación de la persona docente.

#### ***Recursos de apoyo***

- Manual digital de taller

### **Práctica 3: Panorama laboral en Ciencias del Mar y el Medio Ambiente**

#### ***Duración***

2 horas

#### ***Procedimiento***

1. Atiende las indicaciones docentes para el desarrollo de la actividad.
2. Investiga de manera individual sobre instituciones, empresas y proyectos del sector al que se dirige.
3. Forma equipos de trabajo.
4. Elabora una tabla comparativa de posibles campos laborales.
5. Presenta al resto de la clase la tabla comparativa.
6. Reflexiona y escribe en el Ejercicio 3 del manual de taller lo siguiente:
  - a. ¿Qué tan fácil crees que sea obtener un trabajo en tu línea profesional?
  - b. ¿Qué aprendiste al hacer una búsqueda sobre el panorama laboral en las ciencias del mar y el ambiente?
  - c. ¿Cuál de las opciones que encontraste te pareció más atractiva? ¿Por qué?
7. Documenta las actividades realizadas.
8. Elabora un reporte.
9. Recibe retroalimentación de la persona docente.

#### ***Recursos de apoyo***

- Manual digital de taller
- Laptop o dispositivo electrónico

### **Práctica 4: Líneas terminales y trayectorias profesionales**

#### ***Duración***

2 horas

#### ***Procedimiento***

1. Atiende las indicaciones docentes para el desarrollo de la actividad.
2. Atiende la presentación de las personas egresadas de programa educativo sobre su profesión.
3. Reflexiona sobre las presentaciones y responde el Ejercicio 4 del manual del taller:
  - a. ¿Te pareció interesante la exposición de la persona? ¿Por qué?
  - b. ¿Consideras que su área de trabajo es algo que podría interesarte?
4. Documenta la práctica.
5. Elabora un reporte.
6. Recibe retroalimentación de la persona docente.

#### ***Recursos de apoyo***

- Manual digital de taller
- Laptop o dispositivo electrónico

## Práctica 5: Elaboración de un perfil profesional

### **Duración**

2 horas

### **Procedimiento**

1. Atiende las indicaciones docentes para el desarrollo de la actividad.
2. Forma equipos de trabajo.
3. Analiza ejemplos de perfiles profesionales dentro del Ejercicio 5 del manual.
4. Responde el Ejercicio 5 del manual y redacta un perfil profesional personal con base en intereses, fortalezas y objetivos.
5. Revisa y compara su perfil con el de otra persona.
6. Documenta la práctica.
7. Elabora un reporte.
8. Recibe retroalimentación de la persona docente.

### **Recursos de apoyo**

- Manual digital de taller
- Laptop o dispositivo electrónico

## Práctica 6: Creación del curriculum vitae (CV)

### **Duración**

2 horas

### **Procedimiento**

1. Atiende las indicaciones docentes para el desarrollo de la actividad.
2. Responde el Ejercicio 6 del manual donde se elabora un CV.
3. Presenta ante el grupo el CV.
4. Responde las siguientes preguntas en el Ejercicio 6:
  - a. ¿Qué calificación le darías a tu CV del 0 a 10?
  - b. ¿Qué consideras que podrías mejorar?
5. Documenta la práctica.
6. Elabora un reporte.
7. Recibe retroalimentación de la persona docente.

### **Recursos de apoyo**

- Manual digital de taller
- Laptop o dispositivo electrónico

## Práctica 7: Carta de presentación y portafolio personal

### **Duración**

2 horas

### **Procedimiento**

1. Atiende las indicaciones docentes para el desarrollo de la actividad.
2. Forma parejas de trabajo.
3. Analiza ejemplos de cartas de presentación y portafolios brindados por el docente.
4. Responde el Ejercicio 7 del manual donde elabora una carta dirigida a una vacante real o simulada.
5. Integra un portafolio digital con evidencia académicas y laborales.
6. Documenta la práctica.
7. Comparte el portafolio digital.
8. Recibe retroalimentación de la persona docente.

### **Recursos de apoyo**

- Ejemplos de cartas de presentación
- Manual digital de taller
- Internet

## **Práctica 8: Estrategias de búsqueda de empleo**

### **Duración**

2 horas

### **Procedimiento**

1. Atiende las indicaciones docentes para el desarrollo de la actividad.
2. Participa voluntariamente en la lluvia de ideas sobre posibles rutas posteriores al egreso (por ejemplo, empleo inmediato, voluntariado, emprendimiento, posgrado).
3. Atiende las explicaciones docentes acerca de recursos concretos para la búsqueda (por ejemplo, plataformas especializadas, redes de contactos profesionales, bases de datos de posgrados, entre otras).
4. Busca una vacante laboral real y un programa de posgrado alineado a su perfil e intereses.
5. Responde el Ejercicio 8 del manual donde completa una ficha comparativa con los siguientes campos:
  - a. Nombre del puesto/programa
  - b. Institución/empresa
  - c. Requisitos principales
  - d. Competencias necesarias
  - e. Fecha límite o periodo de convocatoria
  - f. Pasos a seguir para aplicar.
6. Participa voluntariamente compartiendo la oportunidad que encontró en su búsqueda.
7. Responde la reflexión como parte del Ejercicio 8 del manual:
  - a. ¿Qué aprendí hoy sobre cómo y dónde buscar oportunidades profesionales que se alineen con mis metas?
8. Documenta la práctica.
9. Elabora un reporte.

10. Recibe retroalimentación de la persona docente.

### **Recursos de apoyo**

- Manual digital de taller
- Internet
- Laptop o dispositivo electrónico

## **Práctica 9: Proceso de selección y entrevista**

### **Duración**

2 horas

### **Procedimiento**

1. Atiende las indicaciones docentes para el desarrollo de la actividad.
2. Forma parejas de trabajo
3. Participa en la actividad de role play y simula una entrevista laboral.
4. Responde en el Ejercicio 9 del manual
  - a. ¿Cómo calificaría mi desempeño durante la entrevista del 0 al 10?
  - b. ¿Qué cosas podría mejorar?
5. Documenta la práctica.
6. Elabora un reporte.
7. Recibe retroalimentación de la persona docente.

### **Recursos de apoyo**

- Manual digital de taller
- Laptop o dispositivo electrónico

## **Práctica 10: Comunicación profesional y etiqueta laboral**

### **Duración**

2 horas

### **Procedimiento**

1. Atiende las indicaciones docentes para el desarrollo de la actividad.
2. Describir de forma individual cómo imagina su primer día de trabajo, abordando los elementos de vestimenta, presentación general y comunicación con su entorno.
3. Forma parejas de trabajo.
4. Participa en la actividad de sociodrama o “rol play” y simula una reunión de trabajo para resolver un conflicto interno, por lo que un estudiante toma el rol de empleado y otro de superior, el resto del grupo toma el papel de observadores.
5. Recibe retroalimentación de la persona docente.
6. De forma individual responde las siguientes preguntas del Ejercicio 10:

- a. ¿Qué elementos consideras clave para una buena comunicación en el entorno laboral?
  - b. ¿Qué habilidades consideras importantes para la solución de conflictos en el entorno laboral/profesional?
  - c. ¿Qué elementos consideras importantes sobre la etiqueta laboral? (código de vestimenta, comunicación verbal y no verbal, etc.)
7. Realiza de forma individual el Ejercicio 10.1 del manual, en el cuál deberá redactar un correo electrónico de índole laboral con la siguiente estructura básica:
- Destinatario
  - Asunto
  - Cuerpo del correo electrónico
  - Despedida
  - Firma
8. Documenta la práctica.
9. Elabora un reporte.
10. Recibe retroalimentación de la persona docente.

### ***Recursos de apoyo***

- Internet
- Manual digital de taller
- Laptop o dispositivo electrónico

## **Práctica 11: Habilidades blandas para el trabajo colaborativo**

### ***Duración***

2 horas

### ***Procedimiento***

2. Atiende las indicaciones docentes para el desarrollo de la actividad.
3. Forma grupos de trabajo.
4. Realiza el Ejercicio 11 del manual donde resuelve un problema en conjunto.
5. Responde en el Ejercicio 11 las siguientes preguntas:
  - a. ¿Qué habilidades se requieren para trabajar en equipo?
  - b. Del 0 al 10, ¿cómo calificarías tu capacidad para ser líder? Explica.
  - c. Del 0 al 10, ¿cómo calificarías tu capacidad de trabajar en equipo? Explica.
6. Documenta la práctica.
7. Elabora un reporte.
8. Recibe retroalimentación de la persona docente.

### ***Recursos de apoyo***

- Manual digital de taller
- Laptop o dispositivo electrónico

## Práctica 12: Manejo del estrés y autocuidado en el entorno laboral

### ***Duración***

2 horas

### ***Procedimiento***

1. Atiende las indicaciones docentes para el desarrollo de la actividad.
2. Investiga técnicas o estrategias para manejar el estrés y equilibrar actividades.
3. Responde el Ejercicio 12 del manual donde elabora un plan de autocuidado profesional.
4. Documenta la práctica.
5. Elabora un reporte.
6. Recibe retroalimentación de la persona docente.

### ***Recursos de apoyo***

- Manual digital de taller
- Laptop o dispositivo electrónico

## Práctica 13: Emprendimiento y proyectos sustentables

### ***Duración***

2 horas

### ***Procedimiento***

1. Atiende las indicaciones docentes para el desarrollo de la actividad.
2. En equipo, diseña una idea de proyecto sustentable.
3. Forma grupos de trabajo.
4. Presenta al grupo el proyecto de manera breve en formato de “pitch”.
5. Responde el Ejercicio 13 del manual donde:
  - a. Resume tu idea de proyecto sustentable.
  - b. ¿Qué consideras que es lo más importante a la hora de presentar un proyecto profesional?
6. Documenta la práctica.
7. Elabora un reporte.
8. Recibe retroalimentación de la persona docente.

### ***Recursos de apoyo***

- Manual digital de taller
- Laptop o dispositivo electrónico

## Práctica 14: Ética y responsabilidad profesional

### ***Duración***

2 horas



### **Procedimiento**

1. Atiende las indicaciones docentes para el desarrollo de la actividad.
2. Responde voluntariamente qué dilemas éticos cree que puede enfrentar en su campo laboral.
3. Forma parejas de trabajo
4. Analiza dilemas éticos laborales del ámbito marino, ambiental y biotecnológico.
5. Expone voluntariamente sus conclusiones.
6. Responde el Ejercicio 14 del manual realizando un Código de Ética Personal.
7. Documenta la práctica.
8. Elabora un reporte.
9. Recibe retroalimentación de la persona docente.

### **Recursos de apoyo**

- Manual digital de taller
- Laptop o dispositivo electrónico

## **Práctica 15: Simulación de integración laboral**

### **Duración**

2 horas

### **Procedimiento**

1. Atiende las indicaciones docentes para el desarrollo de la actividad.
2. Participa en el ejercicio de simulación de proceso de contratación (CV, entrevista, presentación de proyecto).
3. Forma parejas de trabajo.
4. Evalúa el desempeño.
5. Responde el Ejercicio 15 del manual donde responde:
  - a. ¿Qué tanta preparación consideras que tienes ahora para comenzar tu proceso de búsqueda de empleo o posgrado?
  - b. Identifica tres fortalezas y tres debilidades que consideres tener para comenzar tu proceso de búsqueda de empleo o posgrado.
6. Documenta la práctica.
7. Elabora un reporte.
8. Recibe retroalimentación de la persona docente.

### **Recursos de apoyo**

- Manual digital de taller
- Laptop o dispositivo electrónico

## **Práctica 16: Proyección a futuro**

### **Duración**

2 horas

### **Procedimiento**

1. Atiende las indicaciones docentes para el desarrollo de la actividad.
2. Presenta al grupo su portafolio profesional.
3. Participa voluntariamente en la reflexión grupal sobre aprendizajes y proyección laboral.
4. Documenta la práctica.
5. Elabora un reporte.
6. Recibe retroalimentación de la persona docente.

### **Recursos de apoyo**

- Manual digital de taller
- Laptop o dispositivo electrónico

## **XI. MÉTODO DE TRABAJO**

### **Encuadre**

El primer día de clase, cada docente debe establecer de forma clara y formal:

- La metodología de trabajo.
- Criterios de evaluación y rúbricas.
- Reglas sobre la calidad y entrega de trabajos académicos.
- Derechos y obligaciones del docente y los estudiantes.

Esto debe quedar registrado y comunicado por medios institucionales (como Blackboard o correo institucional).

### **Estrategia de enseñanza**

- Estudio de caso
- Aprendizaje basado en proyectos
- Técnica expositiva
- Discusión guiada
- Instrucción directa o guiada
- Role playing

### **Estrategia de aprendizaje**

- Investigación documental
- Investigación empírica

- Exposición de resoluciones de casos prácticos
- Trabajo colaborativo
- Técnica expositiva
- Elaboración de organizadores gráficos (infografías, mapas mentales, mapas conceptuales)

## X. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

### Criterios de acreditación

Para tener derecho a examen ordinario y extraordinario cada estudiante debe cumplir con los porcentajes de asistencia que establece el Estatuto Escolar vigente. La calificación es en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 60.

### Criterios de evaluación

|                                   |      |
|-----------------------------------|------|
| - Proyecto profesional de carrera | 70%  |
| - Presentación final              | 30%  |
| Total                             | 100% |

## XI. REFERENCIAS

### Recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

- Ali, L. F. y González, S. (2014). *Burnout. Consecuencias y soluciones*. Manual Moderno. <https://libcon.rec.uabc.mx:2346/home/product-details/275446>
- Gottlieb, M., Promes, S. B., & Coates, W. C. (2021). A guide to creating a high- quality curriculum vitae. *AEM Education & Training*, 5(4), 1–5. <https://libcon.rec.uabc.mx:2061/linkprocessor/plink?id=9c81a210-c5ad-3615-a9cc-1b5a54e8fbfc>
- Pasamar, S. (2020). Why a strong work-life balance system is needed? *Management Letters/ Cuadernos de Gestión*, 20(3), 99–107. <https://libcon.rec.uabc.mx:2061/linkprocessor/plink?id=b5fa61ba-f55f-3055-b332-7d903df3fada>
- Uribe, J. F. (2015). *Clima y ambiente organizacional. Trabajo, salud y factores psicosociales*. Manual Moderno. <https://libcon.rec.uabc.mx:2346/my-library/product-details/275414>
- Vega, M. (2017). *Ética y deontología. La universidad, la ética profesional y el desarrollo*. [Ebook]. Fondo Editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú.

<https://libcon.rec.uabc.mx:2061/linkprocessor/plink?id=eb9a9395-b05d-3fad-babc-1101cab70924>

## Recursos de acceso libre o complementarios externos

- Flores, J. G., Vargas, J. P. y Domínguez, K. E. (2014). *Plan de Vida y Carrera*. Pearson.
- Fundación Universia (s.f.). *Manual de Procesos de Selección para Candidatos*. Manual digital. <https://servicios.unileon.es/area-de-accesibilidad-y-apoyo-social/files/2011/01/MANUAL-empleoo1.pdf>
- CuriosaMente (23 de octubre de 2022). *¿Cómo conseguir el MEJOR trabajo? \*Según los expertos*. [Archivo de video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=-c4UuYOwIP>
- Gottlieb, M., Promes, S. B., & Coates, W. C. (2021). A guide to creating a high-quality curriculum vitae. *AEM education and training*, 5(4). <https://doi.org/10.1002/aet2.10717>
- OBS Business School. (10 de enero de 2024). *Masterclass: Elabora un CV de alto impacto*. [Archivo de video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=toYqGCBi1gM&t=110s>
- Saint Xavier University. (2025). *Career Readiness Guide. Inspiring lifelong career growth and professional success*. Manual digital. [https://www.sxu.edu/academics/docs/career-readiness-guide-aug-25.pdf?\\_gl=1\\*6y37k7\\*\\_gcl\\_au\\*MTkzOTc5NzAwNy4xNzYxODY4NTU5\\*\\_ga\\*MTc0Mjl4MDQ3OS4xNzYxODY4NTYw\\*\\_ga\\_9PFFZFLVXN\\*cze3NjE4Njg1NTkjbzEkZzAkdDE3NjE4Njg1NTkkaJYwJGwwJGgw](https://www.sxu.edu/academics/docs/career-readiness-guide-aug-25.pdf?_gl=1*6y37k7*_gcl_au*MTkzOTc5NzAwNy4xNzYxODY4NTU5*_ga*MTc0Mjl4MDQ3OS4xNzYxODY4NTYw*_ga_9PFFZFLVXN*cze3NjE4Njg1NTkjbzEkZzAkdDE3NjE4Njg1NTkkaJYwJGwwJGgw)
- Saint Xavier University. (s.f.). Currículums, cartas de presentación y referencias. *Saint Xavier University*. Recuperado el 30 de octubre de 2025 de <https://es.sxu.edu/student-life/student-success/career-development/resumes-covers.html>
- Universidad del Norte (s.f.). Recursos de apoyo. *Bienestar y Vida Universitaria*. Recuperado el 30 de octubre de 2025 de <https://www.uninorte.edu.co/web/bienestar-universitario-2/recursos-de-apoyo>
- Verschoor, B., Barraza, H. y Bichara, P. (2018). *Cómo Hacer el Currículum Perfecto.: (Manual Redacción Paso a Paso) (Guías de Carrera nº 1)*. Collective Books.
- Wandas, T. (22 de mayo de 2024). Modelo de Curriculum Académico: Ejemplos y Guía de Escritura. *ResumeLab*. Recuperado el 30 de octubre de 2025 de <https://resumelab.com/es/ejemplos-de-curriculum/academico>

## XII. PERFIL DOCENTE

Licenciatura o Posgrado en Psicología, Ciencias de la Educación o área afín, con experiencia mínima de un año como docente. Se requiere ser una persona responsable, empática, paciente, entusiasta y humilde, que valore y estimule la creatividad de sus estudiantes.



**PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE**

**I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN**

|                                            |                                                                                                                                                                   |
|--------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Unidad académica:</b>                   | Facultad de Ciencias Marinas, Ensenada                                                                                                                            |
| <b>Programa educativo:</b>                 | Biotecnología en Acuicultura                                                                                                                                      |
| <b>Plan de Estudios:</b>                   | 2026-2                                                                                                                                                            |
| <b>Nombre de la unidad de aprendizaje:</b> | Procesamiento de Productos Acuáticos                                                                                                                              |
| <b>Clave:</b>                              |                                                                                                                                                                   |
| <b>Distribución horaria:</b>               | Horas Clase: 02<br>Horas Taller: 01<br>Horas Laboratorio: 03<br>Horas Práctica de Campo: 00<br>Horas Clínicas: 00<br><br>Horas Extra-clase: 02<br><br>Créditos:08 |
| <b>Etapas de formación:</b>                | Terminal                                                                                                                                                          |
| <b>Carácter:</b>                           | Obligatoria                                                                                                                                                       |
| <b>Requisito:</b>                          | Ninguno                                                                                                                                                           |
| <b>Modalidad de impartición:</b>           | Presencial                                                                                                                                                        |
| <b>Equipo de diseño:</b>                   | Marlene Nohemí Cardoza Contreras<br>José Ángel Olivas Valdez<br>Fernando Barreto Curiel<br>Idaly Trejo Escamilla                                                  |
| <b>Subdirección que aprueba el PUA:</b>    | Patricia Alvarado Graef                                                                                                                                           |
| <b>Fecha:</b>                              | 25 de febrero de 2025                                                                                                                                             |
| <b>Aprobación y registro:</b>              |                                                                                                                                                                   |

## **II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE**

La finalidad de esta unidad de aprendizaje es que el estudiantado adquiera las competencias necesarias para seleccionar, aplicar y evaluar los métodos más adecuados de conservación y procesamiento de productos acuáticos, considerando principios físicos, químicos y biológicos que garanticen su estabilidad, inocuidad y calidad comercial. Fortalece la capacidad biotecnológica aplicada al aprovechamiento sustentable de los recursos acuáticos y responde a las demandas de innovación y calidad en la industria alimentaria. Aporta al estudiantado conocimientos técnicos, habilidades para la toma de decisiones en procesos productivos, actitudes orientadas a la mejora continua, y valores como la responsabilidad ambiental y la ética profesional. Se ubica en la etapa terminal, es de carácter obligatorio y pertenece al área de conocimiento de Biotecnología.

## **III. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE**

Evaluar métodos de conservación y procesamiento de productos acuáticos, mediante el uso de herramientas tecnológicas analíticas y la integración de conocimientos físico-químicos, biológicos y normativos, para garantizar la calidad sanitaria, estabilidad y valor comercial de los productos con responsabilidad profesional, compromiso ambiental, pensamiento crítico y enfoque en la mejora continua.

## **IV. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE**

Desarrolla y presenta, en equipo, un proyecto de procesamiento de un producto acuático regional en un evento de exposición y degustación, acompañado de un reporte técnico que integre el diseño del producto, la descripción de los procedimientos, los resultados obtenidos y el análisis de viabilidad técnica y comercial; además, elabora un video corto en idioma inglés en el que se comunique el producto desarrollado, sus características y su propósito.

## **V. COMPETENCIA PROFESIONAL DEL PERFIL DE EGRESO A LA QUE CONTRIBUYE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE**

Desarrollar procesos biotecnológicos y técnicas de cultivo optimizadas, mediante la formulación eficiente de alimentos balanceados y la aplicación de herramientas microbiológicas, biotecnológicas y económicas, con el objetivo de mejorar la calidad, inocuidad y valor nutricional de los productos acuícolas, con responsabilidad, ética profesional y respeto al ambiente.

## **VI. EJE TRANSVERSAL AL QUE CONTRIBUYE**

Innovación Social.

## VII. DESARROLLO POR UNIDADES

### Unidad I. Los animales acuáticos como alimentos

#### **Competencia**

Distinguir los factores que influyen en el consumo de productos acuáticos mediante la evaluación de sus propiedades nutrimentales, sensoriales y socioculturales, para promover el consumo y el aprovechamiento responsable de los recursos acuáticos, con compromiso, disciplina y organización.

#### **Contenido**

- 1.1. Los productos acuáticos en la alimentación
  - 1.1.1. Antecedentes históricos del consumo de productos acuáticos en México
- 1.2. Factores asociados al consumo de productos acuáticos
  - 1.2.1. Social
  - 1.2.2. Económico
  - 1.2.3. Político
  - 1.2.4. Disponibilidad de productos
- 1.3. Composición química y valor nutricional de productos acuáticos
  - 1.3.1. Macroconstituyentes: humedad, proteínas, lípidos, minerales, carbohidratos
  - 1.3.2. Microconstituyentes: nitrógeno no proteico, vitaminas hidrosolubles y liposolubles

#### **Duración**

5 horas

### Unidad II. Factores que influyen en la alteración de los productos acuáticos

#### **Competencia**

Evaluar los procesos bioquímicos, microbiológicos y fisicoquímicos que intervienen en la alteración de los productos acuáticos post-captura, mediante la interpretación de mecanismos de degradación de compuestos nitrogenados, lípidos y pigmentos para identificar las causas del deterioro y establecer medidas preventivas a fin de mantener la calidad y frescura de los productos con pensamiento crítico, responsabilidad científica y compromiso con la sostenibilidad.

#### **Contenido**

- 2.1. Cambios post-captura en pescado
- 2.2. Degradación de nucleótidos
- 2.3. Degradación de compuestos nitrogenados y efecto postmortem en animales acuáticos
- 2.4. Degradación de óxido de trimetilamina
- 2.5. Actividad enzimática endógena
  - 2.5.1. Catepsinas
  - 2.5.2. Calpaínas
  - 2.5.3. Melanosis en crustáceos
- 2.6. Actividad microbiana

- 2.6.1. Factores asociados al desarrollo microbiano
- 2.6.2. Características de la flora microbiana nativa en productos acuáticos
  - 2.6.2.1. Microorganismos patógenos
- 2.7. Cambios químicos
  - 2.7.1. Oxidación de mioglobina
  - 2.7.2. Rancidez oxidativa e hidrolítica
  - 2.7.3. Degradación de hemocianina en moluscos y crustáceos procesados
- 2.8. Parasitosis

### ***Duración***

9 horas

## **Unidad III. Métodos para evaluar calidad y frescura en productos acuáticos**

### ***Competencia***

Evaluar la calidad y frescura de productos acuáticos mediante métodos sensoriales, físicos, bioquímicos, microbiológicos y toxicológicos acorde a criterios normativos vigentes, para interpretar resultados que respalden decisiones en conservación y comercialización, con rigor científico, compromiso ambiental y ética profesional.

### ***Contenido***

- 3.1. Evaluación sensorial
- 3.2. Análisis físicos
  - 3.2.1. Textura
  - 3.2.2. pH
  - 3.2.3. Índice de refracción
  - 3.2.4. Propiedades eléctricas
- 3.3. Análisis bioquímicos
  - 3.3.1. Nitrógeno de bases volátiles
  - 3.3.2. Trimetilamina
  - 3.3.3. Aminas biogénicas
  - 3.3.4. Productos de la degradación de nucleótidos
  - 3.3.5. Índice de rancidez
  - 3.3.6. Indol
- 3.4. Determinación de indicadores de toxicidad: mercurio, biotoxinas
- 3.5. Microbiológicos
  - 3.5.1. Cuenta total en placa
  - 3.5.2. Coliformes totales y fecales
  - 3.5.3. Staphylococcus aureus
  - 3.5.4. Salmonella spp
  - 3.5.5. Vibrio spp
- 3.6. Normatividad vigente aplicable

### ***Duración***

8 horas



## **Unidad IV. Métodos de procesamiento y conservación de productos acuáticos.**

### **Competencia**

Valorar métodos tradicionales y emergentes de procesamiento y conservación mediante el control de parámetros físicos, químicos, microbiológicos y el cumplimiento de la normatividad sanitaria para optimizar la vida útil y el aprovechamiento integral de los recursos pesqueros y acuícolas con responsabilidad profesional, compromiso ambiental, pensamiento crítico y disposición hacia la mejora continua en los procesos productivos.

### **Contenido**

- 4.1. Uso de bajas temperaturas
  - 4.1.1. Enhielado
  - 4.1.2. Refrigeración
  - 4.1.3. Congelación
- 4.2. Métodos de curado
  - 4.2.1. Secado
  - 4.2.2. Salado
  - 4.2.3. Ahumado
  - 4.2.4. Moldeados y embutidos
- 4.3. Conservas
  - 4.3.1. Escabechado
  - 4.3.2. Enlatados
- 4.4. Harinas
- 4.5. Ensilado
- 4.6. Procesado y aprovechamiento de subproductos
- 4.7. Métodos emergentes de procesamiento y conservación de productos acuáticos

### **Duración**

10 horas

## **VIII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER**

### **Unidad I. Los animales acuáticos como alimentos**

#### **Práctica 1: Tabla comparativa de contenidos nutrimentales en organismos acuáticos**

### **Duración**

4 horas

### **Procedimiento**

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.

2. Realiza una investigación documental apoyándose en fuentes científicas y herramientas de inteligencia artificial.
3. En equipo, elabora una tabla comparativa donde analiza y contrasta los contenidos nutrimentales de al menos tres especies de organismos acuáticos de importancia comercial en Baja California.
4. Presenta ante el grupo la tabla comparativa destacando las principales diferencias y aportes nutricionales de cada especie.
5. Diseña una infografía que promueva el consumo responsable y regional de una de las especies estudiadas, resaltando su valor nutrimental y beneficios para la salud.
6. Entrega la tabla comparativa y la infografía.
7. Recibe retroalimentación docente.

#### **Recursos de apoyo**

- Computadora o celular con internet y cámara
- Proyector

### **Unidad II. Factores que influyen en la alteración de los productos acuáticos**

#### **Práctica 2: Investigación sobre melanosis en crustáceos.**

##### **Duración**

2 horas

##### **Procedimiento**

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Analiza un artículo científico en inglés relacionado con el proceso de melanosis en crustáceos, identificando los factores que la provocan y los mecanismos enzimáticos involucrados.
3. En equipo, elabora un cuestionario que integre preguntas clave para la comprensión del papel de la enzima fenoloxidasa en el pardeamiento enzimático de los crustáceos.
4. Participa en un foro de discusión grupal donde argumenta con base científica, las ideas principales derivadas del artículo y del cuestionario.
5. Entrega el cuestionario final con las preguntas y respuestas fundamentadas en la información revisada.
6. Recibe retroalimentación docente.

#### **Recursos de apoyo**

- Computadora o celular con internet y cámara
- Proyector
- Artículo científico en inglés

#### **Práctica 3: Investigación sobre cambios en calidad en atún refrigerado**

##### **Duración**

2 horas

### **Procedimiento**

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Analiza un artículo científico en inglés relacionado con cambios en la calidad de atún refrigerado, identificando los factores que los provocan y los mecanismos involucrados.
3. En equipo, responde un cuestionario que integra preguntas clave para la comprensión de los cambios de calidad en atún refrigerado.
4. Participa en un foro de discusión grupal donde argumenta, con base científica, las ideas principales derivadas del artículo y del cuestionario.
5. Entrega el cuestionario final con las preguntas y respuestas fundamentadas en la información revisada.
6. Recibe retroalimentación docente.

### **Recursos de apoyo**

- Computadora o celular con internet y cámara
- Proyector
- Artículo científico en inglés

## **Unidad IV. Métodos de procesamiento y conservación de productos acuáticos.**

### **Práctica 4: Video corto en inglés sobre el producto procesado a desarrollar en el proyecto.**

#### **Duración**

6 horas

#### **Procedimiento**

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Realiza en equipo, un video corto en el lenguaje inglés sobre el producto a desarrollar en el proyecto. El video deberá contener la siguiente información: (a) Información técnica-científica del organismo acuático seleccionado (justificación técnica de la especie, propiedades nutrimentales, disponibilidad, estacionalidad y sostenibilidad); (b) Originalidad, pertinencia e innovación del producto (novedad del concepto, aprovechamiento responsable de especies regionales, valor agregado y pertinencia); (c) Método de procesamiento y conservación (justificación del método, control de variables, higiene y puntos críticos); (d) Vida de anaquel estimada del producto y fundamentos.
3. Entrega el video corto.
4. Recibe retroalimentación docente.

#### **Recursos de apoyo**

- Computadora o celular con internet y cámara
- Software de creación y edición de videos

### **Práctica 5: Visita a planta de procesamiento de productos acuáticos**

***Duración***

2 horas

***Procedimiento***

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Visita la planta de procesamiento.
3. Observa las etapas del proceso.
4. Realiza anotaciones.
5. Elabora un reporte donde describa el procedimiento empleado en la visita.
6. Recibe retroalimentación docente.

***Recursos de apoyo***

- Computadora o celular con internet y cámara
- Proyector

**IX. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO****Unidad III. Métodos para evaluar calidad y frescura en productos acuáticos****Práctica 1: Análisis sensorial y físico de pescado y camarón*****Duración***

3 horas

***Procedimiento***

1. Atiende las orientaciones docentes sobre los objetivos, normas de seguridad y metodología de la práctica.
2. Realiza el análisis sensorial y físico de muestras de pescado y camarón adquiridas en un mercado local, aplicando los criterios y procedimientos establecidos en la normativa vigente para la evaluación de calidad y frescura de estos alimentos.
3. Efectúa observaciones de los parámetros sensoriales y registra los resultados de las mediciones físicas correspondientes.
4. Interpreta los datos obtenidos, relacionándolos con los indicadores de calidad y estado de frescura de las muestras analizadas.
5. Limpia, desinfecta y ordena el material utilizado y el área de trabajo.
6. Elabora y entrega el reporte de la práctica.
7. Recibe retroalimentación docente.

***Recursos de apoyo***

- Manual de prácticas
- Equipo y material de laboratorio

- Reactivos
- Muestras de organismos acuáticos
- Rúbrica de reportes de laboratorio

## **Práctica 2: Análisis sensorial y físico de moluscos**

### ***Duración***

3 horas

### ***Procedimiento***

1. Atiende las orientaciones docentes sobre los objetivos, normas de seguridad y metodología de la práctica.
2. Realiza el análisis sensorial y físico de muestras de moluscos adquiridas en un mercado local, aplicando los criterios y procedimientos establecidos en la normativa vigente para la evaluación de calidad y frescura de estos alimentos.
3. Efectúa observaciones de los parámetros sensoriales y registra los resultados de las mediciones físicas correspondientes.
4. Interpreta los datos obtenidos, relacionándolos con los indicadores de calidad y estado de frescura de las muestras analizadas.
5. Limpia, desinfecta y ordena el material utilizado y el área de trabajo.
6. Elabora y entrega el reporte de la práctica.
7. Recibe retroalimentación docente.

### ***Recursos de apoyo***

- Manual de prácticas
- Equipo y material de laboratorio
- Reactivos
- Muestras de organismos acuáticos
- Rúbrica de reportes de laboratorio

## **Práctica 3: Determinación de nitrógeno de bases volátiles en pescado**

### ***Duración***

3 horas

### ***Procedimiento***

1. Atiende las orientaciones docentes sobre los objetivos, normas de seguridad y metodología de la práctica.

2. Realiza el análisis de contenido de Nitrógeno de Bases Volátiles en muestras de pescado adquiridas en un mercado local, aplicando los criterios y procedimientos establecidos en la normativa vigente para la evaluación de calidad y frescura de estos alimentos.
3. Efectúa observaciones y registra los resultados del análisis.
4. Interpreta los datos obtenidos, relacionándolos con los indicadores de calidad y estado de frescura de las muestras analizadas.
5. Limpia, desinfecta y ordena el material utilizado y el área de trabajo.
6. Elabora y entrega el reporte de la práctica.
7. Recibe retroalimentación docente.

### ***Recursos de apoyo***

- Manual de prácticas
- Equipo y material de laboratorio
- Reactivos
- Muestras de organismos acuáticos
- Rúbrica de reportes de laboratorio

### **Práctica 4: Determinación de histamina en pescado**

#### ***Duración***

3 horas

#### ***Procedimiento***

1. Atiende las orientaciones docentes sobre los objetivos, normas de seguridad y metodología de la práctica.
2. Realiza el análisis de contenido de histamina en muestras de pescado de la familia Scombridae adquiridas en un mercado local, aplicando los criterios y procedimientos establecidos en la normativa vigente para la evaluación de calidad y frescura de estos alimentos.
3. Efectúa observaciones y registra los resultados del análisis.
4. Interpreta los datos obtenidos, relacionándolos con los indicadores de calidad y estado de frescura de las muestras analizadas.
5. Limpia, desinfecta y ordena el material utilizado y el área de trabajo.
6. Elabora y entrega el reporte de la práctica.
7. Recibe retroalimentación docente.

### ***Recursos de apoyo***

- Manual de prácticas
- Equipo y material de laboratorio
- Reactivos

- Muestras de organismos acuáticos
- Rúbrica de reportes de laboratorio

### **Práctica 5: Determinación de indol en crustáceos**

#### ***Duración***

3 horas

#### ***Procedimiento***

1. Atiende las orientaciones docentes sobre los objetivos, normas de seguridad y metodología de la práctica.
2. Realiza la determinación de indol en muestras de camarón adquiridas en un mercado local, aplicando los criterios y procedimientos establecidos en la normativa vigente para la evaluación de calidad y frescura de estos alimentos.
3. Efectúa observaciones y registra los resultados del análisis.
4. Interpreta los datos obtenidos, relacionándolos con los indicadores de calidad y estado de frescura de las muestras analizadas.
5. Limpia, desinfecta y ordena el material utilizado y el área de trabajo.
6. Elabora y entrega el reporte de la práctica.
7. Recibe retroalimentación docente.

#### ***Recursos de apoyo***

- Manual de prácticas
- Equipo y material de laboratorio
- Reactivos
- Muestras de organismos acuáticos
- Rúbrica de reportes de laboratorio

### **Práctica 6: Determinación de cuenta total en placa en pescados y mariscos**

#### ***Duración***

3 horas

#### ***Procedimiento***

1. Atiende las orientaciones docentes sobre los objetivos, normas de seguridad y metodología de la práctica.
2. Realiza el aislamiento y conteo de microorganismos viables presentes en muestras de pescados y mariscos adquiridas en un mercado local, aplicando los criterios y procedimientos establecidos en la normativa vigente para la evaluación de calidad y frescura de estos alimentos.

3. Efectúa observaciones y registra los resultados del análisis.
4. Interpreta los datos obtenidos, relacionándolos con los indicadores de calidad y estado de frescura de las muestras analizadas.
5. Limpia, desinfecta y ordena el material utilizado y el área de trabajo.
6. Elabora y entrega el reporte de la práctica.
7. Recibe retroalimentación docente.

### **Recursos de apoyo**

- Manual de prácticas.
- Equipo y material de laboratorio.
- Reactivos.
- Muestras de organismos acuáticos.
- Rúbrica de reportes de laboratorio.

## **Práctica 7: Determinación de coliformes totales en pescados y mariscos**

### **Duración**

3 horas

### **Procedimiento**

1. Atiende las orientaciones docentes sobre los objetivos, normas de seguridad y metodología de la práctica.
2. Realiza el aislamiento y conteo de microorganismos coliformes presentes en muestras de pescados y mariscos adquiridas en un mercado local, aplicando los criterios y procedimientos establecidos en la normativa vigente para la evaluación de calidad y frescura de estos alimentos.
3. Efectúa observaciones y registra los resultados del análisis.
4. Interpreta los datos obtenidos, relacionándolos con los indicadores de calidad y estado de frescura de las muestras analizadas.
5. Limpia, desinfecta y ordena el material utilizado y el área de trabajo.
6. Elabora y entrega el reporte de la práctica.
7. Recibe retroalimentación docente.

### **Recursos de apoyo**

- Manual de prácticas.
- Equipo y material de laboratorio.
- Reactivos.
- Muestras de organismos acuáticos.
- Rúbrica de reportes de laboratorio.



## Unidad IV. Métodos de procesamiento y conservación de productos acuáticos

### Práctica 8: Salado como método de procesamiento y conservación de productos acuáticos

#### **Duración**

6 horas

#### **Procedimiento**

1. Atiende las orientaciones docentes sobre los objetivos, normas de seguridad y metodología de la práctica.
2. Realiza el salado de muestras de pescados y/o mariscos adquiridos en una granja acuícola o en un mercado local.
3. Realiza la deshidratación de las muestras de pescados y/o mariscos salados.
4. Efectúa observaciones y registra los resultados del procesamiento.
5. Realiza la determinación de NaCl en los productos salados y deshidratados por valoración argentométrica.
6. Interpreta los datos obtenidos, relacionándolos con la concentración de NaCl esperada de las muestras analizadas.
7. Limpia, desinfecta y ordena el material utilizado y el área de trabajo.
8. Elabora y entrega el reporte de la práctica.
9. Recibe retroalimentación docente.

#### **Recursos de apoyo**

- Muestras de pescados y/o mariscos
- Reactivos químicos y sal
- Material y equipo básico de laboratorio
- Equipo de deshidratación
- Instrumentos de medición y registro
- Equipo de seguridad e higiene
- Guía de práctica y formato de reporte
- Computadora y recursos digitales

## Unidad IV. Métodos de procesamiento y conservación de productos acuáticos

### Práctica 8: Salado como método de procesamiento y conservación de productos acuáticos

#### **Duración**

6 horas

#### **Procedimiento**

1. Atiende las orientaciones docentes sobre los objetivos, normas de seguridad y metodología de la práctica.

2. Realiza el salado de muestras de pescados y/o mariscos adquiridos en una granja acuícola o en un mercado local.
3. Realiza la deshidratación de las muestras de pescados y/o mariscos salados.
4. Efectúa observaciones y registra los resultados del procesado.
5. Realiza la determinación de NaCl en los productos salados y deshidratados por valoración argentométrica.
6. Interpreta los datos obtenidos, relacionándolos con la concentración de NaCl esperada de las muestras analizadas.
7. Limpia, desinfecta y ordena el material utilizado y el área de trabajo.
8. Elabora y entrega el reporte de la práctica.
9. Recibe retroalimentación docente.

### **Recursos de apoyo**

- Manual de prácticas
- Equipo y material de proceso y de laboratorio
- Reactivos y sal de mesa
- Pescados y/o mariscos
- Rúbrica de reportes de laboratorio

### **Práctica 9: Conserva en vinagre como método de procesado y conservación de productos acuáticos**

#### **Duración**

3 horas

#### **Procedimiento**

1. Atiende las orientaciones docentes sobre los objetivos, normas de seguridad y metodología de la práctica.
2. Sumerge en una salmuera pescados y/o mariscos adquiridos en una granja acuícola o en un mercado local.
3. Prepara el líquido de conserva en vinagre para el encurtido con la acidez adecuada.
4. Escalda las verduras que se agregaran a la conserva.
5. Incorpora todos los ingredientes en líquido de conserva.
6. Efectúa observaciones y registra los resultados del procesado.
7. Limpia, desinfecta y ordena el material utilizado y el área de trabajo.
8. Elabora y entrega el reporte de la práctica.
9. Recibe retroalimentación docente.

### **Recursos de apoyo**

- Manual de prácticas

- Equipo y material de proceso y de laboratorio
- Sal de mesa y vinagre blanco
- Pescados y/o mariscos
- Rúbrica de reportes de laboratorio

## **Práctica 10: Proyecto: Procesado de un producto acuático de la región**

### ***Duración***

18 horas

### ***Procedimiento***

1. Atiende las orientaciones docentes sobre los objetivos, normas de seguridad y metodología de la práctica.
2. Selecciona y aplica métodos de procesado adecuados a pescados y/o mariscos de importancia comercial en la región, con el propósito de desarrollar productos innovadores que presenten mejores características organolépticas, mayor vida de anaquel y valor agregado, promoviendo su aprovechamiento sustentable y consumo regional.
3. Registra de manera sistemática las etapas del proceso, así como las observaciones y resultados obtenidos en cada fase de elaboración.
4. Limpia, desinfecta y organiza el material, equipo y área de trabajo, conforme a las buenas prácticas de manufactura y seguridad alimentaria.
5. Revisa una etiqueta comercial real de un producto acuático en inglés (ej. smoked salmon canned tuna frozen shrimp).
6. Identifica y registra en una tabla la información clave: product name, ingredients, net weight, storage instructions, country of origin.
7. Diseña una etiqueta en inglés para el producto que desarrolla en su proyecto final.
8. Elabora y entrega el reporte técnico de la práctica, incluyendo objetivos, materiales, procedimientos, resultados, discusión y conclusiones.
9. Recibe retroalimentación docente.

### ***Recursos de apoyo***

- Equipo y material de proceso
- Aditivos alimentarios
- Pescados y/o mariscos
- Rúbrica de reporte técnico de proyecto

## **X. MÉTODO DE TRABAJO**

### **Encuadre**

El primer día de clase, cada persona docente debe establecer de forma clara y formal:

- La metodología de trabajo.
- Criterios de evaluación y rúbricas.
- Reglas sobre la calidad y entrega de trabajos académicos.
- Derechos y obligaciones del docente y los estudiantes.

Esto debe quedar registrado y comunicado por medios institucionales (como Blackboard o correo institucional).

### **Estrategias de enseñanza**

- Estudio de caso
- Aprendizaje basado en problemas
- Aprendizaje basado en casos
- Aprendizaje basado en preguntas
- Técnica expositiva
- Debates
- Discusión guiada
- Instrucción guiada

### **Estrategias de aprendizaje**

- Investigación documental
- Investigación empírica
- Exposición de resoluciones de casos prácticos
- Trabajo colaborativo
- Técnica expositiva
- Mapas mentales
- Mapas conceptuales
- Cuadros comparativos

- Infografías

## XI. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

### Criterios de acreditación

Para tener derecho a examen ordinario y extraordinario cada estudiante debe cumplir con los porcentajes de asistencia que establece el Estatuto Escolar vigente. La calificación es en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 60.

### Criterios de evaluación

|                            |             |
|----------------------------|-------------|
| - Evaluaciones parciales   | 25%         |
| - Prácticas taller         | 15%         |
| - Prácticas de laboratorio | 20%         |
| - Proyecto                 | 40%         |
| <b>Total</b>               | <b>100%</b> |

## XII. REFERENCIAS

### Recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

- Badui Dergal, S. (2006). *Química de los alimentos*. Pearson Education. [clásica]
- Durazo-Beltrán, E. (2006). *Aprovechamiento de productos pesqueros*. Universidad Autónoma de Baja California, Departamento de Editorial Universitaria. [clásica]
- Guerrero, I., Rosmini, M., & Armenta, R. (2009). *Tecnología de productos de origen acuático*. Editorial Limusa. [clásica]
- Jeantet, R., Croguennec, T., & Brulé, G. (2010a). *Ciencia de los alimentos: Bioquímica, microbiología, procesos, productos. Tomo 1: Estabilización biológica y fisicoquímica* (1.<sup>a</sup> ed.). Editorial Acribia. [clásica]
- Jeantet, R., Croguennec, T., & Brulé, G. (2010b). *Ciencia de los alimentos: Bioquímica, microbiología, procesos, productos. Tomo 2: Tecnología de los productos alimentarios* (1.<sup>a</sup> ed.). Editorial Acribia. [clásica]
- Kim, S.-K. (2014). *Seafood processing by-products: Trends and applications*. Springer. [clásica]
- Mortimore, S. E., & Wallace, C. A. (2019). *HACCP: Una guía breve para la industria alimentaria* (2.<sup>a</sup> ed.). Editorial Acribia. [clásica]
- Shen, C., & Zhang, Y. (2023). *Food microbiology laboratory for the food science student: A practical approach* (2nd ed.). Springer Cham. <https://doi.org/10.1007/978-3-031-26197-8>

## Recursos de acceso libre o complementarios externos

Russo, G. L., Langellotti, A. L., Torrieri, E., & Masi, P. (2024). Emerging technologies in seafood processing: An overview of innovations reshaping the aquatic food industry. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 23(1), e13281. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.13281>

Shukla, A. K., & Ravishankar, C. N. (Eds.). (2024). *Quality analysis and packaging of seafood products* (1st ed., 436 pp.). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/C2023-0-00487-3>

## XIII. PERFIL DOCENTE

Licenciatura en Biotecnología en Acuicultura, Ingeniería en Alimentos, Ingeniería Bioquímica, Ciencias del Mar, Tecnología de Alimentos o áreas afines. Preferentemente con posgrado o experiencia probada en Ciencia y Tecnología de Alimentos, Biotecnología o disciplinas relacionadas. Contar con formación sólida y experiencia en conservación, transformación y aprovechamiento biotecnológico de productos acuáticos. Se recomienda contar con dominio funcional de inglés técnico básico, idealmente B1 o superior. Se valora experiencia en laboratorios o plantas de procesamiento de alimentos, especialmente pesqueros o acuícolas, así como conocimiento de normas sanitarias y de calidad. Debe fomentar la creatividad, la innovación tecnológica, el pensamiento crítico y la responsabilidad ambiental en sus estudiantes, favoreciendo ambientes de aprendizaje participativos, éticos y con enfoque sostenible.



**LEARNING MODULE**

**I. GENERAL INFORMATION**

|                                        |                                                                                                                                                              |
|----------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>School:</b>                         | Marine Sciences School                                                                                                                                       |
| <b>Major:</b>                          | Aquaculture Biotechnology                                                                                                                                    |
| <b>Study Program:</b>                  | 2026-2                                                                                                                                                       |
| <b>Learning Module Name:</b>           | Advances in Aquaculture                                                                                                                                      |
| <b>Number:</b>                         |                                                                                                                                                              |
| <b>Time distribution:</b>              | Class Hours: 00<br>Workshop Hours: 02<br>Laboratory Hours: 00<br>Field Practice Hours: 00<br>Clinical Hours: 00<br>Out-of-Class Hours: 00<br><br>Credits: 02 |
| <b>Stage:</b>                          | Terminal                                                                                                                                                     |
| <b>Module Type:</b>                    | Compulsory                                                                                                                                                   |
| <b>Requirements:</b>                   | None.                                                                                                                                                        |
| <b>Mode of delivery:</b>               | In-person                                                                                                                                                    |
| <b>Design Team:</b>                    | Angél Raúl Herrera Gutiérrez<br>Luis Manuel Enríquez Paredes<br>Mario Alberto Galaviz Espinoza                                                               |
| <b>Approval of Assistant Dean (s):</b> | Patricia Alvarado Graef                                                                                                                                      |
| <b>Date:</b>                           | February 25, 2026.                                                                                                                                           |
| <b>Approval and registration:</b>      |                                                                                                                                                              |

## **II. PURPOSE OF LEARNING MODULE**

The course unit Advances in Aquaculture is an academic forum designed to enable students to develop the competencies needed to identify, analyze, and critically discuss cutting-edge scientific and technological advancements in global aquaculture. Emphasis is placed on the application of molecular biotechnology, artificial intelligence, functional nutrition, health management, and sustainability. Through this seminar, students will strengthen their technical and professional English communication skills, as well as their ability to comprehend and produce scientific content. This course is a mandatory component of the program's final stage. It promotes attitudes of innovation, critical thinking, intercultural awareness, and ethical responsibility, fostering the development of research proposals that address real-world challenges within the aquaculture sector.

## **III. LEARNING MODULE COMPETENCE**

To analyze current scientific and technological advances in aquaculture through the critical review of literature and participation in lectures from specialists delivered in technical English, to design and present an innovative research proposal in the student's area of interest, demonstrating ethical responsibility, social commitment, and effective communication skills in English.

## **IV. LEARNING/ACHIEVEMENT EVIDENCE**

Assessment logbook: A systematic compilation of feedback rubrics obtained from group discussions and question-and-answer sessions during keynote lectures. Each rubric will be submitted electronically following each presentation to maintain rigorous evaluation tracking and guarantee timely, accurate completion of assessments.

Comprehensive Presentations: Students will deliver a final oral presentation of a research proposal on cutting-edge scientific and technological innovations in aquaculture, which may be presented in English or Spanish, but must be accompanied by a digital presentation (PowerPoint or Canvas) prepared exclusively in English.

## **V. PROFESSIONAL COMPETENCY OF THE GRADUATE PROFILE TO WHICH THE LEARNING UNIT CONTRIBUTES**

Design and implement resilient and sustainable aquaculture management strategies through environmental risk analysis, adaptation of appropriate technologies, and the integration of socio-ecosystem approaches, to mitigate the impacts of climate change and strengthen sustainability throughout the aquaculture value chain, with environmental and social responsibility, critical thinking, professional ethics, and social commitment.

## **VI. CROSS-CUTTING THEME TO WHICH IT CONTRIBUTES**

Innovation and interculturality



## **VII. STRUCTURE OF WORKSHOP PRACTICES**

### **Unit I. Developing research skills and scientific communication**

#### **Practice 1: Introduction and overview of the list of suggested scientific papers to review**

##### ***Time span***

4 hours

##### ***Procedure***

1. Receives instructions from the instructor.
2. Presentation from both students and the instructor.
3. Receives guidelines from the instructor on how to select relevant, appropriate, and reliable papers related to aquaculture topics by means of an IA assistant
4. Reviews a folder with suggested scientific articles.
5. Receives feedback on the articles selected for review.

##### ***Support resources***

- Course outline
- Computer and internet access
- Electronic file with recommended scientific articles in PDF format
- Research proposal briefing document

#### **Practice 2: Guest lectures on Current and emerging challenges in aquaculture**

##### ***Time span***

8 hours

##### ***Procedure***

1. Attends the guest lecture presentation and follows the instructor's guidance
2. Take notes during the lecture, focusing on key ideas, findings, and questions that arise.
3. Prepares questions related to the lecture subject matter.
4. Engages in the question-and-answer segment to discuss and clarify key concepts
5. Participate in group reflection on the lecture, analyzing the principal concepts and evaluating their relevance
6. Turns into a summary with the instructor.
7. Receives feedback from the instructor.

##### ***Support resources***

- Instructor slides
- Presentation guidelines handout
- Notebook

### **Practice 3: Guest lectures on Cutting-edge analytical technologies and tools in aquaculture**

#### ***Time span***

08 hours

#### ***Procedure***

1. Attends the guest lectures' presentation and follows the instructor's guidance
2. Take notes during the lecture, focusing on key ideas, findings, and questions that arise.
3. Prepares questions related to the lecture topic.
4. Engages in the question-and-answer segment to discuss and clarify key concepts.
5. Participate in group reflection on the lecture, analyzing the principal concepts and evaluating their relevance.
6. Turns in a summary to the instructor.
7. Receive feedback from the instructor.

#### ***Support resources***

- Instructor slides
- Presentation guidelines handout
- Notebook

### **Practice 4: Guest lectures on Sustainable Practices, Resilience, and Socio-Ecosystem Approaches in Aquaculture**

#### ***Time span***

08 hours

#### ***Procedure***

1. Attends the guest lectures' presentation and follows the instructor's guidance
2. Take notes during the lecture, focusing on key ideas, findings, and questions that arise.
3. Prepares questions related to the lecture topic.
4. Engages in the question-and-answer segment to discuss and clarify key concepts.
5. Participate in group reflection on the lecture, analyzing the principal concepts and evaluating their relevance.
6. Turns in a summary to the instructor.
7. Receive feedback from the instructor.

#### ***Support resources***

- Instructor slides
- Presentation guidelines handout
- Notebook

## Practice 5: Student presentations

### *Time span*

4 hours

### *Procedure*

1. Follows the instructor's guidance
2. Identifies relevant issues or research gaps within the fields of aquaculture
3. Formulates a clear and testable hypothesis that aligns with their selected topics.
4. Develops a methodological framework that includes research objectives, experimental or analytical approaches, data collection strategies, and a realistic project timeline.
5. Shares their research ideas, findings, and analyses demonstrating proficiency in scientific terminology and clarity of expression.
6. Turns in a summary of their research proposal, following academic standards of structure, scientific rigor, and citation.
7. Delivers an oral presentation of no less than 15 minutes on their research proposal in English to strengthen their academic and professional communication skills.
8. Addresses classmates' inquiries after each presentation. Aiming to promote critical discussion and peer learning.
9. Receives immediate, constructive feedback from peers and the instructor to enhance their presentation and scientific communication skills.
10. Evaluates peer presentations based on a standardized rubric that focuses on content accuracy, clarity, organization, and delivery.
11. Submits rubrics to the instructor for documentation and assessment.
12. Participates in a group discussion to reflect on their presentation strengths, areas for improvement, and strategies for enhancing future scholarly presentations.

### *Support resources*

- Evaluation rubric for presentations
- Presentation equipment.
- Computer and internet access.

## VIII. METHODOLOGY AND STRATEGIES

### Course framework

On the first day of class, each instructor must clearly and formally establish:

- Operational Methodology
- Evaluation criteria and rubrics.
- Standards and procedures for the preparation, timely submission, and use of delivery platforms for academic assignments
- The rights and responsibilities of both the instructor and the students.

This information must be recorded and communicated through institutional channels (such as Blackboard or institutional email).

### Teaching strategies

These are didactic actions planned by the instructor to facilitate the achievement of the expected learning outcomes. These strategies should be selected based on the type of competence, the cognitive level, and the nature of the content.

The following are examples of instructional strategies that may be used; the instructor may choose from this list or apply other strategies.

- Direct or guided instruction
- Project-based learning
- Collaborative learning
- Guided discussion

### Learning strategies

- Self-regulated learning
- Creation of a graphic presentation
- Interaction with real actors (guest lecturers)
- Documentary research
- Reflective practice
- Strategic notetaking
- Collaborative work

## IX. EVALUATION CRITERIA

### Accreditation criteria

To be eligible for ordinary and extraordinary exams, each student must meet the attendance percentages established by the current School Statute. Grades are on a scale from 0 to 100, with a minimum passing grade of 60.

### Assessment criteria

|                                |      |
|--------------------------------|------|
| - Comprehensive presentation   | 40%  |
| - Assessment logbook           | 50%  |
| - Participation in Q&A session | 10%  |
| Total                          | 100% |

## X. BIBLIOGRAPHY

### Recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

- Emerenciano, M. G. C., Khanjani, M. H., Sharifinia, M., & Miranda-Baeza, A. (2025). Could biofloc technology (BFT) pave the way toward more sustainable aquaculture in line with the circular economy? *Aquaculture Research*, 56(1), Article 1020045. <https://doi.org/10.1155/are/1020045>
- Froehlich, H. E., Koehn, J. Z., Holsman, K. K., & Halpern, B. S. (2022). Emerging trends in science and news of climate change threats to and adaptation of aquaculture. *Aquaculture*, 549, 737812. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2021.737812>
- Jia, S., Lu, M., Lan, T., Gao, Z., Meng, R., Wang, X., ... & Shen, W. (2025). A comprehensive perspective on intestinal health, physiological status, and growth performance of *Larimichthys crocea* with different stocking densities in recirculating aquaculture systems. *Aquaculture International*, 33(6), Article 405. <https://doi.org/10.1007/s10499-025-01905-2>
- Khan, N. S., & Rahman, M. S. (2025). Zooplankton in aquaculture: A perspective on nutrition and cost-effectiveness. *Aquaculture Research*, 56(1), Article 5347147. <https://doi.org/10.1155/are/5347147>
- Li, P., Han, H., Zhang, S., Fang, H., Fan, W., Zhao, F., & Xu, C. (2025). Reviews on the development of digital intelligent fisheries technology in aquaculture. *Aquaculture International*, 33(3), Article 191. <https://doi.org/10.1007/s10499-025-01870-8>

### Freely Accessible or External Complementary Resources

- Boyd, C. E., D'Abramo, L. R., Glencross, B. D., Huyben, D. C., Juarez, L. M., Lockwood, G. S., ... & Valenti, W. C. (2020). Achieving sustainable aquaculture: Historical and current perspectives and future needs and challenges. *Journal of the World Aquaculture Society*, 51(3), 578–633. <https://doi.org/10.1111/jwas.12691>
- Boyland, N., & Lara, E. (2024). Aquaculture must be part of the shift towards regenerative farming. In *Regenerative farming and sustainable diets* (pp. 175–182). Routledge.
- English, G., Lawrence, M. J., McKindsey, C. W., Lacoursière-Roussel, A., Bergeron, H., Gauthier, S., ... & Trudel, M. (2024). A review of data collection methods used to monitor the associations of wild species with marine aquaculture sites. *Reviews in Aquaculture*, 16(3), 1160–1185. <https://doi.org/10.1111/raq.12947>

- Goswami, M., Trudeau, V. L., & Lakra, W. S. (2023). Biotechnology in modern aquaculture: Innovations, advancements, and challenges. In *Frontiers in aquaculture biotechnology* (pp. 1–13). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-XXXXXX-X.00001-2>
- Ha, L. T. (2024). Achieving a blue economy through the circular initiatives: A path towards sustainable marine living resources. *Environmental Science and Pollution Research*, 31(9), 13656–13672. <https://doi.org/10.1007/s11356-023-XXXX-X>
- Huang, Y., Li, Z., Li, M., Zhang, X., Shi, Q., & Xu, Z. (2025). Fish genomics and its application in disease-resistance breeding. *Reviews in Aquaculture*, 17(1), e12973. <https://doi.org/10.1111/raq.12973>
- Kurniawan, S. B., Ahmad, A., Imron, M. F., Abdullah, S. R. S., Othman, A. R., & Hasan, H. A. (2025). Achieving a biocircular economy in the aquaculture sector through waste valorization. *Toxics*, 13(2), 131. <https://doi.org/10.3390/toxics13020131>
- Lal, J., Vaishnav, A., Kumar, D., Jana, A., Jayaswal, R., Chakraborty, A., ... & Pavankalyan, M. (2024). Emerging innovations in aquaculture: Navigating towards sustainable solutions. *International Journal of Environment and Climate Change*, 14(7), 83–96. <https://doi.org/10.9734/ijecc/2024/v14i73557>
- Liu, C., Lei, J., Yu, J., Chen, J., Huang, X., Liu, X., ... & Fan, H. (2025). The potential risk and sustainable reuse technologies of aquaculture wastewater: A review. *Current Pollution Reports*, 11(1), 39–55. <https://doi.org/10.1007/s40726-024-00356-y>
- Loza Adaui, C. R. (2025). The principle of regeneration in circular economy: Revitalising for resilience. In *Circular economy in sustainable supply chains: A global perspective on challenges, concepts and cases* (pp. 49–60). Springer Nature Switzerland. [https://doi.org/10.1007/978-3-031-XXXX-X\\_4](https://doi.org/10.1007/978-3-031-XXXX-X_4)
- Modeel, S., Dolkar, P., Siwach, S., Yadav, P., & Negi, R. K. (2024). Role of science and technology for sustainable aquaculture development and aquatic ecosystem management. In *Role of science and technology for sustainable future: Volume 1* (pp. 277–301). Springer Nature Singapore. [https://doi.org/10.1007/978-981-99-XXXX-X\\_14](https://doi.org/10.1007/978-981-99-XXXX-X_14)
- Ogello, E., Muthoka, M., & Outa, N. (2024). Exploring regenerative aquaculture initiatives for climate-resilient food production: Harnessing synergies between technology and agroecology. *Aquaculture Journal*, 4(4), 324–344. <https://doi.org/10.3390/aquaculture4040032>
- Ragab, S., Hoseinifar, S. H., Van Doan, H., Rossi, W., Davies, S., Ashour, M., & El-Haroun, E. (2025). Overview of aquaculture Artificial Intelligence (AAI) applications: Enhance sustainability and productivity, reduce labor costs, and increase the quality of aquatic products. *Annals of Animal Science*, 25(2), 441–453. <https://doi.org/10.2478/aoas-2024-XXXX>

- Rastegari, H., Nadi, F., Lam, S. S., Ikhwanuddin, M., Kasan, N. A., Rahmat, R. F., & Mahari, W. A. W. (2023). Internet of Things in aquaculture: A review of the challenges and potential solutions based on current and future trends. *Smart Agricultural Technology*, 4, 100187. <https://doi.org/10.1016/j.atech.2023.100187>
- Ruben, M. O., Akinsanola, A. B., Okon, M. E., Shitu, T., & Jagunna, I. I. (2025). Emerging challenges in aquaculture: Current perspectives and human health implications. *Veterinary World*, 18(1), 15–25. <https://doi.org/10.14202/vetworld.2025.15-25>
- Sidiq, M. J., Ganie, P. A., Posti, R., Magloo, A. H., & Bhat, R. A. H. (2025). Current challenges in the fisheries and aquaculture sector: A technological perspective. In *Information technology in fisheries and aquaculture* (pp. 35–57). Springer Nature Singapore. [https://doi.org/10.1007/978-981-99-XXXX-X\\_3](https://doi.org/10.1007/978-981-99-XXXX-X_3)
- Tien Nguyen, N., Tran-Nguyen, P. L., & Vo, T. T. B. C. (2024). Advances in aeration and wastewater treatment in shrimp farming: Emerging trends, current challenges, and future perspectives. *AQUA—Water Infrastructure, Ecosystems and Society*, 73(5), 902–916. <https://doi.org/10.1002/aqua.12345>
- Tsairidou, S., Houston, R. D., & Karapanagiotidis, I. T. (2024). The importance of nutrition and selective breeding in aquaculture production. In *Aquatic food security* (pp. 14–49). CABI. <https://doi.org/10.1079/978178924XXXX.0014>
- Wang, L. (2024). Advances in monitoring and managing aquatic ecosystem health: Integrating technology and policy. *International Journal of Aquaculture*, 14(1), 1–12. <https://doi.org/10.1111/ijaq.14123>
- Yu, X., Faggion, S., Liu, Y., Wang, B., Zeng, Q., Lu, C., ... & Bao, Z. (2025). Role of multi-omics in aquaculture genetics and breeding: Current status and future perspective. *Science China Life Sciences*, 68(2), 1–14. <https://doi.org/10.1007/s11427-024-XXXX-X>

## **XI. TEACHER PROFILE**

The instructor for the Advances in Aquaculture Seminar is a dedicated and experienced educator with at least a bachelor's degree in Aquaculture, Marine Sciences, or a related discipline, and preferably a postgraduate-level qualification with at least 2 years of teaching experience. Must possess a strong academic and professional background in the field and demonstrate experience in teaching in the English language, English proficiency at a minimum level of B2-C1, developing presentation and communication skills, and fostering a collaborative, inclusive, and intellectually stimulating learning environment. Committed to the advancement of science communication and education, the instructor provides constructive and supportive feedback, mentors students in research-related activities, and facilitates meaningful interactions with guest speakers from academia, industry, and governmental sectors. Through these activities, the instructor aims to promote critical thinking, interdisciplinary dialogue, and professional growth among all participants, preparing them for successful and ethical engagement in the aquaculture and marine sciences community.



**PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE**

**I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN**

|                                            |                                                                                                                                                               |
|--------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Unidad académica:</b>                   | Facultad de Ciencias Marinas, Ensenada                                                                                                                        |
| <b>Programa educativo:</b>                 | Biotecnología en Acuicultura                                                                                                                                  |
| <b>Plan de Estudios:</b>                   | 2026-2                                                                                                                                                        |
| <b>Nombre de la unidad de aprendizaje:</b> | Maricultivos                                                                                                                                                  |
| <b>Clave:</b>                              |                                                                                                                                                               |
| <b>Distribución horaria:</b>               | Horas Clase: 02<br>Horas Taller: 03<br>Horas Laboratorio: 00<br>Horas Práctica de Campo: 01<br>Horas Clínicas: 00<br>Horas Extra-clase: 02<br><br>Créditos:08 |
| <b>Etapas de formación:</b>                | Terminal                                                                                                                                                      |
| <b>Carácter:</b>                           | Obligatoria                                                                                                                                                   |
| <b>Requisito:</b>                          | Ninguno                                                                                                                                                       |
| <b>Modalidad de impartición:</b>           | Presencial                                                                                                                                                    |
| <b>Equipo de diseño:</b>                   | Ángel Raúl Herrera Gutiérrez<br>Gerardo Sandoval Garibaldi                                                                                                    |
| <b>Subdirección que aprueba el PUA:</b>    | Patricia Alvarado Graef                                                                                                                                       |
| <b>Fecha:</b>                              | 25 de febrero de 2026                                                                                                                                         |
| <b>Aprobación y registro:</b>              |                                                                                                                                                               |



## **II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE**

Su propósito es que el estudiante adquiera conocimientos técnicos básicos para la selección de sitio, instalación, desarrollo, operación y manejo de unidades de maricultivos, tomando en consideración los requisitos ambientales, sociales y legales requeridos. Esto mediante una metodología científica que les permita comprender el comportamiento integral para poder ser usados en un entorno acuícola y asentar las bases del conocimiento necesarias para el buen desempeño profesional del Biotecnólogo en Acuicultura.

Maricultivos es una unidad de aprendizaje, es de carácter obligatorio, se ubica en la etapa terminal de la licenciatura de Biotecnología en Acuicultura y pertenece al área de conocimiento Producción Acuícola.

## **III. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE**

Justificar las características, técnicas necesarias para la gestión y operación de una unidad de producción de maricultivo mediante el uso del método científico de un escenario natural para delimitar los sitios adecuados en la operación, medidas preventivas y de mitigación de los impactos potenciales con una actitud responsable y de respeto por el medio ambiente.

## **IV. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE**

Diseña y presenta, en equipo y en idioma inglés, un proyecto final orientado a la gestión y operación de una unidad de producción de maricultivo, aplicando la metodología científica al análisis del escenario natural con el fin de delimitar los sitios más adecuados para su operación, así como proponer medidas preventivas y estrategias de mitigación frente a los impactos potenciales.

## **V. COMPETENCIA PROFESIONAL DEL PERFIL DE EGRESO A LA QUE CONTRIBUYE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE**

Diseñar e implementar estrategias de manejo acuícola resilientes y sostenibles, mediante el análisis de riesgos ambientales, la adaptación de tecnologías apropiadas y la integración de enfoques socio-ecosistémicos, para mitigar los impactos del cambio climático y fortalecer la sostenibilidad en toda la cadena de valor acuícola, con responsabilidad ambiental y social, con pensamiento crítico, ética profesional y compromiso social.

## **VI. EJE TRANSVERSAL AL QUE CONTRIBUYE**

Compromiso con la Responsabilidad Social y Excelencia.

## **VII. DESARROLLO POR UNIDADES**

### **Unidad I. Estado actual de la maricultura en el mundo**

#### **Competencia**

Analizar los conceptos básicos del maricultivo, así como la importancia de esta actividad a nivel global y nacional, a partir de la revisión de casos de estudio pasados y presentes, para evaluar el estado actual de la maricultura a nivel mundial, con respeto y con una actitud crítica, propositiva y reflexiva.

#### **Contenido**

- 1.1. Presentación del temario
- 1.2. Desempeño del trabajo a lo largo del semestre
- 1.3. Forma de evaluación
- 1.4. Objetivos generales
- 1.5. Introducción al maricultivo
- 1.6. Definición de maricultivo
- 1.7. El maricultivo en un escenario global
- 1.8. El maricultivo en México

#### **Duración**

6 horas

### **Unidad II. Selección de sitio para maricultivos**

#### **Competencia**

Evaluar los criterios para la selección de sitios adecuados de maricultivo, mediante el análisis de los aspectos técnicos de la maricultura, para la instalación de artes de cultivo, con una actitud crítica, responsable y positiva.

#### **Contenido**

- 2.1. Selección de sitio
  - 2.1.1. Criterios ambientales para organismos
  - 2.1.2. Factores ambientales para infraestructura
  - 2.1.3. Criterios socioeconómicos
- 2.2. Anclaje y sistema de cultivo
  - 2.2.1. Características técnicas
  - 2.2.2. Materiales y ensamblaje en tierra
  - 2.2.3. Instalación
- 2.3. Artes de maricultivo
  - 2.3.1. Tipos de artes de maricultivo
  - 2.3.2. Estructuras básicas
  - 2.3.3. Diseño de red de las artes de cultivo
  - 2.3.4. Ensamblaje e instalación

**Duración**

12 horas

**Unidad III. Mantenimiento y control de los maricultivos****Competencia**

Determinar los aspectos críticos en el manejo y operación de las unidades de producción de maricultivo, a través de medidas de monitoreo y mitigación, para la prevención de eventos de contingencia que puedan potencialmente poner en riesgo la operación, con una actitud positiva, crítica y propositiva.

**Contenido**

- 3.1. Mantenimiento y control
- 3.2. Administración e inspección operativa
- 3.3. Procedimientos para mantenimiento y reemplazo de componentes
  - 3.3.1. Reubicación de anclaje
  - 3.3.2. Deterioro y reemplazo de componentes del sistema
  - 3.3.3. Limpieza y reemplazo de redes

**Duración**

6 horas

**Unidad IV. Producción de peces, moluscos y crustáceos en maricultivos****Competencia**

Evaluar la producción de peces, moluscos y crustáceos en maricultivos, mediante la identificación de técnicas de manejo y monitoreo del producto, para prevenir y mitigar contingencias de salud y mal manejo del producto con una actitud positiva y crítica, con responsabilidad con el medio ambiente y con la sociedad.

**Contenido**

- 4.1. Producción de peces, moluscos y crustáceos
- 4.2. Calidad de producto
  - 4.2.1. Talla de peces
  - 4.2.2. Enfermedades
  - 4.2.3. Conteos y control del stock
  - 4.2.4. Transporte de peces
- 4.3. Alimentación
  - 4.3.1. Equipos y técnicas
  - 4.3.2. Tipos de alimento y su composición
- 4.4. Manejo del stock
  - 4.4.1. Monitoreo de biomasa
- 4.5. Cosecha y proceso
  - 4.5.1. Pre-cosecha

4.5.2. Métodos de cosecha

4.5.3. Procesamiento de producto y presentación

### ***Duración***

8 horas

## **VIII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER**

### **Unidad I: Estado actual de la maricultura en el mundo**

#### **Práctica 1: Análisis del marco legislativo y normativo internacional y nacional en la actividad de maricultivo**

### ***Duración***

3 horas

### ***Procedimiento***

1. Investiga sobre el marco normativo internacional
2. Identifica y describe los principales instrumentos internacionales que regulan la actividad de maricultivo (ej. Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar, Código de Conducta FAO).
3. Realiza el análisis de legislación nacional considerando la regulación vigente en México, Estados Unidos, Chile y España sobre maricultivo. (leyes, reglamentos, organismos responsables, mecanismos de control ambiental, permisos y concesiones, incentivos y sanciones)
4. Elabora un cuadro comparativo estructurado que permita visualizar las similitudes, diferencias y retos en cada país.
5. Realiza un análisis crítico en el cual debe reflexionar sobre:
  - a. Sobre cómo los marcos normativos contribuyen a la sostenibilidad del maricultivo.
  - b. Las principales problemáticas comunes y divergentes entre los países.
  - c. Posibles mejoras y la importancia de armonizar políticas internacionales y nacionales.
6. Participa en la presentación y discusión, para ello:
  - a. Prepara una presentación breve para compartir hallazgos con el grupo.
  - b. Incluye diapositivas que contengan la introducción, marco internacional, análisis país por país, cuadro comparativo y conclusiones.

### ***Recursos de apoyo***

- Investigación sobre el marco normativo internacional que regula la actividad de los maricultivos.

## Práctica 2: Aplicación del marco normativo en la actividad acuícola en México

### **Duración**

3 horas

### **Procedimiento**

1. Realiza una investigación previa al taller sobre la legislación nacional que regula la acuicultura (Ley General de Pesca y Acuicultura Sustentables - LGPAS).
2. Elabora una ruta crítica para la solicitud de concesión de acuicultura comercial.
3. Construye un diagrama de flujo del procedimiento para la solicitud de un permiso de acuicultura comercial.
4. Describe y discute en el grupo sobre:
  - a. Herramientas y mecanismos que CONAPESCA utiliza para regular la actividad acuícola.
  - b. Definición de maricultivo según la LGPAS.
5. Analiza el marco normativo para el impacto ambiental
6. Revisa regulaciones ambientales para acuicultura, enfocándose en las herramientas de SEMARNAT.
7. Describe tipos de Manifestaciones de Impacto Ambiental (MIA) y su aplicación en acuicultura.
8. Elabora una ruta crítica para la solicitud de una MIA.
9. Construye un diagrama de flujo del procedimiento para solicitud de MIA.
10. Analiza el marco normativo sobre permisos de vertimientos otorgados por la Secretaría de Marina, conforme a la Ley de Vertimientos.
11. Elabora una ruta crítica para solicitud de permiso de vertimientos.
12. Construye un diagrama de flujo del procedimiento para solicitud de permiso de vertimientos.
13. Revisa las normas del organismo regulador competente y su capacidad para autorizaciones y permisos en tema de artefactos marítimos.
14. Elabora una ruta crítica para la solicitud de autorizaciones o permisos para infraestructura en el mar.
15. Construye un diagrama de flujo del procedimiento para dichas solicitudes.
16. Describe la documentación necesaria para embarcaciones y el personal que las opera en maricultivos.

### **Recursos de apoyo**

- Análisis de la consulta de las leyes y reglamentos involucrados en el desarrollo de los maricultivos.

### Práctica 3: Selección de especie

#### **Duración**

3 horas

#### **Procedimiento**

1. Atiende las orientaciones docentes sobre la importancia de la selección correcta de especies en maricultura, considerando factores biológicos, ambientales, económicos y de sostenibilidad.
2. Analiza la presentación del formato y la estructura de la ficha técnica que se usará para documentar cada especie.
3. Se organiza en equipos de trabajo.
  - a. Cada equipo realiza una búsqueda y recopilación de información sobre al menos tres especies candidatas para maricultivo.
  - b. Se completan fichas técnicas detalladas con información sobre características biológicas, parámetros físico-químicos óptimos, técnicas de cultivo, enfermedades, alimentación, ciclo productivo, costos y mercado.
4. Realiza un análisis comparativo a partir de la integración de los equipos y compara las fichas técnicas elaboradas.
5. Identifica ventajas y limitaciones de cada especie en relación con el contexto ambiental y económico.
6. Participa en la discusión grupal para evaluar la idoneidad de cada especie.
7. Elabora la propuesta de plan básico de manejo y justificación
8. Realiza la selección de la especie más apta.
9. Desarrolla un plan básico de manejo que contemple aspectos técnicos, ambientales y económicos.
10. Justifica con base en criterios científicos y análisis documental.
11. Presenta los resultados por equipo.
12. Participa en una reflexión final sobre la importancia de la gestión ética, sostenible y profesional en la acuicultura.

#### **Recursos de apoyo**

- Revisión bibliográfica previa al taller de las especies de interés para la producción acuícola en la República Mexicana.

### Práctica 4: Selección de arte de cultivo

#### **Duración**

3 horas

### **Procedimiento**

1. Atiende las orientaciones docentes sobre la variedad de artes de cultivo en maricultura: jaulas de superficie, jaulas sumergibles y jaulas híbridas.
2. Participa en la discusión sobre características técnicas, rangos de tolerancia a condiciones ambientales (corrientes, oleaje), costos y operatividad.
3. Utiliza la revisión bibliográfica previa al taller sobre las artes de maricultura y selecciona dos artes de cultivo aplicables a la especie seleccionada previamente.
4. Recolecta datos sobre materiales, costos unitarios y accesorios necesarios (cabos, anclajes, cadenas).
5. Documenta tiempos estimados de instalación, operación, mantenimiento y requerimientos de personal.
6. Compara las características técnicas, económicas y operativas de los sistemas investigados.
7. Identifica ventajas, limitaciones y aplicaciones prácticas.
8. Debate sobre la viabilidad y sostenibilidad de cada arte en escenarios de mar abierto específicos.
9. Elabora un reporte técnico en el cual
  - a. Integra la información recopilada y los análisis comparativos.
  - b. Justifica científicamente la elección del arte más adecuado para el cultivo de la especie, considerando aspectos técnicos y económicos.
  - c. Presenta recomendaciones para la implementación y manejo.

### **Recursos de apoyo**

- Revisión bibliográfica previa al taller de las artes de maricultura reconocidas dentro de la carta nacional pesquera y acuícola.
- Carta nacional pesquera y acuícola

## **Unidad II. Selección de sitio para maricultivos**

### **Práctica 5: Selección de sitio con base a las necesidades del organismo**

#### **Duración**

6 horas

#### **Procedimiento**

1. Previo al taller realiza una Investigación de necesidades del organismo.
2. Analiza los datos obtenidos e identifica y enlista las condiciones físico-químicas óptimas para el organismo de cultivo (pH, temperatura, salinidad, corriente, profundidad).
3. Verifica que en la consulta a la literatura científica y fichas técnicas se puedan determinar requerimientos específicos de la especie.

4. Recolecta información espacial en fuentes electrónicas, mapas y datos georreferenciados relacionados con parámetros ambientales y socio-políticos: mapas de temperatura superficial, salinidad, corrientes, usos de suelo, zonas protegidas.
5. Descarga y organiza la información para su análisis.
6. Realiza la digitalización y generación de capas utilizando software de información geográfica (GIS, Google Earth, QGIS) para digitalizar información y crear capas espaciales relativas a cada criterio ambiental y operativo.
7. Considera que cada capa representa un factor: condiciones físicas y químicas, infraestructura, limitaciones de operación, etc.
8. Superpone capas para identificar áreas donde coinciden todas las condiciones óptimas.
9. Delimita polígonos que representan zonas potenciales para el cultivo.
10. Analiza las áreas delimitadas considerando todas las variables.
11. Justifica la elección del sitio óptimo con base en el análisis integrado.
12. Participa en la presentación de resultados y cierre para la cual:
  - a. Elabora mapas temáticos y un informe técnico.
  - b. Comunica claramente la metodología, resultados y justificación.
  - c. Reflexiona sobre la importancia del orden, la ética y la utilización responsable de la información.

### **Recursos de apoyo**

- Realiza la revisión bibliográfica previa al taller de las especies de su interés.
- Carta nacional pesquera y acuícola
- Anuario estadístico de pesca y acuicultura.

## **Práctica 6: Selección de sitio con base a las necesidades de las artes de cultivo**

### **Duración**

6 horas

### **Procedimiento**

1. Analiza los datos obtenidos sobre requisitos operativos y características técnicas de las artes de cultivo seleccionadas (jaulas de superficie, sumergibles, híbridas).
2. Recopila información cartográfica y espacial relevante: mapas de corrientes, oleaje, profundidad, infraestructura cercana, condiciones ambientales, limitaciones sociopolíticas.
3. Analiza y digitaliza información espacial utilizando software de información geográfica o geoespacial (GIS, Google Earth, QGIS) para crear capas espaciales que representan las zonas favorables según requisitos de operación de las artes de cultivo.
4. Digitaliza datos y superpone capas para identificar áreas con condiciones óptimas para cada tipo de arte.
5. Realiza superposición con áreas delimitadas previamente
6. Integra las nuevas capas con los polígonos resultantes de la práctica anterior de selección de sitios.
7. Genera mapas combinados mostrando áreas de coincidencia y divergencia.



8. Analiza las zonas resultantes y evalúa ventajas y limitantes de cada área para la instalación de artes de cultivo.
9. Justifica la selección del sitio ideal considerando las condiciones técnicas, operativas y ambientales.
10. Discute en equipo las implicaciones de la selección y posibles alternativas.
11. Elabora un informe técnico que incluya mapas, análisis y justificación detallada.
12. Presenta oralmente los hallazgos y argumentos de selección.

### **Recursos de apoyo**

- Realiza la revisión bibliográfica previa al taller de requisitos operativos y características técnicas de las artes de cultivo seleccionadas.
- Carta nacional pesquera y acuícola
- Anuario estadístico de pesca y acuicultura.

## **Práctica 7: Delimitación de la poligonal para maricultivo comercial**

### **Duración**

6 horas

### **Procedimiento**

1. Revisa y analiza los polígonos generados previamente basados en las necesidades del organismo y las artes de cultivo.
2. Identifica espacialmente la superposición de estos polígonos, resaltando las zonas donde coinciden la mayoría o todos los criterios favorables.
3. Incorpora en el análisis capas de áreas naturales protegidas y zonas ya concesionadas para evitar conflictos legales.
4. Define los espacios entre artes para garantizar la óptima operación y mantenimiento.
5. Incorpora profundidad y condiciones físicas del sitio para precisar la superficie total requerida para el proyecto.
6. Genera tabla de coordenadas geográficas utilizando herramientas de georeferenciación geográfica (GIS o Google Earth) para trazar el polígono final delimitado.
7. Extrae las coordenadas de cada vértice del polígono, ya sea manualmente (moviendo el cursor sobre cada punto) o exportando el archivo en formato KML y extrayendo las coordenadas desde un editor de texto.
8. Prepara una tabla clara con estas coordenadas para incluir en el reporte técnico.
9. Elabora el reporte técnico que incluya
  - a. Presentación de mapas con las capas digitalizadas y la delimitación final del polígono solicitado.
  - b. Justificación de la selección del área con base en criterios técnicos, legales y operativos.
  - c. Tabla con las coordenadas geográficas del polígono.
  - d. Referencias bibliográficas utilizadas en el análisis y selección.

### **Recursos de apoyo**

- Material cartográfico generado en los tres talleres anteriores.

## **Unidad III. Mantenimiento y control de los maricultivos**

### **Práctica 8: Ejercicio financiero**

#### **Duración**

9 horas

#### **Procedimiento**

1. Recopila datos de costos operativos: alimento, materiales, mano de obra, artes de cultivo.
2. Recolecta información de estudio de mercado con precios proyectados de la especie.
3. Recoger datos de producción esperada hasta el cuarto año de operación.
4. Construir tablas financieras de egresos, ingresos y flujos netos para el cuarto año.
5. Ajustar escala de producción para asegurar ingresos sostenibles y rentabilidad.
6. Calcula los indicadores financieros:
  - a. Tasa Interna de Retorno (TIR), Valor Actual Neto (VAN), periodo de recuperación de la inversión y margen bruto.
  - b. Análisis de sensibilidad simulando variaciones en costos y producción.
7. Crea gráficos para facilitar la interpretación de resultados financieros.
8. Prepara reporte con interpretación de resultados y análisis financiero que incluye fundamentos normativos y bibliografía.

### **Recursos de apoyo**

- Información recopilada de las prácticas anteriores.

## **Unidad IV. Producción de peces, moluscos y crustáceos en maricultivos**

### **Práctica 9: Solicitud de una concesión de acuacultura comercial**

#### **Duración**

9 horas

#### **Procedimiento**

1. Recopilar todos los documentos e información espacial, técnica y financiera generada en prácticas previas (selección de especie, artes de cultivo, selección de sitio, delimitación de polígono).
2. Verifica que la información cumpla con los requisitos de la normatividad mexicana vigente para proyectos de acuacultura.

3. Simula el registro de proyecto ante la CONAPESCA, para esto realiza la preparación de la documentación considerando:
  - a. Llenar la solicitud oficial para el Registro Nacional de Pesca y Acuicultura (RNPA) y el formato correspondiente de CONAPESCA, asegurando que contenga:
    - i. Datos del solicitante (persona física o moral).
    - ii. Información del proyecto: ubicación, especies, artes de cultivo, dimensiones del polígono, medidas de manejo ambiental.
    - iii. Documentación legal y técnica requerida (identificación, poderes, actas, programas de manejo, comprobantes fiscales).
  - b. Incluir mapas con la delimitación del polígono, tablas con coordenadas geográficas y reportes técnicos integrales.
2. Simula la presentación de la solicitud y todos los anexos en la oficina o plataforma digital de CONAPESCA entregando la documentación a su docente en la plataforma digital señalada.
3. Elabora un reporte técnico final que analice la viabilidad y el cumplimiento normativo del proyecto.
4. Establece estrategias para seguimiento del proceso administrativo y responder a requerimientos adicionales.
5. Reflexiona sobre la importancia del cumplimiento legal y la gestión responsable para la sustentabilidad del maricultivo.

### **Recursos de apoyo**

- Información generada en las prácticas anteriores

## **VIII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE CAMPO**

### **Unidad IV. Producción de peces, moluscos y crustáceos en maricultivos**

#### **Práctica 1: Visita guiada a una unidad de producción acuícola en mar abierto**

#### **Duración**

16 horas

#### **Procedimiento**

1. Participa en la preparación previa considerando realizar los siguientes pasos:
  - a. Estudio bibliográfico sobre maricultura, sistemas de cultivo y componentes de una unidad productiva (jaulas, sistemas de alimentación, sistemas de monitoreo, infraestructura de soporte).
  - b. Revisión de protocolos de seguridad y normas de bioseguridad para la visita.
2. Atiende a las indicaciones de recepción y presentación por el responsable o personal técnico en la visita de campo a unidad de producción acuícola
  - a. Recorrido guiado para observar y describir los componentes principales

- b. Observación de operaciones diarias: alimentación, limpieza, muestreos, control sanitario.
  - c. Interacción con el personal para resolver dudas y comprender procedimientos operativos.
3. Elabora notas y esquemas sobre la estructura y funcionamiento del sistema.
4. Compara con lo aprendido teóricamente y discusión de aspectos técnicos y desafíos.
5. Sesión de retroalimentación con el instructor para aclarar conceptos y compartir experiencias.
6. Participa en la reflexión sobre la importancia del manejo responsable, la seguridad y el respeto al medio ambiente.
7. Elaboración de un breve reporte o presentación que documente la experiencia y los aprendizajes.

### **Recursos de apoyo**

- Seguro facultativo activo
- Chaleco salvavidas
- Libreta de campo
- Cámara fotográfica o Celular

## **XI. MÉTODO DE TRABAJO**

### **Encuadre**

El primer día de clase, la persona docente debe establecer de forma clara y formal:

- La metodología de trabajo.
- Criterios de evaluación y rúbricas.
- Reglas sobre la calidad y entrega de trabajos académicos.
- Derechos y obligaciones del docente y los estudiantes.

Esto debe quedar registrado y comunicado por medios institucionales.

### **Estrategia de enseñanza**

- Aprendizaje basado en casos
- Aprendizaje basado en proyectos
- Aprendizaje colaborativo
- Discusión guiada
- Estudio de caso
- Instrucción directa o guiada
- Proyectos integradores o interdisciplinarios
- Simulación de casos reales
- Trabajo de campo guiado

## Estrategia de aprendizaje

- Desarrollo de proyectos productivos
- Elaboración de organizadores gráficos (infografías, mapas mentales, mapas conceptuales)
- Investigación documental
- Práctica reflexiva en campo
- Resolución de problemas
- Toma de apuntes estratégicos
- Trabajo colaborativo

## X. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

### Criterios de acreditación

Para tener derecho a examen ordinario y extraordinario, cada estudiante debe cumplir con los porcentajes de asistencia que establece el Estatuto Escolar vigente. La calificación es en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 60.

### Criterios de evaluación

|                                                  |      |
|--------------------------------------------------|------|
| - Exámenes parciales                             | 30%  |
| - Tareas (análisis de trabajos)                  | 10%  |
| - Presentación oral en inglés del proyecto final | 20%  |
| - Trabajo de campo                               | 10%  |
| - Portafolio de Taller                           | 30%  |
| Total                                            | 100% |

## XI. REFERENCIAS

### Recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

Creed, R. (2018). *Aquaculture: production and engineering*. Syrawood Publishing House.  
[clásica]  
Lekang, O. (2020). *Aquaculture Engineering*. John Wiley & Sons. [clásica]

### Recursos de acceso libre o complementarios externos

Cardia, F., & Lovatelli, A. (2015). *Aquaculture operations in floating HDPE cages: A field handbook* (FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper No. 593). FAO.

- Chua, Y. I., Wang, C. M., Park, J. C., & Lader, P. F. (2020). Review of cage and containment tank designs for offshore fish farming. *Aquaculture*, 519, 734928. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2020.734928>
- Halwart, M., Soto, D., & Arthur, J. R. (2007). *Cage aquaculture: Regional reviews and global overview* (FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper No. 498). FAO.
- Kapetsky, J. M., Aguilar-Manjarrez, J., & Jenness, J. (2013). *A global assessment of potential for offshore mariculture development from a spatial perspective* (FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper No. 549). FAO.
- Lovatelli, A., Aguilar-Manjarrez, J., & Soto, D. (2010). *Expanding mariculture farther offshore: Technical, environmental, spatial and governance challenges*. FAO.
- Prado, J. (1990). *Fisherman's workbook*. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Vázquez Olivares, A. E. (2024). *Diseño y cálculo de jaulas flotantes para cultivos marinos y dulceacuícolas*. FAO. <https://doi.org/10.4060/cc7135es>

## **XII. PERFIL DOCENTE**

Licenciatura en Acuicultura, Oceanología o afín. Preferentemente posgrado en el área de las ciencias del mar. Al menos 2 años de experiencia docente. Se recomienda contar con dominio funcional de inglés técnico básico, idealmente B1 o superior. Se requiere que cuente con conocimientos y amplia experiencia en la operación y manejo de unidades de producción en mar abierto, su desarrollo e impacto y gestión ante el marco legal y normativo. Ser una persona honesta, paciente, empática, responsable y proactiva en su labor docente.



PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

|                                                |                                                                                                                                         |        |          |           |
|------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|----------|-----------|
| Unidad académica:                              | Facultad de Ciencias Marinas, Ensenada                                                                                                  |        |          |           |
| Programa educativo:                            | Oceanología<br>Licenciatura en Biotecnología en Acuicultura                                                                             |        |          |           |
| Plan de Estudios:                              | 2026-2                                                                                                                                  |        |          |           |
| Nombre de la unidad de aprendizaje:            | Natación                                                                                                                                |        |          |           |
| Clave:                                         |                                                                                                                                         |        |          |           |
| Distribución horaria:                          | Horas Clase: 01<br>Horas Taller: 00<br>Horas Laboratorio: 00<br>Horas Práctica de Campo: 04<br>Horas Extra-clase: 01<br><br>Créditos:06 |        |          |           |
| Características del PUA por programa educativo | Programa educativo                                                                                                                      | Etapas | Carácter | Requisito |
|                                                | Oceanología                                                                                                                             | Básica | Optativo | Ninguno   |
|                                                | Licenciatura en Biotecnología en Acuicultura                                                                                            | Básica | Optativo | Ninguno   |
| Modalidad de impartición:                      | Presencial                                                                                                                              |        |          |           |
| Equipo de diseño:                              | Julio López Castillejos<br>Víctor Antonio Zavala Hamz                                                                                   |        |          |           |
| Subdirección que aprueba el PUA:               | Patricia Alvarado Graef                                                                                                                 |        |          |           |
| Fecha:                                         | 21 de mayo de 2026                                                                                                                      |        |          |           |
| Aprobación y registro:                         |                                                                                                                                         |        |          |           |

## **II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE**

Esta unidad de aprendizaje tiene como finalidad que las y los estudiantes aprendan a nadar o mejorar su técnica, así como adquirir una mayor seguridad y confianza al estar realizando actividades relacionadas con su carrera cerca o dentro del agua.

## **III. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE**

Diferenciar los diferentes estilos de natación, mediante la participación activa en las prácticas en alberca y aguas abiertas, para perfeccionar su técnica, fortalecer su seguridad, desarrollando la capacidad de identificar y considerar las propias habilidades, limitaciones, riesgos y alcances al nadar con perseverancia, constancia, paciencia, responsabilidad y respeto hacia sí mismo y el entorno.

## **IV. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE**

### **Bitácora de Prácticas**

Bitácoras de cada práctica realizada en aguas abiertas donde reportará las condiciones marinas, tipo de playa, estado físico personal, situaciones y dificultades que haya presentado para dominar las técnicas de nado. Las prácticas para realizar serán de 250, 500 y 800 metros continuos en la alberca y/o mar utilizando las distintas técnicas de nado.

## **V. COMPETENCIA PROFESIONAL DEL PERFIL DE EGRESO A LA QUE CONTRIBUYE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE**

### **Oceanología**

Generar e integrar información pertinente del medio marino y costero a partir de la aplicación del método científico, técnicas y tecnologías de vanguardia en las áreas de la química, física, biología y geología, para coadyuvar en la exploración de fenómenos naturales e impactos generados por las actividades humanas, con honestidad, ética, pensamiento sistemático y trabajo colaborativo.

### **Licenciatura en Biotecnología en Acuicultura:**

Implementar y adaptar tecnologías de cultivo y manejo acuícola, mediante el análisis técnico de sistemas existentes y la aplicación de soluciones innovadoras acordes a distintas especies y entornos, para mejorar la producción de especies de importancia comercial de forma eficiente y sostenible, respondiendo a las condiciones socioambientales y económicas del país, con ética profesional y responsabilidad.

## **VI. EJE TRANSVERSAL AL QUE CONTRIBUYE**

Compromiso con la Responsabilidad Social, Equidad Social y de Género, Inclusión, Excelencia e Interculturalidad.



## **VII. DESARROLLO POR UNIDADES**

### **Unidad I. Historia de la natación**

#### **Competencia**

Explicar la historia de la natación mediante el análisis de su evolución que va desde una habilidad de supervivencia, hasta un deporte olímpico para apreciar su relevancia cultural, su desarrollo técnico, su impacto en la salud y educación, así como entender el origen de los estilos modernos de natación con una actitud crítica, reflexiva y entusiasta.

#### **Contenido**

- 1.1. Origen e inicios de la natación
- 1.2. Historia moderna de la natación

#### **Duración**

02 horas

### **Unidad II. Física de la natación**

#### **Competencia**

Identificar los principios y leyes físicas aplicadas a la natación a través de estrategias que permitan ejecutar un impulso eficiente para optimizar el rendimiento, minimizar el gasto energético y prevenir lesiones, con disciplina, constancia y responsabilidad.

#### **Contenido**

- 2.1. Resistencia y propulsión
- 2.2. Tercera Ley de Newton
- 2.3. Flotabilidad

#### **Duración**

02 horas

### **Unidad III. Seguridad en el agua**

#### **Competencia**

Analizar los peligros del entorno acuático mediante la adopción conductas de precaución y habilidades del nado, para saber actuar en emergencias, prevenir ahogamientos y lesiones, actuando con conciencia, autocontrol, confianza, responsabilidad y cautela ante las diversas condiciones acuáticas.

#### **Contenido**

- 3.1. Seguridad en la Alberca
  - 3.1.1. Reglamento de uso de alberca

- 3.1.2. Aseo e infecciones
- 3.2. Seguridad en el Mar
  - 3.2.1. Detección de peligros en la playa
  - 3.2.2. Detección de peligros en el medio acuático
- 3.3. Configuración de una playa
- 3.4. Olas y Corrientes
- 3.5. Ahogamiento
- 3.6. Autorescate
- 3.7. Ayudando a otros
- 3.8. Animales marinos peligrosos

***Duración***

04 horas

**Unidad IV. Técnicas de nado**

***Competencia***

Analizar los diferentes estilos de nado mediante el dominio de sus técnicas, para desarrollar la habilidad de desplazarse y desenvolverse de manera eficiente, aumentando el rendimiento físico y previniendo lesiones, con disciplina, entusiasmo, paciencia, constancia y responsabilidad.

***Contenido***

- 4.1. Técnica de los estilos
  - 4.1.1. Crol
  - 4.1.2. Dorso
  - 4.1.3. Pecho
  - 4.1.4. Lado o tijera
- 4.2. Ejercicios para dominar cada estilo
  - 4.2.1. Crol
  - 4.2.2. Dorso
  - 4.2.3. Pecho
  - 4.2.4. Lado o tijera
- 4.3. Salidas, virajes y llegadas para cada estilo
  - 4.3.1. Crol
  - 4.3.2. Dorso
  - 4.3.3. Pecho
  - 4.3.4. Lado o tijera

***Duración***

06 horas

## **Unidad V. Natación en aguas abiertas**

### **Competencia**

Comparar el nado en alberca y en aguas abiertas mediante la comprensión y el análisis de sus similitudes y diferencias ambientales para mejorar la resistencia mental, física y la adaptación al medio acuático durante la práctica, con confianza, seguridad, autocontrol y concentración

### **Contenido**

- 5.1. Diferencias entre nado en alberca y nado en aguas abiertas
- 5.2. Aspectos que hacen que la técnica de nado cambie al nadar en aguas abiertas
- 5.3. Flotabilidad
- 5.4. Orientación

### **Duración**

02 horas

## **VIII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE CAMPO**

### **Unidad II. Física de la natación**

#### **Práctica 1: Aprendiendo a flotar**

##### **Duración:**

08 horas

##### **Procedimiento:**

1. Recibe instrucciones guiadas por parte del docente.
2. Atiende las instrucciones del docente.
3. Realiza ejercicios de flotabilidad ayudándose de materiales de seguridad (chalecos, boyas, popotes, etc).
4. Realiza movimientos dentro del agua utilizando las extremidades para controlar su cuerpo dentro del medio acuático.
5. Recibe retroalimentación docente.
6. Prepara una bitácora digital de la salida de campo para entregar por plataformas institucionales.
7. Entrega la bitácora.

##### **Recursos de apoyo:**

- Traje de baño
- Gorro de natación
- Goggles de natación
- Chaleco salvavidas
- Boyas de rescate

## Práctica 2: Aprendiendo a desplazarse

### **Duración:**

08 horas

### **Procedimiento:**

1. Recibe instrucciones guiadas por parte del docente.
2. Atiende las instrucciones del docente.
3. Realiza ejercicios de desplazamiento ayudándose de materiales de seguridad (boyas, tablas, pull buoys, etc).
4. Realiza movimientos dentro del agua utilizando las extremidades para controlar el desplazamiento adecuado de su cuerpo sobre el medio acuático.
5. Recibe retroalimentación docente.
6. Prepara una bitácora digital de la salida de campo para entregar por plataformas institucionales.
7. Entrega la bitácora.

### **Recursos de apoyo:**

- Traje de baño
- Gorro de natación
- Goggles de natación
- Chalecos salvavidas
- Boyas de rescate
- Tablas de natación
- Pull buoys

## Unidad III. Seguridad en el agua

## Práctica 3: Identificando riesgos

### **Duración**

08 horas

### **Procedimiento**

1. Asiste a distintos sitios para nadar.
2. Recibe instrucciones guiadas por parte del docente.
3. Atiende las instrucciones del docente.
4. Identifica los riesgos de cada sitio
5. Identifica las reglas de seguridad a seguir en cada sitio.
6. Recibe retroalimentación docente.
7. Prepara una bitácora digital de la salida de campo para entregar por plataformas institucionales.
8. Entrega la bitácora

### **Recursos de apoyo**

- Traje de baño
- Gorro de natación
- Goggles de natación

## **Unidad IV. Técnicas de nado**

### **Práctica 4: Nado de Crol**

#### **Duración**

08 horas

#### **Procedimiento**

1. Recibe instrucciones guiadas por parte del docente.
2. Atiende las instrucciones del docente.
3. Realiza ejercicios para practicar la técnica de crol.
4. Recibe retroalimentación docente.
5. Realiza de nuevo los ejercicios para mejorar su técnica de nado de crol.
6. Prepara una bitácora digital de la salida de campo para entregar por plataformas institucionales.
7. Entrega su bitácora

### **Recursos de apoyo**

- Traje de baño
- Gorro de natación
- Goggles de natación
- Tablas de natación
- Pull buoys

### **Práctica 5: Nado de dorso**

#### **Duración**

08 horas

#### **Procedimiento**

1. Recibe instrucciones guiadas por parte del docente.
2. Atiende las instrucciones del docente.
3. Realiza ejercicios para practicar la técnica de dorso.
4. Recibe retroalimentación docente.
5. Realiza de nuevo los ejercicios para mejorar su técnica de nado de dorso.
6. Prepara una bitácora digital de la salida de campo para entregar por plataformas institucionales.

7. Entrega la bitácora

### **Recursos de apoyo**

- Traje de baño
- Gorro de natación
- Goggles de natación
- Tablas de natación

## **Práctica 6: Nado de lado con patada de tijera**

### **Duración**

08 horas

### **Procedimiento**

1. Recibe instrucciones guiadas por parte del docente.
2. Atiende las instrucciones del docente.
3. Realiza ejercicios para practicar la técnica de nado de lado con patada de tijera.
4. Recibe retroalimentación docente.
5. Realiza de nuevo los ejercicios para mejorar su técnica de nado de lado con patada de tijera.
6. Prepara una bitácora digital de la salida de campo para entregar por plataformas institucionales.
7. Entrega la bitácora

### **Recursos de apoyo**

- Traje de baño
- Gorro de natación
- Goggles de natación
- Tablas de natación

## **Práctica 7: Nado de pecho**

### **Duración**

08 horas

### **Procedimiento**

1. Recibe instrucciones guiadas por parte del docente.
2. Atiende las instrucciones del docente.
3. Realiza ejercicios para practicar la técnica de nado de pecho.
4. Recibe retroalimentación docente.
5. Realiza de nuevo los ejercicios para mejorar su técnica de pecho.
6. Prepara una bitácora digital de la salida de campo para entregar por plataformas institucionales.
7. Entrega su bitácora

### **Recursos de apoyo**

- Traje de baño
- Gorro de natación
- Goggles de natación
- Tablas de natación

## **Unidad V. Natación en aguas abiertas**

### **Práctica 8: Rescate y autorescate**

#### **Duración**

08 horas

#### **Procedimiento**

1. Recibe instrucciones guiadas por parte del docente.
2. Atiende las instrucciones del docente.
3. Realiza ejercicios para practicar las técnicas de rescate sin equipo.
4. Recibe retroalimentación docente.
5. Realiza de nuevo los ejercicios para mejorar su técnica de rescate sin equipo.
6. Realiza ejercicios para practicar las técnicas de rescate con equipo.
7. Recibe retroalimentación docente.
8. Realiza de nuevo los ejercicios para mejorar su técnica de rescate con equipo.
9. Realiza ejercicios para practicar las técnicas de autorescate.
10. Recibe retroalimentación docente.
11. Realiza de nuevo los ejercicios para mejorar su técnica de autorescate.
12. Realiza simulacros para rescatar a un compañero sin equipo, de acuerdo a sus capacidades.
13. Recibe retroalimentación docente.
14. Realiza de nuevo el simulacro para mejorar su técnica de rescate sin equipo.
15. Realiza simulacros para rescatar a un compañero con equipo, de acuerdo con sus capacidades.
16. Recibe retroalimentación docente.
17. Realiza de nuevo el simulacro para mejorar su técnica de rescate con equipo.
18. Realiza simulacros para rescatarse a sí mismo en caso de una emergencia, de acuerdo con sus capacidades.
19. Recibe retroalimentación docente.
20. Realiza de nuevo el simulacro para mejorar su técnica de auto rescate.
21. Prepara una bitácora digital de la salida de campo para entregar por plataformas institucionales.
22. Entrega la bitácora.

### **Recursos de apoyo**

- Traje de baño
- Gorro de natación
- Goggles de natación
- Boya o aro salvavidas

## **IX. MÉTODO DE TRABAJO**

### **Encuadre**

El primer día de clase, cada docente debe establecer de forma clara y formal:

- La metodología de trabajo.
- Criterios de evaluación y rúbricas.
- Reglas sobre la calidad y entrega de trabajos académicos.
- Derechos y obligaciones del docente y los estudiantes.

Esto debe quedar registrado y comunicado por medios institucionales (como Blackboard o correo institucional).

### **Estrategia de enseñanza**

- Aprendizaje basado en casos
- Aprendizaje basado en preguntas
- Técnica expositiva
- Instrucción guiada
- Aprendizaje colaborativo

### **Estrategia de aprendizaje**

- Investigación documental
- Investigación empírica
- Exposición de resoluciones de casos prácticos
- Trabajo colaborativo
- Visitas a campo



## X. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

### Criterios de acreditación

Para tener derecho a examen ordinario y extraordinario cada estudiante debe cumplir con los porcentajes de asistencia que establece el Estatuto Escolar vigente. La calificación es en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 60.

### Criterios de evaluación

|                               |             |
|-------------------------------|-------------|
| - Evaluaciones parciales..... | 30%         |
| - Bitácora de Prácticas.....  | 70%         |
| <b>Total.....</b>             | <b>100%</b> |

## XI. REFERENCIAS

### Recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

- Govus, A. D. et al. (2025). Acute metabolite responses to swimming exercise of different intensities in highly trained male and female swimmers. *Physiological Reports*, 13(16), 1-15. [10.14814/phy2.70532](https://doi.org/10.14814/phy2.70532)
- Laughlin, T. y Delves, J. (2006). *Inmersión total: el nuevo método revolucionario para nadar mejor, más rápido y fácilmente*. Editorial Paidotribo. [clásica]
- Trinidad Morales, A., & Lorenzo Calvo, A. (2012). Analysis of Performance Indicators in the European Freestyle Swimming Short Course Finals. *Apunts: Educación Física y Deportes*, 107(1), 97-107. [https://dx.doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.\(2012/1\).107.10](https://dx.doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.(2012/1).107.10)
- Perea-Padrón, M.J. (1997). *Natación: teoría y práctica*. Trillas. [clásica]
- Zumbrunnen, R. y Fouace J. (2001). *Cómo vencer el miedo al agua y aprender a nadar*. Editorial Paidotribo. [clásica]

### Recursos de acceso libre o complementarios externos

- 3d Triatlón (s.f.) *Ejercicios técnicos de natación en aguas abiertas (Orientación)*. <https://www.youtube.com/watch?v=27Ef1yHwgVE>
- i-Natación. (s.f.). *Portada natación*. i-Natación. <http://www.i-natacion.com/>
- Nadando libre (s.f.) *Aprende la técnica correcta de visualización para nadar en aguas abiertas*. [www.youtube.com/watch?v=1BZy2XvbhnQ](https://www.youtube.com/watch?v=1BZy2XvbhnQ)
- Rodríguez-Gámez, X. (s.f.) *La física y la natación*. [www.youtube.com/watch?v=X47adrxGKE4](https://www.youtube.com/watch?v=X47adrxGKE4)

Tsui, B. (2020). *Why we swim*. Algonquin Books. USA.

## **XII. PERFIL DOCENTE**

Con estudios de Licenciatura en biología, oceanología, biotecnología en acuicultura, preferentemente Maestría o Doctorado en área afín, respaldada con una trayectoria profesional como instructor de natación y que incluya experiencia mínima de 2 años impartiendo docencia, participación en proyectos de divulgación científica o investigación interdisciplinaria. Entre las cualidades deseables se encuentran el pensamiento crítico, la apertura al diálogo, la sensibilidad ética, la capacidad de motivar a estudiantes sin experiencia previa y el manejo de recursos didácticos innovadores, así como valores de empatía, paciencia, entusiasmo, tolerancia, respeto, humildad, que valore y estimule la creatividad, la participación y el trabajo colaborativo.



**PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE**

**I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN**

|                                            |                                                                                                                                                               |
|--------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Unidad académica:</b>                   | Facultad de Ciencias Marinas, Ensenada.                                                                                                                       |
| <b>Programa educativo:</b>                 | Biotecnología en Acuicultura                                                                                                                                  |
| <b>Plan de Estudios:</b>                   | 2026-2                                                                                                                                                        |
| <b>Nombre de la unidad de aprendizaje:</b> | Instrumentación Básica para la Acuicultura                                                                                                                    |
| <b>Clave:</b>                              |                                                                                                                                                               |
| <b>Distribución horaria:</b>               | Horas Clase: 01<br>Horas Taller: 03<br>Horas Laboratorio: 00<br>Horas Práctica de Campo: 01<br>Horas Clínicas: 00<br>Horas Extra-clase: 01<br><br>Créditos:06 |
| <b>Etapas de formación:</b>                | Básica                                                                                                                                                        |
| <b>Carácter:</b>                           | Optativa                                                                                                                                                      |
| <b>Requisito:</b>                          | Ninguno                                                                                                                                                       |
| <b>Modalidad de impartición:</b>           | Presencial                                                                                                                                                    |
| <b>Equipo de diseño:</b>                   | Rosario Jara Montañez<br>Samantha Victoria Cota<br>Ángel Raúl Herrera Gutiérrez                                                                               |
| <b>Subdirección que aprueba el PUA:</b>    | Patricia Alvarado Graef                                                                                                                                       |
| <b>Fecha:</b>                              | 25 de febrero de 2026                                                                                                                                         |
| <b>Aprobación y registro:</b>              |                                                                                                                                                               |

## **II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE**

La asignatura de Instrumentación Básica para la Acuicultura es fundamental para el éxito y sostenibilidad de cualquier sistema de cultivo acuático, ya sea de peces, crustáceos o moluscos, por lo cual es necesario saber el uso correcto de equipos, así como la recolección de datos para trabajar y mejorar el cultivo. La asignatura permite al estudiantado desarrollar habilidades necesarias para manejar las técnicas, instrumentos y equipos utilizados con la medición de la calidad del agua, biometrías y selección de sitio de alguna actividad acuícola. Se ubica en la etapa básica, es de carácter optativo y pertenece al área de conocimiento de producción acuícola.

## **III. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE**

Aplicar las principales técnicas, instrumentos y equipos utilizados en la acuicultura, mediante la revisión de proyectos acuícolas establecidos para valorar la calidad del agua, selección de sitio adecuado y toma de decisiones preventivas y resolutorias que permitan el desarrollo de un cultivo en condiciones óptimas, con actitud responsable.

## **IV. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE**

- Reportes de las sesiones de taller en donde se describen las principales técnicas, instrumentos y equipos para la determinación de parámetros fisicoquímicos del agua, biometrías de organismos y para la selección del sitio de un sistema de producción acuícola.
- Reportes de práctica de campo que incluya: introducción, objetivo, descripción del área de estudio, metodología, resultados, discusiones, conclusiones y bibliografía.

## **V. COMPETENCIA PROFESIONAL DEL PERFIL DE EGRESO A LA QUE CONTRIBUYE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE**

Implementar y adaptar tecnologías de cultivo y manejo acuícola, mediante el análisis técnico de sistemas existentes y la aplicación de soluciones innovadoras acordes a distintas especies y entornos, para mejorar la producción de especies de importancia comercial de forma eficiente y sostenible, respondiendo a las condiciones socioambientales y económicas del país, con ética profesional y responsabilidad.

## **VI. EJE TRANSVERSAL AL QUE CONTRIBUYE**

Compromiso con la Responsabilidad Social y Excelencia.

## **VII. DESARROLLO POR UNIDADES**

### **Unidad I. Historia del uso en equipos básicos en la acuicultura**

#### **Competencia**

Analizar la medición de los distintos parámetros de la calidad del agua, para relatar la evolución de las técnicas, instrumentos y equipos más importantes, mediante la revisión bibliografía sobre cultivos de peces, moluscos y crustáceos con responsabilidad y entusiasmo.

#### **Contenido**

1.1. Importancia de la medición de parámetros para mantener la calidad del agua en la acuicultura

- 1.1.1. Química del agua
- 1.1.2. Física del agua
- 1.1.3. Biología acuática
- 1.1.4. Efecto geológico
- 1.1.5. Efecto biológico

#### **Duración**

2 horas

### **Unidad II. Medición de parámetros fisicoquímicos en la acuicultura**

#### **Competencia**

Evaluar el efecto de los parámetros fisicoquímicos del agua sobre el desarrollo de organismos acuáticos mediante la medición de variables críticas, para establecer las condiciones óptimas para el cultivo de especies de interés en acuicultura, con una actitud crítica y responsable.

#### **Contenido**

2.1. Uso del potenciómetro

2.2. Uso de kits para medición de compuestos nitrogenados y no nitrogenados

- 2.2.1. Amonio
- 2.2.2. Nitritos
- 2.2.3. Nitratos
- 2.2.4. Dureza de carbonatos
- 2.2.5. Uso del oxímetro
- 2.2.6. Uso del refractómetro
- 2.6.7. Uso de termómetro
- 2.6.7. Uso del luxómetro

#### **Duración**

9 horas

### **Unidad III. Herramientas e instrumentales básicos para el estudio de la biología acuática**

#### **Competencia**

Aplicar herramientas básicas para la determinación de variables bióticas en diferentes cuerpos de agua, a través del uso de instrumentos para la medición de turbidez, colecta y conteo de fitoplancton y zooplancton, con la finalidad de evaluar las variables biológicas en la acuicultura con actitud propositiva y colaborativa.

#### **Contenido**

- 3.1. Principios básicos del uso de disco de Secchi y su interpretación aplicada en la acuicultura.
- 3.2. Métodos de colecta de fitoplancton y zooplancton (redes de muestreo)
- 3.3. Estimación de la abundancia de fitoplancton
- 3.4. Estimación de la abundancia de zooplancton

#### **Duración**

3 horas

### **Unidad IV. Uso de herramientas e instrumentales geológicos en la acuicultura**

#### **Competencia**

Analizar el componente geológico del entorno, a través del uso de instrumentos de colectas de sedimentos y su identificación, así como la recolecta e interpretación de valores de elevación y/o profundidad para la generación e interpretación de orografía y la selección de sitios que presentan atributos deseables en el desarrollo de las unidades de producción acuícola, con actitud propositiva y colaborativa.

#### **Contenido**

- 4.1. Selección de sitio en acuicultura (en tierra y en mar)
- 4.2. Caracterización de sustratos (tamiz, draga y nucleador)
- 4.3. Topografía y batimetría (ecosonda, teodolito y nivel)

#### **Duración**

2 horas

## VIII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER

### Unidad II. Medición de parámetros fisicoquímicos en la acuicultura

#### Práctica 1: Mediciones de pH

##### ***Duración***

4 horas

##### ***Procedimiento***

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica
2. Elabora el diseño metodológico de la investigación
3. Verifica el uso de soluciones Buffer de calibración
4. Conocer las técnicas e instrumentos para analizar soluciones o agua de cultivos
5. Adapta instrumentos de recolección de datos
6. Comparar instrumentos de análisis de medición de pH
7. Buscar en la literatura sobre el pH de tu cultivo en cuestión
8. Escribe el diseño metodológico en un documento de texto
9. Elabora un reporte escrito que incluya los datos de descripción de uso de instrumentos para la medición de pH y los requerimientos de la especie de cultivo
10. Entrega el reporte a su docente para recibir retroalimentación

##### ***Recursos de apoyo***

- Computadora y/o celular
- Internet
- Excel o software para el análisis de datos
- Pintarrón
- Plumones
- Kits colorimétricos
- Tiras reactivas
- Buffer de calibración

## Práctica 2: Amonio, Nitrito y nitrato

### ***Duración***

4 horas

### ***Procedimiento***

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica
2. Elabora el diseño metodológico de la investigación
3. Verificar el instructivo del uso kits colorimétricos
4. Tomar la muestra de agua de cultivo
5. Buscar en la literatura sobre el Amonio, Nitrito y Nitrato de tu cultivo en cuestión
6. Escribe el diseño metodológico en un documento de texto
7. Elabora un reporte escrito que incluya los datos de descripción de uso de kits para la medición de parámetros y los requerimientos de la especie de cultivo
8. Entrega el reporte a su docente para recibir retroalimentación

### ***Recursos de apoyo***

- Computadora y/o celular
- Internet
- Excel o software para el análisis de datos
- Kits colorimétricos

## Práctica 3: Oxímetro, refractómetro y termómetro

### ***Duración***

4 horas

### ***Procedimiento***

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica
2. Elabora el diseño metodológico de la investigación
3. Identifica el uso y calibración de los equipos
4. Toma la muestra de agua de cultivo
5. Busca en la literatura sobre el requerimientos del cultivo en cuestión y comparar con los datos obtenidos
6. Escribe el diseño metodológico en un documento de texto
7. Elabora un reporte escrito que incluya los datos de descripción de uso de equipos para la medición de parámetros y los requerimientos de la especie de cultivo
8. Entrega el reporte a su docente para recibir retroalimentación

### ***Recursos de apoyo***

- Oxímetro
- Refractómetro
- Termómetro
- Computadora y/o celular



- Internet
- Excel o software para el análisis de datos

## **Práctica 4: Biometría**

### ***Duración***

6 horas

### ***Procedimiento***

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica
2. Elabora el diseño metodológico de la investigación
3. Analiza el uso de materiales
4. Selecciona tanque de cultivo para extracción de peces/crustáceos/moluscos
5. Buscar en la literatura sobre el requerimiento nutricional de la especie y sus requerimientos en condiciones del tanque, comparar con los datos obtenidos.
6. Escribe el diseño metodológico en un documento de texto
7. Elabora un reporte escrito que incluya los datos de descripción de uso de materiales para la medición de parámetros de crecimiento y los requerimientos de la especie de cultivo
8. Entrega el reporte a su docente para recibir retroalimentación

### ***Recursos de apoyo***

- Ictiómetro
- Flexómetro
- Cinta métrica
- Báscula
- Anestésico
- Computadora y/o celular
- Internet
- Excel o software para el análisis de datos

## **Unidad III. Herramientas e instrumentales básicos para el estudio de la biología acuática**

### **Práctica 5: Disección de vertebrados e invertebrados**

### ***Duración***

8 horas

### ***Procedimiento***

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica
2. Elabora el diseño metodológico de la investigación

3. Analiza el uso de materiales para la disección
4. Analiza la morfología y anatomía de los peces
5. Busca en la literatura sobre la especie y sus condiciones
6. Escribe el diseño metodológico en un documento de texto
7. Elabora un reporte escrito que incluya imágenes y datos de descripción del pez en su morfología y anatomía
8. Entrega el reporte a su docente para recibir retroalimentación

### **Recursos de apoyo**

- Kit de disección
- Guantes de nitrilo
- Computadora y/o celular
- Internet

## **Práctica 6: Identificación de Fitoplancton y Zooplancton**

### **Duración**

6 horas

### **Procedimiento**

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica
2. Elabora el diseño metodológico de la investigación
3. Conoce el uso de materiales para ver a microscopio
4. Buscar en la literatura sobre el ciclo de vida de las especies vistas
5. Escribe el diseño metodológico en un documento de texto
6. Elabora un reporte escrito que incluya imágenes y datos de descripción de los organismos
7. Entrega el reporte a su docente para recibir retroalimentación

### **Recursos de apoyo**

- Computadora y/o celular
- Internet
- Microscopios
- Microscopio compuesto
- Microscopio estereoscópico
- Guías de identificación de plancton
- Estuche de disección
- Portaobjetos
- Cubreobjetos
- Cajas petri

## **Unidad IV. Uso de herramientas e instrumentales geológicos en la acuacultura**

### **Práctica 7: Sistema de recirculación**

#### ***Duración***

6 horas

#### ***Procedimiento***

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica
2. Elabora el diseño metodológico de la investigación
3. Conoce el uso de equipos de filtración
4. Investiga en la literatura sobre tipos de filtros y sistemas de recirculación
5. Escribe el diseño metodológico en un documento de texto
6. Elabora un reporte escrito que incluya imágenes y datos de descripción sistema
7. Entrega el reporte a su docente para recibir retroalimentación

#### ***Recursos de apoyo***

- Computadora
- Libreta de campo
- Internet
- Celular o cámara fotográfica

### **Práctica 8: Herramientas topográficas y cartograficos**

#### ***Duración***

10 horas

#### ***Procedimiento***

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica
2. Elabora el diseño metodológico del trabajo
3. Conoce el uso de equipos topograficos y cartograficos
4. Escribe el diseño metodológico en un documento de texto
5. Utiliza los equipos en ejercicio controlado
6. Elabora un reporte escrito que incluya imágenes y datos obtenidos
7. Entrega el reporte a su docente para recibir retroalimentación

#### ***Recursos de apoyo***

- Nivel
- Teodolito

- Baliza
- Estadal
- Brújula brunton
- Cinta métrica
- GPS

## VIII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE CAMPO

### Unidad III. Herramientas e instrumentales básicos para el estudio de la biología acuática

#### Práctica 1: Muestreo planctónico

##### ***Duración***

8 horas

##### ***Procedimiento***

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica
2. Elabora el diseño metodológico de la investigación
3. Realizan arrastres vertical y horizontal
4. Realiza medición de turbidez con disco de Secchi
5. Fija muestras de agua
6. Buscar en la literatura sobre el ciclo de vida de las especies vistas
7. Escribe el diseño metodológico en un documento de texto
8. Elabora un reporte escrito que incluya imágenes y datos de descripción de los organismos
9. Entrega el reporte a su docente para recibir retroalimentación

##### ***Recursos de apoyo***

- Libreta de campo
- Cámara fotográfica o celular
- Chaleco salvavidas
- Red de arrastre para fitoplancton
- Red de arrastre para zooplancton
- Frascos para muestras
- Píseta
- Disco de Secchi
- Formol 10%

## **Práctica 2: Visita a una granja de acuacultura**

### ***Duración***

8 horas

### ***Procedimiento***

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica
2. Elabora el diseño metodológico de la investigación
3. Elige las técnicas e instrumentos para la recolección de información
4. Visita una empresa acuícola
5. Discute las diferencias entre los sistemas de cultivo utilizados para docencia respecto a nivel comercial
6. Elabora un reporte escrito con su análisis y fotografías de la visita
7. Entrega el reporte a su docente para recibir retroalimentación

### ***Recursos de apoyo***

- Libreta de campo
- Cámara fotográfica o celular
- Computadora
- Internet

## **XI. MÉTODO DE TRABAJO**

### **Encuadre**

El primer día de clase, cada docente debe establecer de forma clara y formal:

- La metodología de trabajo.
- Criterios de evaluación y rúbricas.
- Reglas sobre la calidad y entrega de trabajos académicos.
- Derechos y obligaciones del docente y los estudiantes.

Esto debe quedar registrado y comunicado por medios institucionales (como Blackboard o correo institucional).

### **Estrategia de enseñanza**

- Aprendizaje basado en preguntas
- Aprendizaje basado en problemas
- Aprendizaje basado en proyectos
- Aprendizaje colaborativo
- Aprendizaje situado
- Discusión guiada
- Instrucción directa o guiada
- Simulación de casos reales
- Trabajo de campo guiado
- Tutoría entre pares

### **Estrategia de aprendizaje**

- Aprendizaje autorregulado
- Investigación documental
- Práctica reflexiva / Práctica reflexiva en campo
- Resolución de problemas
- Toma de apuntes estratégicos
- Trabajo colaborativo

## X. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

### Criterios de acreditación

Para tener derecho a examen ordinario y extraordinario cada estudiante debe cumplir con los porcentajes de asistencia que establece el Estatuto Escolar vigente. La calificación es en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 60.

### Criterios de evaluación

|                                 |      |
|---------------------------------|------|
| - Evaluaciones parciales        | 30%  |
| - Tareas                        | 15%  |
| - Reporte de práctica de campo  | 15%  |
| - Reporte de práctica de taller | 40%  |
| Total                           | 100% |

## XI. REFERENCIAS

### Recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

Bardach, J. E., Ryther, J. H., & McLarney, W. O. (1986). *Acuacultura: crianza y cultivo de organismos marinos y de agua dulce*. Editorial Limusa.

Giffard Mena, I., et al. (2014). *La acuacultura en el Valle de Mexicali: Especies y áreas de cultivo* (1ª ed.). Universidad Autónoma de Baja California.

Martínez Córdova, L. R., & Rojas Flores, A. (2013). *Alimento natural en acuacultura* (1ª ed.). Editorial AGT.

Paredes-Trujillo, A., & Mendoza-Carranza, M. (2022). *Sobre el cultivo de tilapia: relación entre enfermedades y calidad del agua*. *Revista Latinoamericana de Difusión Científica*, 4(1), 45–56. Directory of Open Access Journals (DOAJ).

Scheer, B. T. (1969). *Fisiología animal*. Editorial Omega.[Clásica]

Secretaría de Pesca y Acuacultura de Baja California. (2011). *Catálogo de especies de pesca y acuacultura de Baja California* (1ª ed.). Ensenada, Baja California: Gobierno del Estado de Baja California, SEPESCA.

## Recursos de acceso libre o complementarios externos

- Belmonte Romo, A. E. (2025). *Evaluación de respuestas fisiológicas en Totoaba macdonaldi alimentada con dietas bajas en ácido araquidónico* [Tesis de maestría, Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California].
- Hannesson, R. (2003). *Aquaculture and fisheries*. *Marine Policy*, 27(2), 169-178. [https://doi.org/10.1016/S0308-597X\(02\)00083-0](https://doi.org/10.1016/S0308-597X(02)00083-0) [clásica]
- Martínez Franco, A. N. (2025). Efecto de la alimentación en el desempeño biológico, digestibilidad de la dieta y expresión de genes de saciedad en juveniles de lobina rayada (*Morone saxatilis*) cultivados en agua marina [Tesis de maestría, Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California].
- Mramba, R. P., & Kahindi, E. J. (2023). *Pond water quality and its relation to fish yield and disease occurrence in small-scale aquaculture in arid areas*. *Heliyon*, 9(6), e16753. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e16753>
- McCormick, M. I., & Hoey, A. S. (2004). *Larval growth history determines juvenile growth and survival in a tropical marine fish*. *Oikos*, 106(2), 225–242. <https://doi.org/10.1111/j.0030-1299.2004.13131.x> [Clásica]
- Ocampo, A. A., & Ocampo Camberos, L. (1999). *Diagnóstico del estrés en peces*. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México [Clásica]

## XII. PERFIL DOCENTE

Licenciatura en acuicultura, oceanología, área afín o con posgrado en ciencias naturales, con experiencia laboral en acuicultura y docencia relacionada con la asignatura. Ser una persona proactiva, analítica y que fomente el trabajo en equipo.





**PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE**

**I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN**

|                                                       |                                                                                                                                                                              |               |                 |                  |
|-------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|-----------------|------------------|
| <b>Unidad académica:</b>                              | Facultad de Ciencias Marinas, Ensenada                                                                                                                                       |               |                 |                  |
| <b>Programa educativo:</b>                            | Oceanología<br>Licenciatura en Biotecnología en Acuicultura<br>Licenciatura en Ciencias Ambientales                                                                          |               |                 |                  |
| <b>Plan de Estudios:</b>                              | 2026-2                                                                                                                                                                       |               |                 |                  |
| <b>Nombre de la unidad de aprendizaje:</b>            | Métodos y Artes de Pesca                                                                                                                                                     |               |                 |                  |
| <b>Clave:</b>                                         |                                                                                                                                                                              |               |                 |                  |
| <b>Distribución horaria:</b>                          | Horas Clase: 01<br>Horas Taller: 03<br>Horas Laboratorio: 00<br>Horas Práctica de Campo: 01<br>Horas Clínicas: 00<br>Horas Extra-clase: 01<br><br>Créditos:06                |               |                 |                  |
| <b>Características del PUA por programa educativo</b> | <b>Programa educativo</b>                                                                                                                                                    | <b>Etapas</b> | <b>Carácter</b> | <b>Requisito</b> |
|                                                       | Oceanología                                                                                                                                                                  | Terminal      | Optativo        | Ninguno          |
|                                                       | Licenciatura en Biotecnología en Acuicultura                                                                                                                                 | Disciplinaria | Optativo        | Ninguno          |
|                                                       | Licenciatura en Ciencias Ambientales                                                                                                                                         | Terminal      | Optativo        | Ninguno          |
| <b>Modalidad de impartición:</b>                      | Presencial                                                                                                                                                                   |               |                 |                  |
| <b>Equipo de diseño:</b>                              | Ángel Raúl Herrera Gutiérrez<br>Rosario Jara Montañez<br>Fernando Barreto Curiel<br>Mario Alberto Galaviz Espinoza<br>Julio López Castillejos<br>Jorge Manuel López Calderón |               |                 |                  |
| <b>Subdirección que aprobó el PUA:</b>                | Patricia Alvarado Graef                                                                                                                                                      |               |                 |                  |
| <b>Fecha:</b>                                         | 21 de mayo de 2026                                                                                                                                                           |               |                 |                  |
| <b>Aprobación y registro:</b>                         |                                                                                                                                                                              |               |                 |                  |

## **II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE**

Tiene como propósito formar y capacitar a las y los estudiantes en el conocimiento de los métodos y artes de pesca, incluyendo técnicas de navegación, fabricación y operación de las distintas artes, contribuyendo a su formación integral. Este enfoque teórico-práctico proporciona herramientas para el desarrollo técnico y profesional en actividades vinculadas con las Ciencias del Mar.

## **III. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE**

Aplicar distintas artes de pesca referidas en la carta nacional pesquera y acuícola, técnicas de navegación, operación de la gobernanza de embarcaciones menores y las prácticas seguras de las mismas, mediante la selección de las artes de pesca requeridas en distintos escenarios, para enfrentar los desafíos prácticos que se presenten en el mar, con una actitud crítica y responsable.

## **IV. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE**

Se presenta una evaluación práctica al finalizar el semestre donde el alumno construye / teje un paño, se realizan nudos básicos y aplicación de artes de pesca, comprobando de esta forma el dominio de dichas herramientas de pesca.

Se elabora un reporte de campo audiovisual anecdótico informativo de sus actividades realizadas dentro del campo pesquero y planta de procesamiento de productos del mar.

## **V. COMPETENCIA PROFESIONAL DEL PERFIL DE EGRESO A LA QUE CONTRIBUYE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE**

### **Oceanología**

Proponer acciones de prevención, mitigación y restauración del ambiente marino y costero alineado con los principios precautorios, a través de diagnósticos integrales, modelación de las capacidades y funcionamiento de los sistemas para coadyuvar en la toma de decisiones en beneficio del ambiente y sociedad, con un enfoque interdisciplinario, ético y orientado a la sostenibilidad.

### **Licenciatura en Biotecnología en Acuicultura**

Implementar y adaptar tecnologías de cultivo y manejo acuícola, mediante el análisis técnico de sistemas existentes y la aplicación de soluciones innovadoras acordes a distintas especies y entornos, para mejorar la producción de especies de importancia comercial de forma eficiente y sostenible, respondiendo a las condiciones socioambientales y económicas del país, con ética profesional y responsabilidad.

### **Licenciatura en Ciencias Ambientales**

Diagnosticar problemáticas socioeconómicas mediante el análisis multidisciplinario para visibilizar las causas y consecuencias que los originan así como esquematizar estrategias de solución, con un enfoque integral y un firme compromiso social.

## **VI. EJE TRANSVERSAL AL QUE CONTRIBUYE**

Compromiso con la responsabilidad social, equidad social y de género, e interculturalidad.

## **VII. DESARROLLO POR UNIDADES**

### **Unidad I. Las artes y métodos de pesca**

#### **Competencia**

Desarrollar habilidades manuales y de adiestramiento en la construcción de nudos y mallas, mediante la identificación de las principales partes que constituyen una red, para hacer y reparar las artes de pesca de uso en el campo profesional, con actitud crítica, colaborativa y positiva.

#### **Contenido**

- 1.1. Introducción a las artes y métodos de pesca
- 1.2. Selección de nudos y eficiencia en porcentaje de resistencia de uso
- 1.3. Geometría de una malla
- 1.4. Definición de angola y guarda
- 1.5. Corte y reparación de paño

#### **Duración**

6 horas

### **Unidad II. Clasificación, funcionamiento y evolución de las artes y métodos de pesca**

#### **Competencia**

Manejar de manera adecuada las distintas artes de pesca, mediante la selección apropiada de arte, para implementar su uso en la pesca comercial, ribereña y deportiva, con actitud crítica, desempeño profesional y responsable.

#### **Contenido**

- 2.1. Dinámicas
  - 2.1.1. Arpones
  - 2.1.2. Atarraya
  - 2.1.3. Dragas
  - 2.1.4. Rastras
  - 2.1.5. Red de arrastre
  - 2.1.6. Red de cerco
  - 2.1.7. Red lámpara
- 2.2. Estáticas
  - 2.2.1. Líneas, cimbras y palangres

- 2.2.2. Trampas
- 2.2.3. Red agallera
- 2.2.4. Red trasmallo
- 2.2.5. Red almadraba
- 2.2.6. Artes de muestreo científico

***Duración***

4 horas

**Unidad III. Navegación y orientación costera**

***Competencia***

Demostrar de forma eficaz el uso de equipo auxiliar de la pesca e investigación, mediante el uso de las distintas herramientas auxiliares en la navegación y muestreo, para operar desde una embarcación de forma segura, con disciplina y actitud proactiva.

***Contenido***

- 3.1. Navegación por puntos fijos
- 3.2. Cartas de navegación
- 3.3. Navegación astronómica
- 3.4. Navegación meteorológica
- 3.5. Compás magnético (brújula)
- 3.6. Posicionador por satélite (G.P.S.)

***Duración***

4 horas

**Unidad IV. Equipo auxiliar de la pesca e investigación**

***Competencia***

Emplear de forma competente el equipo auxiliar de la pesca e investigación, mediante el uso de las distintas herramientas auxiliares para la navegación y muestreo, para operar desde una embarcación de forma segura, con disciplina y actitud proactiva.

***Contenido***

- 4.1. Radios
- 4.2. Radar
- 4.3. Sonar
- 4.4. Ecosonda

***Duración***

2 horas

## VIII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER

### Unidad I. Las artes y métodos de pesca

#### Práctica 1: Caza recolecta

##### **Duración**

3 horas

##### **Procedimiento**

1. Recibe instrucciones por parte del docente para la realización de la práctica.
2. Realiza visita a zona intermareal para identificar organismos de potencial consumo.
3. Realiza un registro fotográfico del sitio.
4. Elabora un ensayo donde se analiza la viabilidad de las técnicas de recolecta del organismo de la zona intermareal como método de subsistencia, apoyado de los vestigios arqueológicos en la localidad.
5. Recibe retroalimentación por parte del docente.

##### **Recursos de apoyo**

- Cámara fotográfica (celular).
- Material de lectura.

#### Práctica 2: Fibras, piolas y cabos

##### **Duración**

6 horas

##### **Procedimiento**

1. Recibe instrucciones por parte del docente para la realización de la práctica.
2. Recolecta fibras naturales para su procesamiento y posterior fabricación en piolas y cabos.
3. Compara la capacidad de carga de fibras individuales sin y con el contra-torcido resultante de la fabricación de un cabo.
4. Con base en información secundaria (publicaciones científicas y literatura gris), prepara un reporte técnico.
5. Socializa con sus compañeros sus observaciones.
6. Recibe retroalimentación por parte del docente.

##### **Recursos de apoyo**

- Cámara fotográfica (celular).
- Navaja, cuchillo o tijera.
- Fibras naturales (ejemplo: Yute).

### **Práctica 3: Nudos básicos**

#### ***Duración***

9 horas

#### ***Procedimiento***

1. Recibe instrucciones por parte del docente para la realización de la práctica.
2. Elabora nudos ordinarios básicos implementados tanto en la navegación como en la fabricación de artes de pesca, nudos tejidos básicos implementados tanto en la navegación como en la fabricación de artes de pesca y nudos de pesca con monofilamento para anzuelos y señuelos.
3. Discuten de forma grupal sus observaciones.
4. Recibe retroalimentación por parte del docente.

#### ***Recursos de apoyo***

- Cabo 5/16" de polipropileno.
- Cinta aislante (tape eléctrico).
- Cuchillo, navaja o tijeras.
- Monofilamento de 30lb.
- Anzuelos y plomadas varios.

### **Práctica 4: Fabricación de paños**

#### ***Duración***

6 horas

#### ***Procedimiento***

1. Recibe instrucciones por parte del docente para la realización de la práctica.
2. Elabora un paño básico, implementando el nudo de malla, un paño con aumentos y reducciones, y un paño, calcula la relación de corte especificada y realiza el corte.
3. Discuten en grupo su experiencia.
4. Recibe retroalimentación por parte del docente.

#### ***Recursos de apoyo***

- Cuchillo, navaja o tijeras.
- Piola de polipropileno No.18 ¼ Kg.
- Aguja para tejer redes chicas.

## **Práctica 5: Reparación de paños**

### ***Duración***

9 horas

### ***Procedimiento***

1. Recibe instrucciones por parte del docente para la realización de la práctica.
2. Identifica la preparación del daño en un paño.
3. Repara el daño en un paño mediante el uso de los cortes N, T y B y los nudos correspondientes.
4. Se discute en grupo sus observaciones en general.
5. Recibe retroalimentación por parte del docente.

### ***Recursos de apoyo***

- Cuchillo, navaja o tijeras.
- Piola de polipropileno No.18 ¼ Kg.
- Aguja para tejer redes chicas.

## **Unidad II. Clasificación, funcionamiento y evolución de las artes y métodos de pesca**

## **Práctica 6: Lanzamiento de atarraya**

### ***Duración***

3 horas

### ***Procedimiento***

1. Recibe instrucciones por parte del docente para la realización de la práctica.
2. Se familiariza con las partes de una atarraya.
3. Aprende a sostener y preparar una atarraya.
4. Comprende la mecánica y mecánica del lanzamiento de una red atarraya.
5. Realiza el lanzamiento de la atarraya.
6. Discuten su experiencia con el grupo.
7. Recibe retroalimentación por parte del docente.

### ***Recursos de apoyo***

- Red atarraya.

### Unidad III. Navegación y orientación costera

#### Práctica 7: Navegación por carta y brújula

##### **Duración**

6 horas

##### **Procedimiento**

1. Recibe instrucciones por parte del docente para la realización de la práctica.
2. Aprende a trazar un rumbo con una brújula, realizar el ajuste por desviación magnética para posteriormente trazar el rumbo en una carta de navegación.
3. Triangular su posición en la carta de navegación con base a los rumbos medidos con brújula.
4. Traza una ruta de navegación.
5. Realiza cálculos de velocidad y estación de tiempos de arribo con base a los cálculos en la carta de navegación.
6. Con base en información secundaria (publicaciones científicas y literatura gris) prepara un reporte técnico.
7. Recibe retroalimentación por parte del docente.

##### **Recursos de apoyo**

- Juego geométrico.
- Brújula.
- Calculadora.
- Carta de navegación.

#### Práctica 8: Remos

##### **Duración**

3 horas

##### **Procedimiento**

1. Recibe instrucciones por parte del docente para la realización de la práctica.
2. Se familiariza con la parte de un remo.
3. Comprende la mecánica del uso adecuado del remo, así como las técnicas de su implementación.
4. Aplica el uso adecuado del remo.
5. Discuten con el grupo su experiencia y observaciones.
6. Recibe retroalimentación por parte del docente.

##### **Recursos de apoyo**

- Embarcación.
- Chaleco salvavidas.



- Remos.

## **Práctica 9: Motores**

### ***Duración***

3 horas

### ***Procedimiento***

1. Recibe instrucciones por parte del docente para la realización de la práctica.
2. Se familiariza con los componentes de un motor fuera de borda.
3. Opera una embarcación.
4. Realiza navegación costera por puntos fijos.
5. Discuten con el grupo su experiencia.
6. Recibe retroalimentación por parte del docente.

### ***Recursos de apoyo***

- Embarcación
- Chaleco salvavidas

## **IX. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE CAMPO**

### **Unidad I: Las artes y métodos de pesca**

### **Unidad II. Clasificación, funcionamiento y evolución de las artes y métodos de pesca**

#### **Práctica 1: Pesca ribereña**

### ***Duración***

16 horas

### ***Procedimiento***

1. Atiende las orientaciones del profesor para realizar la práctica.
2. Visita las instalaciones de la planta integradora Jimnar en San Quintín, B.C. donde se familiariza al alumno con los procesos de recepción, tratado y almacenamiento de los productos de la pesca, así como las características de sanidad e inocuidad con las que deben cumplir estas instalaciones.
3. Participa en el campo pesquero en la actividad de pesca a bordo de las embarcaciones pesqueras de la cooperativa pesquera “el Tranquilo”.
4. Entrega evidencia de la visita solicitada por el profesor.

### **Recursos de apoyo**

- Vehículo para traslado.
- Chaleco salvavidas.
- Equipo de campismo.

## **X. MÉTODO DE TRABAJO**

### **Encuadre**

El primer día de clase, cada docente debe establecer de forma clara y formal:

- La metodología de trabajo.
- Criterios de evaluación y rúbricas.
- Reglas sobre la calidad y entrega de trabajos académicos.
- Derechos y obligaciones del o la docente y del estudiantado

Esto debe quedar registrado y comunicado por medios institucionales (como Blackboard o correo institucional).

### **Estrategia de enseñanza**

- Aprendizaje basado en problemas
- Aprendizaje basado en casos
- Aprendizaje basado en preguntas
- Técnica expositiva
- Discusión guiada
- Instrucción guiada

### **Estrategia de aprendizaje**

- Investigación documental
- Resoluciones de casos prácticos
- Trabajo colaborativo
- Técnica expositiva
- Visitas a campo
- Material audiovisual
- Infografías

## XI. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

### Criterios de acreditación

Para tener derecho a examen ordinario y extraordinario cada estudiante debe cumplir con los porcentajes de asistencia que establece el Estatuto Escolar vigente. La calificación es en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 60.

### Criterios de evaluación

|                              |      |
|------------------------------|------|
| - Tarea.....                 | 10%  |
| - Entregables de taller..... | 10%  |
| - Reporte de campo.....      | 30%  |
| - Evaluaciones teóricas..... | 20%  |
| - Evaluación práctica.....   | 30%  |
| Total.....                   | 100% |

## XII. REFERENCIAS

### Recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

- Correia, P. (2002). *Guía práctica del GPS*. Marcombo Boixareu Editores. [clásica]
- FAO (Ed.). (1972). *FAO catalogue of fishing gear designs*. Food & Agriculture Organization of the United Nations (FAO). [clásica]
- Farwell, R.F. (1954). *Reglas de la navegación marítima*. Victor Leru. [clásica]
- Hinch, S.W. (2011). *Outdoor navigation with GPS*. (3ra. ed.). Wilderness. [clásica]
- John, C. (1971). *Commercial fishing methods: an introduction to vessels and gears*. Fishing News. [clásica]
- Okonski, S.L. & Martini, L.W. (1977). *Materiales didácticos para la capacitación en tecnología de artes y métodos de pesca*. SEP. [clásica]
- Perry, G. (2003). *Nudos: manual práctico para hacer paso a paso más de 100 nudos*. (1ra. ed.) Paidotribo. [clásica]
- Terada, K. (1972). *Los pescadores y el tiempo* (Vol. 56). Acribia. [clásica]
- Von Brandt, A. von B. (1984). *Fish catching methods of the world* (3a ed. Vol. 418). Fishing News Books. [clásica]
- Zendrera, J. (1980). *Amarres y fondeos*. Noray. [clásica]

### Recursos de acceso libre o complementarios externos

- Ashley, C. W. (1944). *Ashley Book of Knots*. [clásica]
- Prado, J. (1990). *Fisherman's workbook*. Fishing News Books. [clásica]
- Adamidou, A. (2007). *Commercial fishing gears and methods used in Hellas*.

Dietrich Sahrhage, & Johannes Lundbeck. (2012). *A History of Fishing*. Springer Science & Business Media. [clásica]

Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (2022). *Acuerdo mediante el cual se da a conocer la actualización de la Carta Nacional Acuícola*. DOF. [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/768911/CNA\\_5ta\\_version.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/768911/CNA_5ta_version.pdf)

Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca. (2021). *Anuario estadístico de acuacultura y pesca*. Gobierno de México. [https://nube.conapesca.gob.mx/sites/cona/dgppe/2021/ANUARIO\\_ESTADISTICO\\_DE\\_ACUACULTURA\\_Y\\_PESCA\\_2021.pdf](https://nube.conapesca.gob.mx/sites/cona/dgppe/2021/ANUARIO_ESTADISTICO_DE_ACUACULTURA_Y_PESCA_2021.pdf)

### **XIII. PERFIL DOCENTE**

Licenciatura en Oceanología o carrera afín preferentemente con grado de Maestría y Doctorado en Ciencias del Mar o carrera afín. Con experiencia mínima de 2 años en operación y navegación de embarcaciones, implementación y uso de distintas artes de pesca, conocimiento del marco normativo de la pesca en México, nudos marinos, fabricación y reparación de redes. Experiencia en el manejo de grupos y conocimiento en técnicas de campismo y primeros auxilios. Entre las cualidades que debe poseer destacan la ética profesional, la responsabilidad, el compromiso, el pensamiento crítico y la capacidad de vincular teoría con práctica en campo.



**PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE**

**I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN**

|                                                       |                                                                                                                                                               |               |                 |                  |
|-------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|-----------------|------------------|
| <b>Unidad académica:</b>                              | Facultad de Ciencias Marinas, Ensenada                                                                                                                        |               |                 |                  |
| <b>Programa educativo:</b>                            | Oceanología<br>Licenciatura en Biotecnología en Acuicultura                                                                                                   |               |                 |                  |
| <b>Plan de Estudios:</b>                              | 2026-2                                                                                                                                                        |               |                 |                  |
| <b>Nombre de la unidad de aprendizaje:</b>            | Buceo Libre                                                                                                                                                   |               |                 |                  |
| <b>Clave:</b>                                         |                                                                                                                                                               |               |                 |                  |
| <b>Distribución horaria:</b>                          | Horas Clase: 01<br>Horas Taller: 00<br>Horas Laboratorio: 00<br>Horas Práctica de Campo: 04<br>Horas Clínicas: 00<br>Horas Extra-clase: 01<br><br>Créditos:06 |               |                 |                  |
| <b>Características del PUA por programa educativo</b> | <b>Programa educativo</b>                                                                                                                                     | <b>Etapas</b> | <b>Carácter</b> | <b>Requisito</b> |
|                                                       | Oceanología                                                                                                                                                   | Disciplinaria | Optativo        | Ninguno          |
|                                                       | Licenciatura en Biotecnología en Acuicultura                                                                                                                  | Disciplinaria | Optativo        | Ninguno          |
| <b>Modalidad de impartición:</b>                      | Presencial                                                                                                                                                    |               |                 |                  |
| <b>Equipo de diseño:</b>                              | Julio López Castillejos<br>Victor Antonio Zavala Hamz                                                                                                         |               |                 |                  |
| <b>Subdirección que aprueba el PUA:</b>               | Patricia Alvarado Graef                                                                                                                                       |               |                 |                  |
| <b>Fecha:</b>                                         | 21 de mayo de 2026                                                                                                                                            |               |                 |                  |
| <b>Aprobación y registro:</b>                         |                                                                                                                                                               |               |                 |                  |

## **II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE**

Esta unidad de aprendizaje tiene como finalidad que el alumnado aprenda y mejore su técnica de Buceo Libre, será capaz de realizar actividades académicas o recreativas dentro del agua con mayor seguridad y confianza.

## **III. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE**

Analizar las técnicas y medidas de seguridad requeridas en el buceo libre, identificando y practicando en alberca y en aguas abiertas, para seleccionar el procedimiento adecuado al tipo de escenario; con perseverancia, constancia, paciencia, responsabilidad y respeto hacia sí mismo y el entorno.

## **IV. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE**

Bitácora de Práctica: Reporte de condiciones marinas, tipo de playa, estado físico personal, situaciones y dificultades que haya presentado para dominar las técnicas de buceo libre.

## **V. COMPETENCIA PROFESIONAL DEL PERFIL DE EGRESO A LA QUE CONTRIBUYE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE**

### **Oceanología**

Generar e integrar información pertinente del medio marino y costero a partir de la aplicación del método científico, técnicas y tecnologías de vanguardia en las áreas de la química, física, biología y geología, para coadyuvar en la exploración de fenómenos naturales e impactos generados por las actividades humanas, con honestidad, ética, pensamiento sistemático y trabajo colaborativo.

### **Licenciatura en Biotecnología en Acuicultura**

Implementar y adaptar tecnologías de cultivo y manejo acuícola, mediante el análisis técnico de sistemas existentes y la aplicación de soluciones innovadoras acordes a distintas especies y entornos, para mejorar la producción de especies de importancia comercial de forma eficiente y sostenible, respondiendo a las condiciones socioambientales y económicas del país, con ética profesional y responsabilidad.

## **VI. EJE TRANSVERSAL AL QUE CONTRIBUYE**

Compromiso con la Responsabilidad Social, Equidad Social y de Género, Inclusión, Excelencia e Interculturalidad.

## **VI. DESARROLLO POR UNIDADES**

### **Unidad I. Introducción**

#### **Competencia**

Analizar el equipo de buceo libre, mediante la revisión de sus características, para seleccionar el adecuado para cada persona, con actitud crítica, reflexiva, responsabilidad y objetividad.

#### **Contenido**

- 1.1. El equipo de buceo libre
  - 1.1.1. Máscara
  - 1.1.2. Aletas
  - 1.1.3. Snorkel (Tubo de respiración)
  - 1.1.4. Cinturón de plomos
  - 1.1.5. Trajes de neopreno
  - 1.1.6. Boya de marcación y descenso
- 1.2. Disciplinas del buceo libre
  - 1.2.1. Apnea estática
  - 1.2.2. Apnea dinámica
  - 1.2.3. Inmersión libre
  - 1.2.4. Peso Constante
  - 1.2.5. Peso variable
  - 1.2.6. Sin límites

#### **Duración**

2 horas

### **Unidad II. Fisiología del buceo libre**

#### **Competencia**

Analizar las adaptaciones fisiológicas del cuerpo humano, mediante la comprensión de cómo la presión, temperatura y la falta de oxígeno lo afectan, para practicar buceo libre de manera segura y eficiente, con paciencia, responsabilidad, respeto hacia sí mismo y al entorno.

#### **Contenido**

- 2.1. Sistemas y funciones
  - 2.1.1. Sistema respiratorio
  - 2.1.2. Sistema circulatorio
  - 2.1.3. Mecanismo respiratorio
- 2.2. Ciclo respiratorio
  - 2.2.1. Fase de relajación
  - 2.2.2. Respiración completa
  - 2.2.3. Aguantando la respiración (apnea)
  - 2.2.4. Respiración de recuperación
- 2.3. Hiperventilación y sus consecuencias

- 2.4. Prolongar apneas de forma segura
  - 2.4.1. Reflejo de inmersión mamífero

### ***Duración***

4 horas

## **Unidad III. Física del buceo libre**

### ***Competencia***

Examinar los principios y leyes físicas aplicadas al buceo libre, a través de estrategias que permitan ejecutar un impulso eficiente, para identificar, optimizar el rendimiento, minimizar el gasto energético y prevenir lesiones, con disciplina, constancia y responsabilidad.

### ***Contenido***

- 3.1. Ley de Boyle
  - 3.1.1. Presión y compensación
  - 3.1.2. Espacios de aire
  - 3.1.3. Técnicas y facilitación de compensación
- 3.2. Principio de Arquímedes
  - 3.2.1. Control de la flotabilidad
- 3.3. Aplicaciones en la ciencia

### ***Duración***

4 horas

## **Unidad IV. Técnicas de Apnea**

### ***Competencia***

Analizar los diferentes tipos de apnea, mediante el dominio de sus técnicas, para desarrollar la habilidad de desplazarse y desenvolverse de manera eficiente, aumentando el rendimiento físico y previniendo lesiones, con disciplina, entusiasmo, paciencia, constancia y responsabilidad.

### ***Contenido***

- 4.1. Golpe de riñón
- 4.2. Técnica de aleteo
- 4.3. El descenso, giro y ascenso
- 4.4. Superficie y recuperación.

### ***Duración***

3 horas



## **Unidad V. La seguridad en el buceo libre**

### **Competencia**

Analizar los peligros del entorno acuático, mediante la adopción conductas de precaución y habilidades del buceo libre, para saber actuar en emergencias, prevenir ahogamientos y lesiones, actuando con conciencia, autocontrol, confianza, responsabilidad y cautela ante las diversas condiciones acuáticas.

### **Contenido**

- 5.1. El sistema de compañeros
  - 5.1.1. En apnea estática
  - 5.1.2. En apnea dinámica
  - 5.1.3. En peso constante
- 5.2. Señales de que una persona necesita ayuda
  - 5.2.1. Pérdida de Control Motor (PCM)
  - 5.2.2. Síncope (Black Out)
- 5.3. Rescate de un apneísta
- 5.4. La práctica de buceo libre seguida de buceo autónomo

### **Duración**

3 horas

## **VIII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE CAMPO**

### **Unidad I: Introducción**

#### **Práctica 1: Elección del equipo de buceo libre**

### **Duración**

6 horas

### **Procedimiento**

1. Recibe instrucciones guiadas por parte del docente.
2. Atiende las instrucciones del docente.
3. Observa los diferentes estilos de máscaras, snorkels, aletas, trajes de neopreno, cinturones y pastillas de lastre.
4. Practica con los diferentes estilos de máscaras, snorkels, aletas, trajes de neopreno, cinturones y cantidades de lastre necesario.
5. Selecciona el estilo adecuado de máscara, snorkel, aletas, trajes de neopreno, cinturón y cantidad de lastre adecuado.
6. Recibe retroalimentación docente.
7. Prepara una bitácora digital de la salida de campo para entregar por plataformas institucionales.
8. Entrega la bitácora.

### **Recursos de apoyo**

- Traje de baño
- Máscaras
- Snorkels
- Aletas
- Trajes de neopreno
- Cinturones para lastre
- Pastillas de lastre

### **Práctica 2: Disciplinas de buceo libre**

#### **Duración**

4 horas

#### **Procedimiento**

1. Recibe instrucciones guiadas por parte del docente.
2. Atiende las instrucciones del docente.
3. Identifica el equipo necesario para practicar cada una de las disciplinas de buceo libre que existen en la actualidad.
4. Recibe retroalimentación docente.
5. Prepara una bitácora digital de la salida de campo para entregar por plataformas institucionales.
6. Entrega la bitácora.

### **Recursos de apoyo**

- Traje de baño
- Máscara
- Snorkel
- Aletas
- Traje de neopreno
- Cinturón para lastre
- Pastillas de lastre

### **Unidad II: Fisiología del buceo libre**

### **Práctica 3: Aprendo a respirar para la apnea**

#### **Duración**

6 horas

#### **Procedimiento**

1. Recibe instrucciones guiadas por parte del docente.
2. Atiende las instrucciones del docente.

3. Realiza ejercicios de control respiratorio identificando las 4 fases del ciclo respiratorio.
4. Recibe retroalimentación docente.
5. Realiza de nuevo los ejercicios de control respiratorio para mejorar su técnica.
6. Prepara una bitácora digital de la salida de campo para entregar por plataformas institucionales.
7. Entrega la bitácora.

### **Recursos de apoyo**

- Tapete para ejercicio
- Cronómetro
- Oxímetro de pulso

## **Práctica 4: Apnea Estática**

### **Duración**

6 horas

### **Procedimiento**

1. Recibe instrucciones guiadas por parte del docente.
2. Atiende las instrucciones del docente.
3. Realiza ejercicios de apnea estática
4. Recibe retroalimentación docente.
5. Realiza de nuevo los ejercicios de apnea estática para mejorar su técnica hasta alcanzar la marca de minuto y medio.
6. Prepara una bitácora digital de la salida de campo para entregar por plataformas institucionales.
7. Entrega la bitácora.

### **Recursos de apoyo**

- Traje de baño
- Máscara
- Snorkel
- Traje de neopreno

## **Unidad III: Física del buceo libre**

## **Práctica 5: La presión en el cuerpo**

### **Duración**

4 horas

### **Procedimiento**

1. Recibe instrucciones guiadas por parte del docente.
2. Atiende las instrucciones del docente.
3. Realiza ejercicios de inmersión lenta para la compensación de los espacios aéreos.
4. Recibe retroalimentación docente.

5. Realiza de nuevo los ejercicios de inmersión lenta para mejorar su técnica compensación de los espacios aéreos.
6. Prepara una bitácora digital de la salida de campo para entregar por plataformas institucionales.
7. Entrega la bitácora.

#### **Recursos de apoyo**

- Traje de baño
- Máscara
- Snorkel
- Aletas
- Traje de neopreno
- Cinturón para lastre
- Pastillas de lastre
- Boya de descenso

### **Práctica 6: Flotabilidad y aplicación en el buceo libre**

#### **Duración**

8 horas

#### **Procedimiento**

1. Recibe instrucciones guiadas por parte del docente.
2. Atiende las instrucciones del docente.
3. Realiza ejercicios de inmersión utilizando distinta cantidad de lastre.
4. Recibe retroalimentación docente.
5. Realiza de nuevo los ejercicios de inmersión utilizando distinta cantidad de lastre.
6. Prepara una bitácora digital de la salida de campo para entregar por plataformas institucionales.
7. Entrega la bitácora.

#### **Recursos de apoyo**

- Traje de baño
- Máscara
- Snorkel
- Aletas
- Traje de neopreno
- Cinturón para lastre
- Pastillas de lastre

### **Unidad IV: Técnicas de apnea**

#### **Práctica 7: Inmersión de peso variable 1**

#### **Duración**

8 horas

### **Procedimiento**

1. Recibe instrucciones guiadas por parte del docente.
2. Atiende las instrucciones del docente.
3. Realiza inmersiones a 2 metros de profundidad.
4. Recibe retroalimentación docente.
5. Realiza inmersiones a 3 metros de profundidad.
6. Recibe retroalimentación docente.
7. Realiza inmersiones a 4 metros de profundidad.
8. Recibe retroalimentación docente.
9. Realiza inmersiones a 5 metros de profundidad.
10. Prepara una bitácora digital de la salida de campo para entregar por plataformas institucionales.
11. Entrega la bitácora.

### **Recursos de apoyo**

- Traje de baño
- Máscara
- Snorkel
- Aletas
- Traje de neopreno
- Cinturón para lastre
- Pastillas de lastre
- Boya de descenso

## **Práctica 8: Inmersión de peso variable 2**

### **Duración**

8 horas

### **Procedimiento**

1. Recibe instrucciones guiadas por parte del docente.
2. Atiende las instrucciones del docente.
3. Realiza inmersiones a 6 metros de profundidad.
4. Recibe retroalimentación docente.
5. Realiza inmersiones a 8 metros de profundidad.
6. Recibe retroalimentación docente.
7. Realiza inmersiones a 10 metros de profundidad.
8. Recibe retroalimentación docente.
9. Realiza inmersiones a 12 metros de profundidad.
10. Prepara una bitácora digital de la salida de campo para entregar por plataformas institucionales.
11. Entrega la bitácora.

### **Recursos de apoyo**

- Traje de baño
- Máscara
- Snorkel
- Aletas
- Traje de neopreno
- Cinturón para lastre
- Pastillas de lastre
- Camioneta
- Boya de descenso

## **Unidad V: La seguridad en el buceo libre**

### **Práctica 9: Autorescate**

#### **Duración**

7 horas

#### **Procedimiento**

1. Recibe instrucciones guiadas por parte del docente.
2. Atiende las instrucciones del docente.
3. Realiza ejercicios de apnea en los que se simulan fallos de equipo o de la configuración del mismo a 3 metros de profundidad.
4. Recibe retroalimentación docente.
5. Realiza ejercicios de apnea en los que se simulan fallos de equipo o de la configuración del mismo a 5 metros de profundidad.
6. Recibe retroalimentación docente.
7. Realiza ejercicios de apnea en los que se simulan fallos de equipo o de la configuración del mismo a 7 metros de profundidad.
8. Recibe retroalimentación docente.
9. Realiza ejercicios de apnea en los que se simulan fallos de equipo o de la configuración del mismo a 10 metros de profundidad.
10. Recibe retroalimentación docente.
11. Prepara una bitácora digital de la salida de campo para entregar por plataformas institucionales.
12. Entrega la bitácora.

### **Recursos de apoyo**

- Traje de baño
- Máscara
- Snorkel
- Aletas
- Traje de neopreno
- Cinturón para lastre
- Pastillas de lastre

- Embarcación
- Boya de descenso

## **Práctica 10: Rescate de apneista que necesita ayuda.**

### ***Duración***

7 horas

### ***Procedimiento***

1. Recibe instrucciones guiadas por parte del docente.
2. Atiende las instrucciones del docente.
3. Realiza ejercicios para practicar las técnicas de rescate a un apneista en Pérdida de Control Motor.
4. Recibe retroalimentación docente.
5. Realiza de nuevo los ejercicios para mejorar su técnica de rescate.
6. Realiza ejercicios para practicar las técnicas de rescate a un apneista en Síncope.
7. Recibe retroalimentación docente.
8. Realiza de nuevo los ejercicios para mejorar su técnica de rescate.
9. Realiza simulacros para rescatar a un compañero apneista en Pérdida de Control Motor.
10. Recibe retroalimentación docente.
11. Realiza de nuevo el simulacro para mejorar su técnica de rescate.
12. Realiza simulacros para rescatar a un compañero apneista en Síncope.
13. Recibe retroalimentación docente.
14. Realiza de nuevo el simulacro para mejorar su técnica de rescate con equipo.
15. Prepara una bitácora digital de la salida de campo para entregar por plataformas institucionales.
16. Entrega la bitácora.

### ***Recursos de apoyo***

- Traje de baño
- Máscara
- Snorkel
- Aletas
- Traje de neopreno
- Cinturón para plolastremos
- Pastillas de lastre
- Embarcación
- Boya de descenso

## **XI. MÉTODO DE TRABAJO**

### **Encuadre**

El primer día de clase, cada docente debe establecer de forma clara y formal:

- La metodología de trabajo.
- Criterios de evaluación y rúbricas.
- Reglas sobre la calidad y entrega de trabajos académicos.
- Derechos y obligaciones del o la docente y del estudiantado

Esto debe quedar registrado y comunicado por medios institucionales (como Blackboard o correo institucional).

### **Estrategia de enseñanza**

- Estudio de caso
- Aprendizaje basado en problemas
- Aprendizaje basado en casos
- Aprendizaje basado en preguntas
- Técnica expositiva
- Instrucción guiada

### **Estrategia de aprendizaje**

- Investigación documental
- Investigación empírica
- Exposición de resoluciones de casos prácticos
- Trabajo colaborativo
- Visitas a campo

## **X. CRITERIOS DE EVALUACIÓN**

### **Criterios de acreditación**

Para tener derecho a examen ordinario y extraordinario cada estudiante debe cumplir con los porcentajes de asistencia que establece el Estatuto Escolar vigente. La calificación es en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 60.



## Criterios de evaluación

|                          |      |
|--------------------------|------|
| - Evaluaciones parciales | 30%  |
| - Bitácora de práctica   | 70%  |
| Total                    | 100% |

## XI. REFERENCIAS

### Recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

- Koskolou, M. D., et al. (Noviembre, 2023). Physiological responses during prolonged immersed static apnea in well-trained apneists. *Physiologia*, 3(4), 552-562.  
<https://doi.org/10.3390/physiologia3040041>
- Malamas, J. P. (1996). *1000 ejercicios y juegos de buceo y actividades subacuáticas*. Editorial Hispano Europea. [clásica]
- Pelizzari, U. y Tovaglieri, S. (2005). *Curso de apnea*. Editorial Paidotribo. [clásica]
- Pierrick Martinez, et al. (Marzo, 2025). Breath-hold diving as a tool to harness a beneficial increase in cardiac vagal tone. *Respiratory Physiology & Neurobiology*, 334..  
<https://doi.org/10.1016/j.resp.2025.104416>.

### Recursos de acceso libre o complementarios externos

- AIDA Freediving. *Medicina, ciencia y seguridad en el buceo libre*. (s.f.).  
<https://www.youtube.com/playlist?list=PLo7Ijy4WUrmiiOx-KQHPy06ChIUJXbyyA>
- Asociación Internacional para el Desarrollo de la Apnea (AIDA). (s.f.).  
<https://www.aidainternational.org/>
- Federación Mexicana de Actividades Subacuáticas (FEMAS). (s.f.).  
<https://comitedeportivo.fmas.org.mx/apnea/>
- Nestor, J. (2014). *Deep: Freediving, renegade science, and what the ocean tells us about ourselves*. Houghton Mifflin Harcourt Publishing. [clásica]

## XII. PERFIL DOCENTE

Licenciatura, Maestría o Doctorado en biología, oceanología, biotecnología en acuicultura o área afín, respaldada con una trayectoria profesional como instructor de buceo libre y que incluya experiencia mínima de 2 años impartiendo docencia, participación en proyectos de divulgación científica o investigación interdisciplinaria. Entre las cualidades deseables se encuentran el pensamiento crítico, la apertura al diálogo, la sensibilidad ética, la capacidad de motivar a estudiantes sin experiencia previa y el manejo de recursos didácticos innovadores, así como valores de empatía, paciencia, entusiasta, tolerante, respetuosa, humilde, que valore y estimule la creatividad, la participación y el trabajo colaborativo.





**PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE**

**I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN**

|                                            |                                                                                                                                                               |
|--------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Unidad académica:</b>                   | Facultad de Ciencias Marinas, Ensenada                                                                                                                        |
| <b>Programa educativo:</b>                 | Licenciatura de Biotecnología en Acuicultura                                                                                                                  |
| <b>Plan de Estudios:</b>                   | 2026-2                                                                                                                                                        |
| <b>Nombre de la unidad de aprendizaje:</b> | Buceo Autónomo                                                                                                                                                |
| <b>Clave:</b>                              |                                                                                                                                                               |
| <b>Distribución horaria:</b>               | Horas Clase: 01<br>Horas Taller: 00<br>Horas Laboratorio: 00<br>Horas Práctica de Campo: 04<br>Horas Clínicas: 00<br>Horas Extra-clase: 01<br><br>Créditos:06 |
| <b>Etapas de formación:</b>                | Disciplinaria                                                                                                                                                 |
| <b>Carácter:</b>                           | Optativa                                                                                                                                                      |
| <b>Requisito:</b>                          | Ninguno.                                                                                                                                                      |
| <b>Modalidad de impartición:</b>           | Presencial                                                                                                                                                    |
| <b>Equipo de diseño:</b>                   | Julio López Castillejos<br>Victor Antonio Zavala Hamz                                                                                                         |
| <b>Subdirección que aprueba el PUA:</b>    | Patricia Alvarado Graef                                                                                                                                       |
| <b>Fecha:</b>                              | 25 de febrero de 2026                                                                                                                                         |
| <b>Aprobación y registro:</b>              |                                                                                                                                                               |

## **II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE**

Esta unidad de aprendizaje tiene como finalidad que el alumnado aprenda y mejore su técnica de buceo autónomo y sea capaz de realizar actividades académicas o recreativas dentro del agua con mayor seguridad y confianza. Se ubica en la etapa disciplinaria, es de carácter optativo y pertenece al área de conocimiento de Acuicultura Sostenible. Es recomendable que el alumnado pueda nadar 500 metros en menos de 12 minutos antes de inscribirse en la unidad de aprendizaje.

## **III. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE**

Analizar las técnicas y medidas de seguridad requeridas en el buceo autónomo, mediante su identificación y práctica en alberca y en aguas abiertas, para seleccionar y aplicar el procedimiento adecuado al tipo de escenario; con perseverancia, constancia, paciencia, responsabilidad y respeto hacia sí mismo y el entorno.

## **IV. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE**

Bitácora de Práctica: Reporte de condiciones marinas, tipo de playa, estado físico personal, situaciones y dificultades que haya presentado para dominar las técnicas de buceo autónomo.

## **V. COMPETENCIA PROFESIONAL DEL PERFIL DE EGRESO A LA QUE CONTRIBUYE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE**

Esta unidad de aprendizaje promueve competencias genéricas de impacto en los diferentes perfiles de egreso de los programas educativos de la Facultad de Ciencias Marinas.

Para Oceanología la Competencia Profesional que impacta a la unidad de aprendizaje es la siguiente:

Generar e integrar información pertinente del medio marino y costero a partir de la aplicación del método científico, técnicas y tecnologías de vanguardia en las áreas de la química, física, biología y geología, para coadyuvar en la exploración de fenómenos naturales e impactos generados por las actividades humanas, con honestidad, ética, pensamiento sistemático y trabajo colaborativo.

Para Biotecnología en Acuicultura la Competencia Profesional que impacta a la unidad de aprendizaje es la siguiente:

Diseñar e implementar estrategias de manejo acuícola resilientes y sostenibles, mediante el análisis de riesgos ambientales, la adaptación de tecnologías apropiadas y la integración de enfoques socio-ecosistémicos, para mitigar los impactos del cambio climático y fortalecer la sostenibilidad en toda la cadena de valor acuícola, con responsabilidad ambiental y social, con pensamiento crítico, ética profesional y compromiso social.

## VI. EJE TRANSVERSAL AL QUE CONTRIBUYE

Compromiso con la Responsabilidad Social, Equidad Social y de Género, Inclusión, Excelencia e Interculturalidad.

## VII. DESARROLLO POR UNIDADES

### Unidad I. Equipo de buceo autónomo

#### **Competencia**

Analizar el equipo de buceo autónomo, mediante la revisión de sus características, para seleccionar el adecuado para cada persona, con actitud crítica, reflexiva, responsabilidad y objetividad.

#### **Contenido**

- 1.1. El equipo básico de buceo
  - 1.1.1. Máscara
  - 1.1.2. Aletas
  - 1.1.3. Snorkel (Tubo de respiración)
  - 1.1.4. Cinturón y pastillas de lastre
  - 1.1.5. Trajes de neopreno
- 1.2. El equipo de buceo autónomo
  - 1.2.1. Tanque de aire
  - 1.2.2. Regulador de aire
  - 1.2.3. Chaleco compensador (BCD)
- 1.3. Instrumentos y accesorios de buceo.

#### **Duración**

2 horas

### Unidad II. El medio acuático

#### **Competencia**

Examinar el entorno subacuático, mediante el análisis de las adaptaciones necesarias, para desarrollar habilidades subacuáticas, con responsabilidad, pensamiento crítico y analítico.

#### **Contenido**

- 2.1. Adaptándose al entorno subacuático
  - 2.1.1. Visión
  - 2.1.2. Luz
  - 2.1.3. Sonido
- 2.2. Oceanografía
  - 2.2.1. Mareas
  - 2.2.2. Corrientes
  - 2.2.3. Oleaje

## 2.3. Vida marina

### **Duración**

2 horas

## **Unidad III. Física y fisiología en el buceo autónomo**

### **Competencia**

Examinar los principios y leyes físicas aplicadas al buceo autónomo, a través de estrategias que permitan ejecutar un impulso eficiente, para identificar, optimizar el rendimiento, minimizar el gasto energético y prevenir lesiones, con disciplina, constancia y responsabilidad.

### **Contenido**

- 3.1. Ley de Boyle
  - 3.1.1. Presión y compensación
  - 3.1.2. Espacios de aire
  - 3.1.3. Técnicas de compensación
- 3.2. Principio de Arquímedes
  - 3.2.1. Control de la flotabilidad
- 3.3. Respiración de aire a presión
  - 3.3.1. Ley de Dalton
  - 3.3.2. Enfermedad descompresiva
- 3.4. Aplicaciones en la ciencia

### **Duración**

3 horas

## **Unidad IV. Salud y seguridad en el buceo autónomo**

### **Competencia**

Analizar los peligros del entorno acuático, mediante la adopción de conductas de precaución y habilidades del buceo autónomo, para actuar pertinentemente en emergencias, prevenir ahogamientos y lesiones, actuando con conciencia, autocontrol, confianza, responsabilidad y cautela ante las diversas condiciones acuáticas.

### **Contenido**

- 4.1. Desarrollo de habilidades
  - 4.1.1. Preparación de equipo
  - 4.1.2. Entradas al agua
  - 4.1.3. Habilidades bajo el agua
  - 4.1.4. Comunicación con señales manuales
  - 4.1.5. Ascensos de emergencia
  - 4.1.6. Desmontaje del equipo
- 4.2. Planificando la inmersión
  - 4.2.1. Conciencia mental

- 4.2.2. Sistema de compañero
- 4.2.3. Parámetros de la inmersión
- 4.2.4. Emergencias en el agua
- 4.2.5. Primeros auxilios.

### **Duración**

4 horas

## **Unidad V. Buceos especializados**

### **Competencia**

Analizar los diferentes tipos de buceo especializado, mediante la revisión de sus características y requerimientos, para promover una práctica adaptada a cada especialidad; con responsabilidad, confianza y disciplina.

### **Contenido**

- 5.1. Especialidad de navegación subacuática
  - 5.1.2. Navegación natural y con brújula
  - 5.1.2. Uso de la brújula
  - 5.1.3. Navegando un rumbo del compás
  - 5.1.4. Patrones de búsqueda y rescate
- 5.2. Especialidad de buceo profundo
  - 5.2.1. Incremento en la tasa de consumo de aire
  - 5.2.2. Narcosis por nitrógeno
  - 5.2.3. Equipo y procedimientos especiales
- 5.3. Especialidad de flotabilidad avanzada
  - 5.3.1. Factores que afectan la flotabilidad
  - 5.3.2. Lastre adecuado y control de flotabilidad
  - 5.3.3. Trimado y balance
- 5.4. Especialidad de buceo nocturno
  - 5.4.1. ¿Por qué bucear de noche?
  - 5.4.2. Equipo especial
  - 5.4.3. Desorientación
  - 5.4.4. Procedimientos de emergencia
- 5.5. Conservación de ecosistemas marinos
  - 5.5.1. Ecosistemas
  - 5.5.2. Temperatura y termoclinas
  - 5.5.3. Ciclo de nutrientes
  - 5.5.4. Identificación de vida marina
  - 5.5.5. Redes alimenticias
  - 5.5.6. Protección del medio ambiente mientras bucea
  - 5.5.7. Problemas que enfrentan los ecosistemas marinos

### **Duración**

5 horas

## VIII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE CAMPO

### Unidad I: Equipo de buceo autónomo

#### Práctica 1: Elección del equipo de buceo autónomo

##### **Duración**

4 horas

##### **Procedimiento**

1. Recibe instrucciones guiadas por parte de su docente.
2. Atiende las instrucciones de su docente.
3. Observa los diferentes estilos de máscaras, snorkels, aletas, trajes de neopreno, cinturones y pastillas de lastre.
4. Practica con los diferentes estilos de máscaras, snorkels, aletas, trajes de neopreno, cinturones y cantidades de lastre necesario, tanques de aire, reguladores de aire y chalecos compensadores.
5. Selecciona el estilo adecuado de máscara, snorkel, aletas, trajes de neopreno, cinturón y cantidad de lastre adecuado, tanque de aire, regulador de aire y chaleco compensador.
6. Recibe retroalimentación docente.
7. Prepara una bitácora digital de la salida de campo para entregar por plataformas institucionales.
8. Entrega la bitácora.

##### **Recursos de apoyo**

- Traje de baño
- Máscaras
- Snorkels
- Aletas
- Trajes de neopreno
- Cinturones para lastre
- Pastillas de lastre
- Tanques de aire
- Reguladores de aire
- Chalecos compensadores
- Vehículo

### Unidad II. El medio acuático

#### Práctica 2: Natación con equipo básico de buceo

##### **Duración**

4 horas

##### **Procedimiento**



1. Recibe instrucciones guiadas por parte de su docente.
2. Atiende las instrucciones de su docente.
3. Practica natación con equipo básico de buceo.
4. Recibe retroalimentación docente.
5. Prepara una bitácora digital de la salida de campo para entregar por plataformas institucionales.
6. Entrega la bitácora.

#### **Recursos de apoyo**

- Traje de baño
- Máscaras
- Snorkels
- Aletas
- Trajes de neopreno
- Cinturones para lastre
- Pastillas de lastre
- Vehículo

### **Unidad III. Física y fisiología en el buceo autónomo**

#### **Práctica 3: Práctica en alberca**

##### **Duración**

4 horas

##### **Procedimiento**

1. Recibe instrucciones guiadas por parte de su docente.
2. Atiende las instrucciones de su docente.
3. Practica su primer descenso, creando conciencia sobre la compresión de los espacios aéreos y su compensación.
4. Recibe retroalimentación docente.
5. Prepara una bitácora digital de la salida de campo para entregar por plataformas institucionales.
6. Entrega la bitácora.

#### **Recursos de apoyo**

- Traje de baño
- Máscaras
- Snorkels
- Aletas
- Trajes de neopreno
- Cinturones para lastre
- Pastillas de lastre
- Tanques de aire
- Reguladores de aire

- Chalecos compensadores
- Vehículo

## **Práctica 4: Práctica en aguas abiertas**

### ***Duración***

4 horas

### ***Procedimiento***

1. Recibe instrucciones guiadas por parte de su docente.
2. Atiende las instrucciones de su docente.
3. Practica su primer descenso en aguas abiertas, creando conciencia sobre la compresión de los espacios aéreos y su compensación a mayor profundidad.
4. Recibe retroalimentación docente.
5. Prepara una bitácora digital de la salida de campo para entregar por plataformas institucionales.
6. Entrega la bitácora.

### ***Recursos de apoyo***

- Traje de baño
- Máscaras
- Snorkels
- Aletas
- Trajes de neopreno
- Cinturones para lastre
- Pastillas de lastre
- Tanques de aire
- Reguladores de aire
- Chalecos compensadores
- Vehículo
- Embarcación

## **Unidad IV. Salud y seguridad en el buceo autónomo**

### **Práctica 5: Procedimientos de emergencia**

#### ***Duración***

8 horas

#### ***Procedimiento***

1. Recibe instrucciones guiadas por parte de su docente.
2. Atiende las instrucciones de su docente
3. Selecciona su bina entre sus pares.
4. Realiza simulacros de diversos procedimientos de emergencia.
5. Recibe retroalimentación docente.

6. Prepara una bitácora digital de la salida de campo para entregar por plataformas institucionales.
7. Entrega la bitácora.

### **Recursos de apoyo**

- Traje de baño
- Máscaras
- Snorkels
- Aletas
- Trajes de neopreno
- Cinturones para lastre
- Pastillas de lastre
- Tanques de aire
- Reguladores de aire
- Chalecos compensadores
- Botiquín de primeros auxilios
- Tanque de oxígeno
- Vehículo
- Embarcación

## **Unidad V. Buceos especializados**

### **Práctica 6: Navegación con brújula**

#### **Duración**

8 horas

#### **Procedimiento**

1. Recibe instrucciones guiadas por parte de su docente.
2. Atiende las instrucciones de su docente.
3. Selecciona su equipo de trabajo entre sus pares.
4. Realiza navegación con brújula para realizar la búsqueda de un objeto perdido.
5. Recibe retroalimentación docente.
6. Prepara una bitácora digital de la salida de campo para entregar por plataformas institucionales.
7. Entrega la bitácora.

### **Recursos de apoyo**

- Traje de baño
- Máscaras
- Snorkels
- Aletas
- Trajes de neopreno
- Cinturones para lastre
- Pastillas de lastre

- Tanques de aire
- Reguladores de aire
- Chalecos compensadores
- Brújulas
- Carrete
- Boya de marcaje en superficie
- Vehículo
- Embarcación

## **Práctica 7: Buceo Profundo**

### ***Duración***

8 horas

### ***Procedimiento***

1. Recibe instrucciones guiadas por parte de su docente.
2. Atiende las instrucciones de su docente.
3. Selecciona su bina entre sus pares.
4. Realiza un buceo a más de 25 metros de profundidad.
5. Recibe retroalimentación docente.
6. Prepara una bitácora digital de la salida de campo para entregar por plataformas institucionales.
7. Entrega la bitácora.

### ***Recursos de apoyo***

- Traje de baño
- Máscaras
- Snorkels
- Aletas
- Trajes de neopreno
- Cinturones para lastre
- Pastillas de lastre
- Tanques de aire
- Reguladores de aire
- Chalecos compensadores
- Vehículo
- Embarcación

## **Práctica 8: Buceo especial de flotabilidad**

### ***Duración***

8 horas

### ***Procedimiento***

1. Recibe instrucciones guiadas por parte de su docente.
2. Atiende las instrucciones de su docente.

3. Selecciona su equipo de trabajo entre sus pares.
4. Realiza su buceo con una conciencia mayor en el uso de lastre adecuado individual y para mover objetos bajo el agua.
5. Recibe retroalimentación docente.
6. Prepara una bitácora digital de la salida de campo para entregar por plataformas institucionales.
7. Entrega la bitácora.

### ***Recursos de apoyo***

- Traje de baño
- Máscaras
- Snorkels
- Aletas
- Trajes de neopreno
- Cinturones para lastre
- Pastillas de lastre
- Tanques de aire
- Reguladores de aire
- Chalecos compensadores
- Bolsa de levantamiento
- Vehículo
- Embarcación

## **Práctica 9: Buceo nocturno**

### ***Duración***

8 horas

### ***Procedimiento***

1. Recibe instrucciones guiadas por parte de su docente.
2. Atiende las instrucciones de su docente.
3. Selecciona su bina entre sus pares.
4. Realiza una inmersión nocturna en la que se percatará de las diferencias entre un buceo diurno y uno nocturno.
5. Recibe retroalimentación docente.
6. Prepara una bitácora digital de la salida de campo para entregar por plataformas institucionales.
7. Entrega la bitácora.

### ***Recursos de apoyo***

- Traje de baño
- Máscaras
- Snorkels
- Aletas
- Trajes de neopreno

- Cinturones para lastre
- Pastillas de lastre
- Tanques de aire
- Reguladores de aire
- Chalecos compensadores
- Linternas subacuáticas
- Vehículo
- Embarcación

## **Práctica 10: Buceo de conservación**

### ***Duración***

8 horas

### ***Procedimiento***

1. Recibe instrucciones guiadas por parte de su docente.
2. Atiende las instrucciones de su docente.
3. Selecciona su bina entre sus pares.
4. Realiza un buceo en el bosque de macroalgas.
5. Analiza el medio acuático y relaciona las interacciones entre los organismos del ecosistema.
6. Recibe retroalimentación docente.
7. Prepara una bitácora digital de la salida de campo para entregar por plataformas institucionales.
8. Entrega la bitácora.

### ***Recursos de apoyo***

- Traje de baño
- Máscaras
- Snorkels
- Aletas
- Trajes de neopreno
- Cinturones para lastre
- Pastillas de lastre
- Tanques de aire
- Reguladores de aire
- Chalecos compensadores
- Tablas de apuntes subacuáticas
- Vehículo
- Embarcación

## MÉTODO DE TRABAJO

### Encuadre

El primer día de clase, cada docente debe establecer de forma clara y formal:

- La metodología de trabajo.
- Criterios de evaluación y rúbricas.
- Reglas sobre la calidad y entrega de trabajos académicos.
- Derechos y obligaciones del docente y los estudiantes.

Esto debe quedar registrado y comunicado por medios institucionales (como Blackboard o correo institucional).

### Estrategia de enseñanza

- Aprendizaje basado en casos
- Aprendizaje basado en preguntas
- Aprendizaje basado en problemas
- Discusión guiada
- Estudio de caso
- Instrucción directa o guiada
- Simulación de casos reales
- Trabajo de campo guiado
- Tutoría entre pares
- Técnica expositiva

### Estrategia de aprendizaje

- Investigación documental
- Investigación empírica
- Resolución de problemas
- Toma de apuntes estratégicos
- Trabajo colaborativo
- Visitas a campo

## X. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

### Criterios de acreditación

Para tener derecho a examen ordinario y extraordinario cada estudiante debe cumplir con los porcentajes de asistencia que establece el Estatuto Escolar vigente. La calificación es en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 60.

### Criterios de evaluación

|                          |      |
|--------------------------|------|
| - Evaluaciones parciales | 30%  |
| - Bitácora de práctica   | 70%  |
| Total                    | 100% |

## XI. REFERENCIAS

### Recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

Aygün, Y., & Tüfekçi, Ş. (2020). Leisure and SCUBA diving safety tips during and after COVID-19. *Cogent Social Sciences*, 6(1), Article 1846257. <https://doaj.org/article/dec50082a930489382a4de9d1e39cba3>

Di Camillo, C. G., Turicchia, E., Roveta, C., Quadrini, G., Storari, A., Scarpa, C., Coppari, M., Marrocco, T., Torsani, F., Gregorin, C., Pulido Mantas, T., Cerrano, C., & Ponti, M. (2025). Towards blue diving: Analysis and solutions to prevent scuba diving impact in the Mediterranean Sea. *Ocean & Coastal Management*, 269, 107833. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2025.107833>

Orr, D., & Douglas, E. (2007). *Scuba diving safety*. Human Kinetics. [clásica]

Pińkowska, O., Podstawka, Z., Byś, A., & Gawda, P. (2020). Risk factors of decompression sickness in scuba diving. *Journal of Education, Health and Sport*, 10(9), 569–576. <https://doi.org/10.12775/JEHS.2020.10.09.069>

### Recursos de acceso libre o complementarios externos

Brenner, R. J., Balan, K. A., Andersen, M. P. L., Dugrenot, E., Vrijdag, X. C. E., Van Waart, H., & Tillmans, F. (2024). A review of nutritional recommendations for scuba divers. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 21(1). <https://doi.org/10.1080/15502783.2024.2402386>

King, R., Kreszowski, F. y Lewis, S. (2008). *Manual Advanced Adventure SDI*. International Training. [clásica].



Schickel, K. (2006). *SDI Open Water Scuba Diver Manual*. (4a ed). International training. [clásica].

Vann, R.D., Lang, M.A. (2011). (Eds). *Recreational Diving Fatalities Proceedings of the Divers Alert Network 2010 April 8-10 Workshop*. *Divers Alert Network*. [clásica]

## **XII. PERFIL DOCENTE**

Licenciatura en Biología, Oceanología, Biotecnología en acuicultura, preferentemente Maestría o Doctorado en área afín, respaldada con una trayectoria profesional como instructor de buceo autónomo y que incluya experiencia mínima de 2 años impartiendo docencia, participación en proyectos de divulgación científica o investigación interdisciplinaria. Entre las cualidades deseables se encuentran el pensamiento crítico, la apertura al diálogo, la sensibilidad ética, la capacidad de motivar a estudiantes sin experiencia previa y el manejo de recursos didácticos innovadores, así como valores de empatía, paciencia, entusiasmo, tolerancia, respeto, humildad, que valore y estimule la creatividad, la participación y el trabajo colaborativo.



**PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE**

**I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN**

|                                            |                                                                                                                                                               |
|--------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Unidad académica:</b>                   | Facultad de Ciencias Marinas, Ensenada                                                                                                                        |
| <b>Programa educativo:</b>                 | Biotecnología en Acuicultura                                                                                                                                  |
| <b>Plan de Estudios:</b>                   | 2026-2                                                                                                                                                        |
| <b>Nombre de la unidad de aprendizaje:</b> | Tópicos de Acuicultura                                                                                                                                        |
| <b>Clave:</b>                              |                                                                                                                                                               |
| <b>Distribución horaria:</b>               | Horas Clase: 02<br>Horas Taller: 02<br>Horas Laboratorio: 00<br>Horas Práctica de Campo: 00<br>Horas Clínicas: 00<br>Horas Extra-clase: 02<br><br>Créditos:06 |
| <b>Etapas de formación:</b>                | Disciplinaria                                                                                                                                                 |
| <b>Carácter:</b>                           | Optativa                                                                                                                                                      |
| <b>Requisito:</b>                          | Ninguno.                                                                                                                                                      |
| <b>Modalidad de impartición:</b>           | Presencial                                                                                                                                                    |
| <b>Equipo de diseño:</b>                   | Ángel Raúl Herrera Gutiérrez<br>Emyr Saul Peña Marín<br>Mario Alberto Galaviz Espinoza                                                                        |
| <b>Subdirección que aprueba el PUA:</b>    | Patricia Alvarado Graef                                                                                                                                       |
| <b>Fecha:</b>                              | 25 de febrero de 2026                                                                                                                                         |
| <b>Aprobación y registro:</b>              |                                                                                                                                                               |

## **II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE**

La unidad de aprendizaje de Tópicos en Acuicultura tiene como propósito que el alumnado pueda aplicar conocimientos sobre la situación actual, las biotecnias en desarrollo y las innovaciones asociadas a la producción de organismos acuáticos, con el objetivo de detectar los requerimientos en el campo de la biotecnología en nuestro país. Al final de esta unidad de aprendizaje el estudiantado podrá proponer aplicaciones y soluciones a las necesidades y demandas del sector acuícola. Se ubica en la etapa terminal, es de carácter optativo y pertenece al área de conocimiento de Biotecnología.

## **III. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE**

Evaluar las necesidades de nuestro país en el campo de la acuicultura, para promover soluciones a las demandas de la biotecnia de peces, moluscos, crustáceos y algas, mediante el análisis de las principales biotecnias e innovaciones tecnológicas, con actitud propositiva y responsabilidad.

## **IV. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE**

Análisis y presentación de un caso de estudio donde se identifiquen las necesidades y/o problemáticas de una unidad de producción acuícola con el objetivo de proponer soluciones integrales al caso de estudio.

## **V. COMPETENCIA PROFESIONAL DEL PERFIL DE EGRESO A LA QUE CONTRIBUYE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE**

Implementar y adaptar tecnologías de cultivo y manejo acuícola, mediante el análisis técnico de sistemas existentes y la aplicación de soluciones innovadoras acordes a distintas especies y entornos, para mejorar la producción de especies de importancia comercial de forma eficiente y sostenible, respondiendo a las condiciones socioambientales y económicas del país, con ética profesional y responsabilidad.

## **VI. EJE TRANSVERSAL AL QUE CONTRIBUYE**

Excelencia y Vanguardia

## **VII. DESARROLLO POR UNIDADES**

### **Unidad I. Situación actual de la Acuicultura**

#### **Competencia**

Examinar la situación actual de la biotecnología en acuicultura, mediante el análisis de sus principales cultivos, casos de éxito a nivel mundial, nacional y regional, para promover soluciones a las demandas de la biotecnología de algas, moluscos, crustáceos y peces, con actitud propositiva y responsabilidad.

#### **Contenido**

- 1.1. Principales cultivos (volumen y valor económico)
  - 1.1.1. Mundial
  - 1.1.2. Nacional
  - 1.1.3. Regional (regionalización CONAPESCA)
- 1.2. Impacto económico, ecológico y cultura de la Acuicultura
  - 1.2.1. Mundial
  - 1.2.2. Nacional
  - 1.2.3. Regional (regionalización CONAPESCA)
- 1.3. Casos de éxito y fracaso, discusión y conclusiones de los casos
  - 1.3.1. Crustáceos
  - 1.3.2. Moluscos
  - 1.3.3. Peces
  - 1.3.4. Algas
  - 1.3.5. Sistemas multitróficos integrados

#### **Duración**

08 horas

### **Unidad II. Biotecnias en Acuicultura**

#### **Competencia**

Analizar las principales biotecnias acuícolas desarrolladas, mediante el estudio de su aplicación en el campo, para identificar sus principales retos, oportunidades y áreas de mejora, con actitud crítica y proactiva.

#### **Contenido**

- 2.1. Principales biotecnias de crustáceos
  - 2.1.1. Principales especies
  - 2.1.2. Tecnologías en desarrollo
  - 2.1.3. Retos y oportunidades
- 2.2. Principales biotecnias de moluscos
  - 2.2.1. Principales especies
  - 2.2.2. Tecnologías en desarrollo
  - 2.2.3. Retos y oportunidades

- 2.3. Principales biotecnias de peces
  - 2.3.1. Principales especies
  - 2.3.2. Tecnologías en desarrollo
  - 2.3.3. Retos y oportunidades
- 2.4. Principales biotecnias de algas
  - 2.4.1. Principales especies
  - 2.4.2. Tecnologías en desarrollo
  - 2.4.3. Retos y oportunidades

### ***Duración***

12 horas

## **Unidad III. Innovaciones en la acuacultura**

### ***Competencia***

Examinar las principales innovaciones en acuacultura a escala global, mediante el estudio de los cultivos alternativos, tecnologías emergentes y certificaciones, para identificar oportunidades de aplicación y promover la economía circular en las áreas de la acuacultura, con objetividad, actitud crítica y responsabilidad.

### ***Contenido***

- 3.1. Cultivos alternativos en Acuacultura
  - 3.1.1. Acuaponia
  - 3.1.2. Acuacultura simbiótica
  - 3.1.3. Acuacultura integral
  - 3.1.4. Cultivos multitróficos
- 3.2. Tecnologías emergentes en la acuacultura
  - 3.2.1. Inteligencia artificial en la acuicultura
  - 3.2.2. Aplicaciones móviles en la acuacultura
  - 3.2.3. Organismos Genéticamente Modificados (OMG)
  - 3.2.4. Herramientas ómicas aplicadas en la acuacultura
- 3.3. Certificaciones en la acuacultura
  - 3.3.1. NOMS-MEXICO
  - 3.3.2. HACCP
  - 3.3.3. FDA
  - 3.3.4. BAP
  - 3.3.5. GLOBAL G.A.P
  - 3.3.6. ASC
  - 3.3.7. MSC
  - 3.3.8. MARINE TRUST
- 3.4. Economía circular
  - 3.4.1. Caso de estudio y buenas prácticas en acuacultura circular.

### ***Duración***

12 horas

## VIII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER

### Unidad I. Situación actual de la Acuicultura

#### Práctica 1: Análisis de casos de la situación actual de la acuicultura.

##### ***Duración***

6 horas

##### ***Procedimiento***

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Previo al taller realiza una investigación documental en la cual busca un caso de estudio sobre la situación actual de la acuicultura.
3. Identifica las problemáticas y retos que presenta la unidad acuícola.
4. Identifica y analiza su impacto económico, ecológico y social.
5. Presenta el caso y los hallazgos.
6. Participa en la discusión, retroalimentación y conclusiones de los casos.
7. Elabora y entrega la presentación en la plataforma digital designada por su docente.

##### ***Recursos de apoyo***

- Casos de la situación actual de acuicultura
- Acceso a internet

### Unidad II. Biotecnias en Acuicultura

#### Práctica 2: Análisis de casos actuales de implementación de la biotecnia en acuicultura

##### ***Duración***

10 horas

##### ***Procedimiento***

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Previo al taller realiza una investigación documental en la cual busca un caso de estudio sobre la implementación de la biotecnia en acuicultura.
3. Identifica las problemáticas y retos de integración de las biotecnias al campo de la acuicultura.
4. Identifica y analiza su impacto económico, ecológico y social.
5. Presenta el caso y los hallazgos.
6. Participa en la discusión, retroalimentación y conclusiones de los casos.
7. Elabora y entrega la presentación en la plataforma digital designada por su docente.

##### ***Recursos de apoyo***

- Casos de éxito y fracaso en acuicultura
- Acceso a internet

### **Unidad III. Innovaciones en la acuacultura**

#### **Práctica 3: Análisis de líneas emergentes e innovaciones en el sector acuícola**

##### ***Duración***

10 horas

##### ***Procedimiento***

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Previo al taller realiza una investigación documental en la cual busca un caso de estudio sobre innovaciones en la acuacultura.
3. Identifica las líneas emergentes e innovaciones dentro del ámbito acuícola y los retos que presenta su integración.
4. Identifica y analiza su impacto económico, ecológico y social.
5. Presenta el caso y los hallazgos.
6. Participa en la discusión, retroalimentación y conclusiones de los casos.
7. Elabora y entrega la presentación en la plataforma digital designada por su docente.

##### ***Recursos de apoyo***

- Casos de estudio sobre innovaciones en acuacultura
- Acceso a internet

#### **Práctica 4: Análisis de problemáticas y/o necesidades de un caso de estudio y su propuesta de soluciones**

##### ***Duración***

06 horas

##### ***Procedimiento***

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Previo al taller realiza una investigación documental y desarrolla un caso de estudio sobre acuacultura.
3. Presenta el caso de estudio utilizando material de apoyo previamente diseñado.
4. Identifica las problemáticas y retos que presenta la unidad acuícola.
5. Identifica y analiza su impacto económico, ecológico y social.
6. Propone soluciones integradoras a las necesidades y/o problemáticas.
7. Participa en la discusión, retroalimentación y conclusiones de los casos.
8. Elabora y entrega la presentación en la plataforma digital designada por su docente.

##### ***Recursos de apoyo***

- Casos de estudio sobre acuacultura
- Acceso a internet

## **XI. MÉTODO DE TRABAJO**

### **Encuadre**

El primer día de clase, cada docente debe establecer de forma clara y formal:

- La metodología de trabajo.
- Criterios de evaluación y rúbricas.
- Reglas sobre la calidad y entrega de trabajos académicos.
- Derechos y obligaciones del docente y los estudiantes.

Esto debe quedar registrado y comunicado por medios institucionales (como Blackboard o correo institucional).

### **Estrategia de enseñanza**

- Aprendizaje basado en casos
- Aprendizaje basado en problemas
- Aprendizaje basado en proyectos
- Aprendizaje colaborativo
- Discusión guiada
- Estudio de caso
- Instrucción directa o guiada
- Simulación de casos reales

### **Estrategia de aprendizaje**

- Aprendizaje autorregulado
- Elaboración de organizadores gráficos (infografías, mapas mentales, mapas conceptuales)
- Investigación documental
- Práctica reflexiva
- Resolución de problemas
- Toma de apuntes estratégicos
- Trabajo colaborativo

## **X. CRITERIOS DE EVALUACIÓN**

### **Criterios de acreditación**

Para tener derecho a examen ordinario y extraordinario, cada estudiante debe cumplir con los porcentajes de asistencia que establece el Estatuto Escolar vigente. La calificación es en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 60.



## Criterios de evaluación

|                                                 |      |
|-------------------------------------------------|------|
| - Evaluaciones parciales                        | 20%  |
| - Prácticas taller                              | 30%  |
| - Actividades                                   | 10%  |
| - Análisis y presentación de un caso de estudio | 40%  |
| Total                                           | 100% |

## XI. REFERENCIAS

### Recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

FAO. (2024). *The state of world fisheries and aquaculture 2024: Blue transformation in action*.  
<https://doi.org/10.4060/cd0683en>

Lekang, O. (2020). *Aquaculture engineering*. John Wiley & Sons.

Steinberg, C. E. (2024). *Aquatic animal nutrition: Plant preparations*. Springer Nature.  
<https://doi.org/10.1007/978-3-031-70938-8>

Takeuchi, T. (2018). *Application of recirculating aquaculture systems in Japan*. Springer.

### Recursos de acceso libre o complementarios externos

AQUACULTURE MAGAZINE. (s. f.). <https://aquaculturemag.com/>

Industria acuícola. (s. f.). <https://industriaacuicola.com>

Martínez-Porchas, M., Vargas-Albores, F., Garibay-Valdez, E., & Martínez-Córdova, L. R. (2023). Editorial: Advances and perspectives in integrated multi-trophic aquaculture. *Frontiers in Marine Science*, 10, Article 1197343.  
<https://doi.org/10.3389/fmars.2023.1197343>

Panorama acuícola. (s. f.). <https://panoramaacuicola.com/>

Rekha, P. N., & Vijayan, K. K. (2022). Water management for sustainable brackishwater aquaculture in coastal ecosystem: Innovative approaches. En *Springer eBooks* (pp. 433–453). [https://doi.org/10.1007/978-3-030-95618-9\\_34](https://doi.org/10.1007/978-3-030-95618-9_34)

## **XII. PERFIL DOCENTE**

Licenciatura en Biología Marina, Oceanología, Biotecnología en Acuicultura, Biología preferentemente posgrado en área de las Ciencias Marinas , experiencia laboral y docente relacionada con la asignatura de mínimo 2 años. Ser una persona responsable, crítica y proactiva que promueve el aprendizaje significativo de estudiantes.



PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

|                                                       |                                                                                                                                                               |               |                 |                  |
|-------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|-----------------|------------------|
| <b>Unidad académica:</b>                              | Facultad de Ciencias Marinas, Ensenada                                                                                                                        |               |                 |                  |
| <b>Programa educativo:</b>                            | Oceanología<br>Licenciatura en Biotecnología en Acuicultura<br>Licenciatura en Ciencias Ambientales                                                           |               |                 |                  |
| <b>Plan de Estudios:</b>                              | 2026-2                                                                                                                                                        |               |                 |                  |
| <b>Nombre de la unidad de aprendizaje:</b>            | Realidad Virtual para Ciencias Naturales y Exactas                                                                                                            |               |                 |                  |
| <b>Clave:</b>                                         |                                                                                                                                                               |               |                 |                  |
| <b>Distribución horaria:</b>                          | Horas Clase: 02<br>Horas Taller: 03<br>Horas Laboratorio: 00<br>Horas Práctica de Campo: 00<br>Horas Clínicas: 00<br>Horas Extra-clase: 02<br><br>Créditos:07 |               |                 |                  |
| <b>Características del PUA por programa educativo</b> | <b>Programa educativo</b>                                                                                                                                     | <b>Etapas</b> | <b>Carácter</b> | <b>Requisito</b> |
|                                                       | Oceanología                                                                                                                                                   | Disciplinaria | Optativo        | Ninguno          |
|                                                       | Licenciatura en Biotecnología en Acuicultura                                                                                                                  | Disciplinaria | Optativo        | Ninguno          |
|                                                       | Licenciatura en Ciencias Ambientales                                                                                                                          | Terminal      | Optativa        | Ninguno          |
| <b>Modalidad de impartición:</b>                      | Presencial                                                                                                                                                    |               |                 |                  |
| <b>Equipo de diseño:</b>                              | Josué Rodolfo Villegas Mendoza<br>Luis Javier Villegas Villavicencio<br>Eliaana Gómez Ocampo<br>Idaly Trejo Escamilla                                         |               |                 |                  |
| <b>Subdirección que aprueba el PUA:</b>               | Patricia Alvarado Graef                                                                                                                                       |               |                 |                  |
| <b>Fecha:</b>                                         | 21 de mayo de 2026                                                                                                                                            |               |                 |                  |
| <b>Aprobación y registro:</b>                         |                                                                                                                                                               |               |                 |                  |

## II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

La unidad de aprendizaje Realidad Virtual para Ciencias Naturales y Exactas tiene como propósito proporcionar al estudiantado una comprensión integral y práctica de cómo la realidad virtual (VR) puede aplicarse en diversas áreas de las ciencias naturales y exactas, incluyendo la visualización de moléculas, seres vivos y ecosistemas. Esta unidad busca integrar conocimientos teóricos sobre VR con aplicaciones prácticas en la oceanología, ciencias ambientales y acuicultura.

## III. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Explicar la estructura de moléculas, seres vivos y ecosistemas mediante la utilización de herramientas de visualización basadas en tecnologías de realidad virtual para ofrecer una experiencia educativa inmersiva, con compromiso, rigor científico y creatividad.

## IV. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE

Un proyecto final que explique ampliamente la estructura de moléculas, seres vivos y ecosistemas utilizando herramientas de visualización basadas en tecnologías de realidad virtual, cumpliendo con los criterios de compromiso, rigor científico y creatividad especificados en la competencia general.

## V. COMPETENCIA PROFESIONAL DEL PERFIL DE EGRESO A LA QUE CONTRIBUYE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

### **Oceanología**

Analizar la variabilidad y la dinámica de los procesos y fenómenos del medio marino y costero, a través del procesamiento de información multidisciplinaria y herramientas teóricas, técnicas, metodológicas y tecnológicas para modelar y caracterizar los sistemas marinos y costeros, con pensamiento crítico, objetivo y rigor científico.

### **Licenciatura en Biotecnología en Acuicultura**

Implementar y adaptar tecnologías de cultivo y manejo acuícola, mediante el análisis técnico de sistemas existentes y la aplicación de soluciones innovadoras acordes a distintas especies y entornos, para mejorar la producción de especies de importancia comercial de forma eficiente y sostenible, respondiendo a las condiciones socioambientales y económicas del país, con ética profesional y responsabilidad.

### **Licenciatura en Ciencias Ambientales**

Diseñar soluciones innovadoras utilizando metodologías participativas con el fin de generar escenarios de solución a problemáticas socioecosistémicas, con creatividad, responsabilidad social e inclusión.

## VI. EJE TRANSVERSAL AL QUE CONTRIBUYE

Vanguardia

## VII. DESARROLLO POR UNIDADES

### Unidad I. Fundamentos de la realidad virtual

#### **Competencia**

Analizar los principales componentes de los dispositivos de realidad virtual, mediante la revisión de aspectos técnicos, tecnológicos y fisiológicos, para manipularlos de manera efectiva, con responsabilidad.

#### **Contenido**

- 1.1. Introducción a la realidad virtual (VR)
- 1.2. Tecnología y Dispositivos de VR
- 1.3. Aspectos Técnicos de la VR
- 1.4. Ergonomía y Salud en la VR
- 1.5. Mantenimiento y Cuidado de los Dispositivos de VR

#### **Duración**

6 horas

### Unidad II. Aplicaciones de la realidad virtual en ciencias naturales y exactas

#### **Competencia**

Examinar diferentes aplicaciones de realidad virtual, mediante la revisión de sus ventajas y desventajas, para visualizar y manipular estructuras moleculares, la estructura de seres vivos o ecosistemas, con actitud crítica y creativa.

#### **Contenido**

- 2.1. Uso de aplicaciones de VR para visualización molecular
- 2.2. Uso de aplicaciones de VR para explorar organismos marinos
- 2.3. Análisis de ecosistemas marinos con VR

#### **Duración**

12 horas

### Unidad III. Proyectos de investigación y conservación con realidad virtual

#### **Competencia**

Evaluar los componentes y características de estructuras moleculares, la estructura de seres vivos o ecosistemas, mediante tecnologías de realidad virtual, para presentar una propuesta de investigación o conservación, con una actitud crítica y reflexiva.

### **Contenido**

- 3.1. Desarrollo de Proyectos de Investigación en VR
- 3.2. Propuestas de conservación
- 3.3. Presentación de proyectos finales

### **Duración**

14 horas

## **VII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER**

### **Unidad I. Fundamentos de la realidad virtual**

#### **Práctica 1: Introducción a la Realidad Virtual**

##### **Duración**

3 horas

##### **Procedimiento**

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo del Práctica sobre los fundamentos de la Realidad Virtual, abordando su definición, historia, evolución y principales aplicaciones en las ciencias, apoyándose en una presentación interactiva con ejemplos visuales.
2. Investiga en fuentes académicas sobre los hitos clave en la evolución de la Realidad Virtual, verificando la pertinencia de la información recopilada.
3. Diseña un diagrama de flujo que ilustre la evolución de la Realidad Virtual, integrando fechas, eventos y avances tecnológicos relevantes.
4. Presenta el diagrama elaborado, explicando los hitos seleccionados y su relevancia para las ciencias naturales y exactas.
5. Discute en forma grupal dirigida por el docente sobre cómo la Realidad Virtual puede transformar áreas científicas como la Oceanografía, Acuicultura y Ciencias Ambientales.
6. Entrega la actividad por el medio solicitado por el docente.

##### **Recursos de apoyo**

- Computadora o celular con internet y cámara.
- Dispositivos de realidad virtual y/o realidad aumentada.

#### **Práctica 2: Aprender a manejar y Configurar Dispositivos VR**

##### **Duración**

3 horas

##### **Procedimiento**

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo del taller.
2. Analiza los principales componentes de un visor de Realidad Virtual y explica su función.

3. Revisa el manual de configuración del Oculus Quest 2 y toma notas sobre el proceso.
4. Sigue los pasos de configuración del visor, aplicando la información revisada en el manual.
5. Realiza pruebas básicas de funcionamiento y explora un entorno de demostración en Realidad Virtual.
6. Elabora un diagrama de flujo con los pasos de configuración y las posibles soluciones a problemas comunes.
7. Entrega la actividad por el medio solicitado por el docente.

### **Recursos de apoyo**

- Manuales de uso de lentes de RV, computadora o celular con internet y cámara.
- Dispositivos de realidad virtual y/o realidad aumentada.

## **Práctica 3: Identificar aspectos de seguridad y ergonomía en la VR**

### **Duración**

3 horas

### **Procedimiento**

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo del taller.
2. Analiza la importancia de la seguridad y el mantenimiento en el uso de visores de Realidad Virtual.
3. Revisa casos reales de incidentes o fallos ocasionados por mal uso o falta de mantenimiento.
4. Investiga y analiza en equipo información relacionada con:
  - a) Seguridad del usuario: medidas para evitar lesiones y fatiga visual, ergonomía y tiempos recomendados de uso.
  - b) Mantenimiento del visor: limpieza, almacenamiento, actualizaciones y cuidados para prolongar su vida útil.
  - c) Protocolos de uso compartido: higiene, programación de uso y capacitación de usuarios.
5. Diseña un protocolo con base en la información investigada, que incluya:
  - a) Procedimientos diarios, semanales y mensuales de mantenimiento.
  - b) Directrices de seguridad para usuarios novatos y experimentados.
  - c) Plan de respuesta ante incidentes (mareos, caídas, fallos técnicos, entre otros).
6. Expone ante el grupo el protocolo elaborado en un tiempo máximo de cinco minutos y participa en una sesión de preguntas y respuestas para comparar enfoques y sugerir mejoras.

### **Recursos de apoyo**

- Documentos a analizar
- Computadora o celular con internet y cámara.

- Dispositivos de realidad virtual y/o realidad aumentada.

#### **Práctica 4: Formación de imágenes en RV**

##### ***Duración***

3 horas

##### ***Procedimiento***

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo del taller.
2. Investiga y analiza acerca de las funciones de cada estructura del ojo.
3. Realiza ejercicios de colocar su mano vertical con el brazo estirado, los dedos abiertos, observa su mano y sin dejar de enfocar en la mano, analiza ¿qué logra ver en los objetos que están lejos?
4. Ahora al revés, analiza cómo enfoca en los objetos lejanos. ¿cómo se aprecian los dedos y la mano?
5. Analiza, si el ojo izquierdo y el derecho ven cosas diferentes, ¿cuál es la realidad que percibe?
6. Comprende que a esas discrepancias entre las imágenes de ambos ojos es que logra ver en 3ra dimensión.
7. Realiza una comparación con lo que percibe en los lentes de RV y lo traduce en un ensayo.

##### ***Recursos de apoyo***

- Documentos a analizar
- Computadora o celular con internet y cámara.
- Dispositivos de realidad virtual y/o realidad aumentada.

### **Unidad II. Aplicaciones de la realidad virtual en las ciencias naturales y exactas**

#### **Práctica 5: Realizar un prototipo de Visor RV**

##### ***Duración***

3 horas

##### ***Procedimiento***

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo del taller
2. Realiza la búsqueda para armar sus propias gafas de RV
3. Considera distintos aspectos de acuerdo a la anatomía de su rostro (enfoque en la distancia entre los ojos)
4. Emplea distintos modelos que sean más prácticos y ergonómicos
5. Utiliza las mejores plantillas para elaborar los prototipos de las gafas de RV
6. Elabora los prototipos con material reciclado que considere más prácticos
7. Hace las pruebas con el apoyo del celular e imágenes que haya creado.



### **Recursos de apoyo**

- Computadora o celular con internet y cámara.
- Materiales: Lentes de aumento pequeñas, pegamento o silicón caliente, cinta adhesiva o doble cara, tijeras o cúter, regla, lápiz y goma EVA (opcional para acolchonar), velcro o liga elástica para sujetar el celular
- Dispositivos de realidad virtual y/o realidad aumentada.

## **Práctica 6: Aplicaciones de realidad virtual en distintas áreas del conocimiento, con enfoque a las ciencias marinas**

### **Duración**

3 horas

### **Procedimiento**

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo del taller.
2. Investiga de forma individual ejemplos de proyectos científicos que hayan utilizado realidad virtual.
3. Investiga Virtual en áreas como biología, oceanografía o biotecnología marina.
4. Define una pregunta de investigación basada en el uso de la Realidad Virtual.
5. Estructura una o varias propuestas de investigación que incluyan hipótesis, objetivos y metodología.
6. Presenta la propuesta ante la clase
7. Recibe retroalimentación del docente y los compañeros.

### **Recursos de apoyo**

- Documentos a analizar
- Computadora o celular con internet y cámara.
- Dispositivos de realidad virtual y/o realidad aumentada.

## **Práctica 7: Herramientas para crear imágenes o escenas VR**

### **Duración**

3 horas

### **Procedimiento**

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Analiza acerca de las características de una imagen tridimensional
3. Realiza ejercicios que involucren la percepción de las imágenes de cada uno de los ojos en la vida real, de cada ojo percibe una imagen ligeramente distinta (por la separación entre ambos), y relaciona como el cerebro las fusiona para percibir profundidad.
4. Se apoya con alguna app, chatgtp, Cardboard Camera (Android) o 3D Photo Effect para combinar las dos imágenes.
5. Guarda el archivo generado para observarlo con gafas VR.

6. Compara las distintas imágenes generadas de las distintas app
7. Presenta la actividad ante grupo para retroalimentación.

### **Recursos de apoyo**

- Documento a analizar
- Computadora o celular con internet y cámara.
- Dispositivos de realidad virtual y/o realidad aumentada.

## **Práctica 8: Buscar recursos en VR para visualización molecular**

### **Duración**

3 horas

### **Procedimiento**

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo del taller sobre la introducción al uso de la herramienta Nanome.
2. Comprende las aplicaciones de la herramienta en la biotecnología y la química marina.
3. Se instala y configura el programa Nanome en las computadoras de los estudiantes.
4. Explora en equipos las estructuras moleculares en 3D dentro de la plataforma Nanome.
5. Compara la visualización tradicional con la visualización inmersiva para identificar ventajas y limitaciones de cada enfoque.
6. Elabora un reporte grupal que incluya capturas de pantalla y un análisis de la experiencia obtenida durante la actividad.
7. Entrega la actividad por el medio solicitado por el docente.

### **Recursos de apoyo**

- Computadora o celular con internet y cámara.
- Dispositivos de realidad virtual y/o realidad aumentada.

## **Práctica 9: Exploración de Organismos Marinos con VR**

### **Duración**

3 horas

### **Procedimiento**

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo del taller sobre la introducción al uso de la herramienta como ocean Rift, the great ocean, VR oceans, etc.
2. Comprende las aplicaciones de la herramienta en el mundo marino.
3. Se instala y configura un programa en las computadoras de los estudiantes.
4. Compara la visualización tradicional con la visualización inmersiva para identificar ventajas y limitaciones de cada enfoque.
5. Elabora un reporte grupal que incluya capturas de pantalla y un análisis de la experiencia obtenida durante la actividad.
6. Entrega la actividad por el medio solicitado por el docente.

### **Recursos de apoyo**

- Computadora o celular con internet y cámara.
- Dispositivos de realidad virtual y/o realidad aumentada.

### **Práctica 10: Simulación de Ecosistemas Marinos con VR**

#### **Duración**

3 horas

#### **Procedimiento**

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo del taller.
2. Presenta diferentes herramientas de simulación de ecosistemas marinos en realidad virtual, como Google Earth VR y otras aplicaciones especializadas.
3. Explora de forma individual diferentes ecosistemas en VR, observando especies clave y su entorno.
4. Analiza en equipos la biodiversidad, las interacciones tróficas y los factores ambientales representados en la simulación.
5. Compara la información observada en VR con referencias científicas sobre los ecosistemas estudiados.
6. Elabora un informe técnico que incluya una tabla de aciertos y errores en la representación virtual.

### **Recursos de apoyo**

- Computadora o celular con internet y cámara.
- Dispositivos de realidad virtual y/o realidad aumentada.

### **Práctica 11: Identificación de Especies en VR**

#### **Duración**

3 horas

#### **Procedimiento**

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo del taller.
2. Analiza como la RV le permite “estar” dentro de un ecosistema: observar detalles anatómicos, patrones de movimiento y relaciones ecológicas sin interferir con el entorno real.
3. Realiza una selección de apps y plataformas gratuitas o con versiones educativas ideales para el objetivo del taller (Quest, SteamVR).
4. Se apoya en videos 360° de arrecifes, bosques y fauna, donde se puede practicar identificación.
5. Utiliza Google Tour Creator para armar una galería virtual con imágenes 360° y etiquetas de especies.

6. Crear un ecosistema 3D con modelos de animales (puedes importarlos desde Sketchfab).
7. Crear una experiencia VR en Unity o Blender (solo si el grupo tiene conocimientos técnicos), integrando modelos de especies 3D.

### **Recursos de apoyo**

- Documentos a analizar
- Computadora o celular con internet y cámara.
- Dispositivos de realidad virtual y/o realidad aumentada.

## **Unidad III. Proyectos de investigación y conservación con Realidad Virtual**

### **Práctica 12: Divulgación de las ciencias marinas y ambientales a través de las aplicaciones de realidad virtual**

#### **Duración**

3 horas

#### **Procedimiento**

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo del taller.
2. Investiga la forma de desarrollar un tema relacionado con el área de ciencias marinas a través de las aplicaciones de realidad virtual que han utilizado: *Ocean Rift*, *Explorer*, *Ecosphere*, *Nanome*.
3. Desarrolla un proyecto a través de una infografía, cuento para colorear o video corto en el cual demuestra un entendimiento del uso de la realidad virtual en las ciencias marinas o ambientales.
4. Incorpora alguna de las aplicaciones exploradas en clase.
5. Entrega la actividad por el medio solicitado por el docente.

### **Recursos de apoyo**

- Documentos a analizar
- Computadora o celular con internet y cámara.

- Dispositivos de realidad virtual y/o realidad aumentada.

### **Práctica 13: Integración de conocimientos adquiridos en el curso "Realidad Virtual para Ciencias Naturales y Exactas" a una investigación que explore el uso de VR en el estudio y conservación de ecosistemas. Fase 1**

#### ***Duración***

3 horas

#### ***Procedimiento***

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo del taller.
2. Elige un tema de su interés dentro de los campos de Oceanología, Ciencias Ambientales o Biotecnología en Acuicultura.
3. Desarrolla una propuesta de investigación en la que VR se use como herramienta de exploración, análisis o educación
4. Justifica su importancia científica y práctica.
5. Elabora un resumen de 1 cuartilla del tema seleccionado, respondiendo a una Pregunta de investigación y justifica el tema.

#### ***Recursos de apoyo***

- Documentos a analizar
- Computadora o celular con internet y cámara.
- Dispositivos de realidad virtual y/o realidad aumentada.

### **Práctica 14: Integración de conocimientos adquiridos en el curso "Realidad Virtual para Ciencias Naturales y Exactas" a una investigación que explore el uso de VR en el estudio y conservación de ecosistemas. Fase 2**

#### ***Duración***

3 horas

#### ***Procedimiento***

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo del taller.
2. Investiga en bases de datos científicas abiertas (FishBase, NOAA, GBIF, Google Scholar).
3. Analiza cómo RV ha sido utilizada en investigaciones previas dentro del tema seleccionado.
4. Elabora un listado y análisis de la revisión bibliográfica (mínimo 5 fuentes científicas).

#### ***Recursos de apoyo***

- Documentos a analizar

- Computadora o celular con internet y cámara.
- Dispositivos de realidad virtual y/o realidad aumentada.

**Práctica 15: Integración de conocimientos adquiridos en el curso "Realidad Virtual para Ciencias Naturales y Exactas" a una investigación que explore el uso de VR en el estudio y conservación de ecosistemas. Fase 3**

***Duración***

3 horas

***Procedimiento***

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Diseña una propuesta de investigación aplicando VR en su tema de estudio.
3. Plantea Objetivo general y específicos
4. Describe la Metodología (uso de VR y herramientas tecnológicas)
5. Describe los resultados esperados

***Recursos de apoyo***

- Documentos a analizar
- Computadora o celular con internet y cámara.
- Dispositivos de realidad virtual y/o realidad aumentada.

**Práctica 16: Integración de conocimientos adquiridos en el curso "Realidad Virtual para Ciencias Naturales y Exactas" a una investigación que explore el uso de VR en el estudio y conservación de ecosistemas. Fase 4**

***Duración***

3 horas

***Procedimiento***

1. Atiende las orientaciones docentes para el desarrollo de la práctica.
2. Crea una presentación multimedia con los hallazgos y propuesta.
3. Expone ante el grupo usando Blackboard o en formato presencial.
4. Reflexiona sobre los beneficios y limitaciones del uso de VR en el tema elegido.

***Recursos de apoyo***

- Documentos a analizar
- Computadora o celular con internet y cámara.

- Dispositivos de realidad virtual y/o realidad aumentada.

## **XI. MÉTODO DE TRABAJO**

### **Encuadre**

El primer día de clase, cada docente debe establecer de forma clara y formal:

- La metodología de trabajo.
- Criterios de evaluación y rúbricas.
- Reglas sobre la calidad y entrega de trabajos académicos.
- Derechos y obligaciones del o la docente y del estudiantado

Esto debe quedar registrado y comunicado por medios institucionales (como Blackboard o correo institucional).

### **Estrategia de enseñanza**

- Estudio de caso
- Método de proyectos
- Aprendizaje basado en problemas
- Aprendizaje basado en casos
- Aprendizaje basado en preguntas
- Técnica expositiva
- Debates
- Discusión guiada
- Instrucción guiada

### **Estrategia de aprendizaje**

- Investigación documental
- Investigación empírica
- Exposición de resoluciones de casos prácticos
- Trabajo colaborativo
- Técnica expositiva
- Mapas mentales
- Mapas conceptuales
- Cuadros comparativos
- Infografías

## **XII. CRITERIOS DE EVALUACIÓN**

### **Criterios de acreditación**

Para tener derecho a examen ordinario y extraordinario cada estudiante debe cumplir con los porcentajes de asistencia que establece el Estatuto Escolar vigente. La calificación es en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 60.

## Criterios de evaluación

|                               |             |
|-------------------------------|-------------|
| - Evaluaciones parciales..... | 20%         |
| - Proyecto final.....         | 30%         |
| - Portafolio de talleres..... | 50%         |
| <b>Total.....</b>             | <b>100%</b> |

## XIII. REFERENCIAS

### Recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

- Cakmakci, O., Hoffman, D. M., & Balram, N. (2019). 31-4: Invited Paper: 3D Eyebbox in Augmented and Virtual Reality Optics. *SID Symposium Digest of Technical Papers*, 50, 438-441. <https://doi.org/10.1002/sdtp.12950>
- Cantón Enríquez, D., Arellano Pimentel, J. J., Hernández López, M. Á., & Nieva García, O. S. (2017). Uso didáctico de la realidad virtual inmersiva con interacción natural de usuario enfocada a la inspección de aerogeneradores. *Apertura* (Guadalajara, Jal.), 9(2), 8-23. <https://doi.org/10.32870/ap.v9n2.1049> [clásica]
- Cassidy, K. C., Šefčík, J., Raghav, Y., Chang, A., & Durrant, J. D. (2020). ProteinVR: Web-based molecular visualization in virtual reality. *PLoS Comput Biol*, 16(3), e1007747. <https://doi.org/10.1371/journal.pcbi.1007747>
- Géraldine, F., Voški, A., Mado, M., Bailenson, J. N., & Lantz-Andersson, A. (2024). Underwater virtual reality for marine education and ocean literacy: Technological and psychological potentials. *Environmental Education Research*. <https://doi.org/10.1080/13504622.2024.2326446>
- Hu-Au, E., & Lee, J. J. (2017). Virtual reality in education: A tool for learning in the experience age. *International Journal of Innovation in Education*, 4, 215-226. [clásica]
- Kim, H. Y.-T., Kwon, H.-R., Lim, J.-H., Kim, Y.-S., & Kim, W.-H. (2021). Recent advances in wearable sensors and integrated functional devices for virtual and augmented reality applications. *Advanced Functional Materials*, 31, 2005692. <https://doi.org/10.1002/adfm.202005692>
- Sousa Ferreira, R., Campanari, X., Rogério, A., & Rodrigues Ancioto, A. S. (2021). La realidad virtual como herramienta para la educación básica y profesional. *Revista Científica General José María Córdova*, 19(33), 223-241. <https://doi.org/10.21830/19006586.728>
- Steinbauer, R. (2024). Teaching students about workplace harassment by letting them experience it in a virtual reality environment. *Journal of Management Education*. <https://doi.org/10.1177/10525629231225735>



Zhang, H., Yu, L., Ji, M., Cui, Y., Liu, D., Li, Y., & Wang, Y. (2020). Investigating high school students' perceptions and presences under VR learning environment. *Interactive Learning Environments*, 28(5), 635–655.  
<https://doi.org/10.1080/10494820.2019.1709211>

### Recursos de acceso libre o complementarios externos

Intel. (2023). Transforming education with virtual reality.  
<https://www.intel.com/content/www/us/en/education/transforming-education/vr-in-education.html>

Meta. (2024). Manual Quest 2. <https://www.meta.com/es-es/help/quest/articles/getting-started/getting-started-with-quest-2>

Nanome. (2024). <https://nanome.ai>

## X. PERFIL DOCENTE

Licenciatura o Ingeniería en Ciencias Naturales o Tecnología, preferentemente formado en el área de Ciencias Naturales o Tecnología, con especialización en divulgación científica. Deberá haber completado al menos un curso certificado en Realidad Virtual, Realidad Aumentada o Realidad Extendida, y ser capaz de adaptar contenidos educativos a entornos virtuales e incorporar tecnologías emergentes en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Se requieren 2 años de experiencia docente y ser una persona responsable, comprometida, puntual, con facilidad de expresión, capacidad de liderazgo y tolerante.



PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

|                                                       |                                                                                                                                           |               |                 |                  |
|-------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|-----------------|------------------|
| <b>Unidad académica:</b>                              | Facultad de Ciencias Marinas, Ensenada                                                                                                    |               |                 |                  |
| <b>Programa educativo:</b>                            | Oceanología<br>Licenciatura en Biotecnología en Acuicultura<br>Licenciatura en Ciencias Ambientales                                       |               |                 |                  |
| <b>Plan de Estudios:</b>                              | 2026-2                                                                                                                                    |               |                 |                  |
| <b>Nombre de la unidad de aprendizaje:</b>            | Consultoría                                                                                                                               |               |                 |                  |
| <b>Clave:</b>                                         |                                                                                                                                           |               |                 |                  |
| <b>Distribución horaria:</b>                          | Horas Clase: 01<br>Horas Taller: 04<br>Horas Laboratorio: 00<br>Horas Práctica de Campo: 00<br>Horas Extra-clase: 01<br><br>Créditos: 06  |               |                 |                  |
| <b>Características del PUA por programa educativo</b> | <b>Programa educativo</b>                                                                                                                 | <b>Etapas</b> | <b>Carácter</b> | <b>Requisito</b> |
|                                                       | Oceanología                                                                                                                               | Terminal      | Optativo        | Ninguno          |
|                                                       | Licenciatura en Biotecnología en Acuicultura                                                                                              | Disciplinaria | Optativo        | Ninguno          |
|                                                       | Licenciatura en Ciencias Ambientales                                                                                                      | Terminal      | Obligatorio     | Ninguno          |
| <b>Modalidad de impartición:</b>                      | Presencial                                                                                                                                |               |                 |                  |
| <b>Equipo de diseño:</b>                              | Gabriela de la Peña Nettel<br>María Concepción Arredondo García<br>Carlos Francisco Peynador Sánchez<br>Bernardino Ricardo Eaton González |               |                 |                  |
| <b>Subdirección que aprueba el PUA:</b>               | Patricia Alvarado Graef                                                                                                                   |               |                 |                  |
| <b>Fecha:</b>                                         | 21 de mayo de 2026                                                                                                                        |               |                 |                  |
| <b>Aprobación y registro:</b>                         |                                                                                                                                           |               |                 |                  |

## **II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE**

La importancia de esta unidad de aprendizaje radica en que el estudiantado articulará los conocimientos teóricos y prácticos en contextos reales de diagnóstico y solución de problemáticas dentro de organizaciones productivas. Será capaz de diseñar un negocio para brindar servicios de consultoría en su área disciplinar en donde integrará habilidades para analizar, proponer y evaluar soluciones técnicas y económicas en distintos contextos organizacionales.

## **III. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE**

Diseñar un proyecto de mejora de una organización productiva o de un proyecto de nueva creación aplicando metodologías y estándares profesionales, bajo el enfoque de modelo de negocios CANVAS para resolver problemas en organizaciones productivas alineados a su perfil profesional, con objetividad, pertinencia y compromiso ético.

## **IV. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE**

Prestación de servicio de consultoría: para una organización productiva real o simulada o diseño de un proyecto de nueva creación, congruente con el giro de una empresa consultora.

## **V. COMPETENCIA PROFESIONAL DEL PERFIL DE EGRESO A LA QUE CONTRIBUYE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE**

### **Oceanología**

Proponer acciones de prevención, mitigación y restauración del ambiente marino y costero alineado con los principios precautorios, a través de diagnósticos integrales, modelación de las capacidades y funcionamiento de los sistemas para coadyuvar en la toma de decisiones en beneficio del ambiente y sociedad, con un enfoque interdisciplinario, ético y orientado a la sostenibilidad.

### **Licenciatura en Biotecnología en Acuicultura**

Diseñar y gestionar proyectos acuícolas integrales, utilizando metodologías participativas, modelos de negocio sustentables y herramientas tecnológicas de acuicultura, para atender problemáticas productivas, sociales y ambientales en contextos locales y regionales, con actitud emprendedora, ética profesional, compromiso y responsabilidad social.

### **Licenciatura en Ciencias Ambientales**

Gestionar proyectos innovadores que respondan a la urgencia de la crisis socioambiental, a partir de metodologías de planeación y gestión para el fomento de la sustentabilidad, con liderazgo, equidad social y perspectiva de género.

## **VI. EJE TRANSVERSAL AL QUE CONTRIBUYE**

Excelencia y vanguardia.

## **VII. DESARROLLO POR UNIDADES**

### **Unidad I. Carácter y objetivo de la consultoría de empresas**

#### **Competencia**

Definir la naturaleza, objetivos y alcance del servicio de consultoría a través de contextos organizacionales, para comprender su relevancia en la mejora de procesos productivos, con actitud reflexiva, responsable y pensamiento crítico.

#### **Contenido**

- 1.1. Carácter y objetivo de la consultoría de empresas
- 1.2. Concepto y características de la consultoría
- 1.3. Objetivos y funciones del consultor
- 1.4. Tipos de consultoría y su aplicación profesional

#### **Duración**

02 horas

### **Unidad II. Amplitud, alcance y características del trabajo de consultoría**

#### **Competencia**

Compilar las etapas, requerimientos y limitaciones del trabajo de consultoría, aplicando metodologías, para el análisis de proyectos productivos y empresariales con actitud reflexiva, responsable y pensamiento crítico.

#### **Contenido**

- 2.1. Etapas del proceso de consultoría
- 2.2. Valores empresariales
- 2.3. Metodologías de diagnóstico organizacional
- 2.4. Análisis FODA-CAME aplicado al ramo de la consultoría

#### **Duración**

02 horas

### **Unidad III. Modelo de negocio CANVAS aplicado al servicio de consultoría**

#### **Competencia**

Diseñar un modelo de negocio de consultoría utilizando el modelo CANVAS para planificar servicios y estrategias de operación de la empresa consultora; incluyendo el análisis de

recursos humanos, materiales y económicos requeridos para su puesta en marcha, con pensamiento crítico, creatividad, cultura de calidad y ética profesional.

### ***Contenido***

- 3.1. Elementos del modelo CANVAS
- 3.2. Definición de misión, visión y valores
- 3.3. Planteamiento de la idea de negocio de consultoría
- 3.4. Elaboración del lienzo de inicio de la empresa consultora
- 3.5. Elaboración del costo de inversión con base en el análisis de recursos humanos, materiales y económicos requeridos para su puesta en marcha

### ***Duración***

05 horas

## **Unidad IV. Conducción de un servicio de consultoría**

### ***Competencia***

Integrar una propuesta técnica y económica, con base en metodologías y estándares profesionales y de competencia laboral para solucionar el problema diagnosticado o un proyecto de nueva creación, sustentados en criterios de factibilidad, innovación, ética y confidencialidad.

### ***Contenido***

- 4.1. Estándar de competencia laboral de CONOCER, EC0249 Proporcionar Servicios de Consultoría General
- 4.2. Elaboración del diagnóstico empresarial
- 4.3. Diseño del programa de entrevistas y observación
- 4.4. Identificación de causas y efectos del problema
- 4.5. Elaboración de propuesta técnica y económica
- 4.6. Presentación del servicio al consultante

### ***Duración***

07 horas

## **VIII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER**

### **Unidad I. Carácter y objetivo de la consultoría de empresas**

#### **Práctica 1: Identificación del problema y definición del alcance**

##### ***Duración***

01 hora

##### ***Procedimiento***

1. Atiende las instrucciones del docente para el desarrollo de la práctica
2. Observa un caso práctico simulado donde un cliente plantea una problemática organizacional
3. Expresa las ideas principales del problema percibido
4. Describe la situación actual del consultante y los efectos observados
5. Clasifica los tipos de afectación según su impacto y alcance
6. Elabora y entrega un reporte que describa el problema planteado y la afectación detectada y el docente retroalimenta

##### ***Recursos de apoyo***

- Caso práctico
- Guía de análisis de situación
- Plantilla de reporte de diagnóstico inicial

### **Unidad II. Amplitud, alcance y características del trabajo de consultoría**

#### **Práctica 2: Definición del giro de la consultoría y valores empresariales**

##### ***Duración***

02 horas

##### ***Procedimiento***

1. Atiende las instrucciones del docente para el desarrollo de la práctica
2. Selecciona y describe el giro de la empresa consultora para la simulación y su ubicación geográfica
3. Redacta la misión, visión y valores empresariales de la empresa consultora
4. Define el equipo consultor, perfiles y el esquema organizacional
5. Realiza un análisis FODA-CAME integrando información sobre la competencia conformada por las tres empresas consultoras más importantes en el ramo en la localidad

6. Elabora y entrega un reporte que integre la información desarrollada y el docente retroalimenta

### ***Recursos de apoyo***

- Guía de análisis FODA-CAME y ejemplos aplicados a la consultoría
- Plantilla de reporte
- Acceso a internet para la búsqueda de información sobre empresas consultoras de la localidad

## **Unidad III. Modelo de negocio CANVAS aplicado al servicio de consultoría**

### **Práctica 3: Identificación de la propuesta de valor**

#### ***Duración***

02 horas

#### ***Procedimiento***

1. Atiende las instrucciones del docente para el desarrollo de la práctica
2. Revisa y analiza ejemplos de modelos CANVAS de empresas consolidadas
3. Expresa las ideas clave que definen la propuesta de valor de cada ejemplo
4. Describe las características del producto o servicio que resuelve un problema o satisface una necesidad del cliente
5. Clasifica los elementos de la propuesta de valor según su tipo: innovación, desempeño, diseño, personalización o precio
6. Elabora y entrega un reporte que contenga la propuesta de valor de su propio proyecto o servicio y el docente retroalimenta

### ***Recursos de apoyo***

- Plantilla del lienzo CANVAS
- Ejemplos de modelos CANVAS
- Guía para redacción de propuestas de valor, vídeos ilustrativos

### **Práctica 4: Segmentos de clientes y canales de distribución**

#### ***Duración***

02 horas

#### ***Procedimiento***

1. Atiende las instrucciones del docente para el desarrollo de la práctica

2. Revisa y analiza ejemplos de segmentación de clientes y estrategias de comunicación
3. Expresa los diferentes tipos de clientes que podrían beneficiarse del producto o servicio
4. Describe los canales mediante los cuales el negocio llega al cliente (comunicación, distribución y venta)
5. Clasifica los segmentos de clientes según criterios demográficos, geográficos y conductuales
6. Elabora y entrega un reporte que relacione segmentos de clientes, canales y la propuesta de valor correspondiente, y el docente retroalimenta

### ***Recursos de apoyo***

- Formato para análisis de cliente
- Ejemplos de segmentación
- Guía de canales de comunicación y distribución

## **Práctica 5: Relaciones con clientes y fuentes de ingreso**

### ***Duración***

02 horas

### ***Procedimiento***

1. Atiende las instrucciones del docente para el desarrollo de la práctica
2. Revisa y analiza ejemplos de estrategias de fidelización y modelos de ingresos
3. Expresa los distintos tipos de relación que se pueden establecer con los clientes (personalizada, automatizada, autoservicio, comunidades, co-creación)
4. Describe las fuentes de ingreso del modelo: venta directa, suscripciones, licencias, comisiones, entre otras
5. Clasifica los ingresos según su naturaleza
6. Elabora y entrega un reporte con las estrategias de relación con clientes y las fuentes de ingreso de su propuesta de negocio y el docente retroalimenta

### ***Recursos de apoyo***

- Estrategias de fidelización
- Ejemplos de modelos de ingreso
- Formatos de análisis financiero básico

## **Práctica 6: Recursos clave, actividades clave y socios estratégicos**

### ***Duración***

02 horas



### ***Procedimiento***

1. Atiende las instrucciones del docente para el desarrollo de la práctica
2. Revisa y analiza ejemplos de mapas de recursos, procesos y alianzas en modelos CANVAS
3. Expresa la importancia de los recursos humanos, financieros, intelectuales y materiales en el modelo
4. Describe las actividades esenciales que permiten generar la propuesta de valor
5. Clasifica a los socios estratégicos según su función: proveedores, aliados tecnológicos, distribuidores o colaboradores
6. Elabora y entrega un reporte que describa los recursos clave, las actividades principales y los socios estratégicos del proyecto, y el docente retroalimenta

### ***Recursos de apoyo***

- Guía para la identificación de recursos clave
- Ejemplos de alianzas estratégicas
- Guías de trabajo colaborativo

## **Práctica 7: Estructura de costos y presentación del modelo CANVAS**

### ***Duración***

06 horas

### ***Procedimiento***

1. Atiende las instrucciones del docente para el desarrollo de la práctica
2. Revisa y analiza ejemplos de estructuras de costos en modelos de negocio
3. Expresa los componentes principales que generan costos en su propuesta
4. Describe los costos fijos, variables y de operación asociados a los recursos y actividades clave
5. Clasifica los costos según su prioridad o relevancia en la sostenibilidad del negocio
6. Elabora y entrega el lienzo CANVAS completo del proyecto, acompañado de una presentación oral y su reporte final del diseño de la idea de negocio de consultoría y el docente retroalimenta

### ***Recursos de apoyo***

- Formato del modelo CANVAS
- Ejemplos de estructuras de costos
- Hoja de cálculo de costos básicos en Excel
- Rúbrica de evaluación final

## **Unidad IV. Conducción de un servicio de consultoría**

### **Práctica 8: Identificación del problema y definición del alcance**

#### ***Duración***

02 horas

#### ***Procedimiento***

1. Atiende las instrucciones del docente para el desarrollo de la práctica
2. Observa un caso práctico simulado donde un cliente plantea una problemática organizacional
3. Expresa las ideas principales del problema percibido
4. Describe la situación actual del consultante y los efectos observados
5. Clasifica los tipos de afectación según su impacto y alcance
6. Elabora y entrega un reporte que describa el problema planteado y la afectación detectada y el docente retroalimenta

#### ***Recursos de apoyo***

- Caso práctico
- Guía de análisis de situación
- Plantilla de reporte de diagnóstico inicial

### **Práctica 9: Diseño de la guía de entrevista y cuestionario**

#### ***Duración***

02 horas

#### ***Procedimiento***

1. Atiende las instrucciones del docente para el desarrollo de la práctica
2. Consulta ejemplos de entrevistas y cuestionarios utilizados en procesos de consultoría
3. Expresa las diferencias entre ambos instrumentos
4. Describe el propósito de la entrevista y la información que se requiere obtener.
5. Clasifica las preguntas por tipo y profundidad
6. Elabora y entrega una guía de entrevista y un cuestionario conforme a los criterios del estándar y el docente retroalimenta

#### ***Recursos de apoyo***

- Modelos de guía de entrevista
- Ejemplos de cuestionarios
- Manual de técnicas de entrevista

## **Práctica 10: Plan de recolección de información y visita de campo**

### ***Duración***

02 horas

### ***Procedimiento***

1. Atiende las instrucciones del docente para el desarrollo de la práctica
2. Realiza la simulación de una visita a campo o revisión documental
3. Expresa las observaciones relevantes para el diagnóstico
4. Describe las fuentes de información interna y externa
5. Clasifica la información obtenida según su tipo y confiabilidad
6. Elabora y entrega el programa de búsqueda documental y el reporte de visita de campo y el docente retroalimenta

### ***Recursos de apoyo***

- Guía para observación de campo
- Formatos de registro
- Plantilla de reporte de visita

## **Práctica 11: Integración y análisis de información**

### ***Duración***

04 horas

### ***Procedimiento***

1. Atiende las instrucciones del docente para el desarrollo de la práctica
2. Utiliza ejemplos de matrices de análisis de información
3. Expresa las conclusiones principales derivadas del análisis
4. Describe los métodos empleados para interpretar la información
5. Clasifica las causas del problema mediante técnicas de diagnóstico (Ishikawa, Pareto)
6. Elabora y entrega un documento que integre la información y establezca la interpretación del problema y el docente retroalimenta

### ***Recursos de apoyo***

- Plantillas de matrices de análisis
- Formatos de síntesis de información
- Software de análisis básico (Excel o similar)

## **Práctica 12: Desarrollo de alternativas de solución**

### ***Duración***

08 horas

### ***Procedimiento***

1. Atiende las instrucciones del docente para el desarrollo de la práctica
2. Consulta y analiza ejemplos de propuestas de solución elaboradas por consultores
3. Desarrolla su propuesta de solución integrando los conocimientos pertinentes al caso
4. Expresa las ventajas y desventajas de cada opción
5. Describe las posibles soluciones en relación con los recursos y el contexto
6. Clasifica las alternativas de acuerdo con criterios de costo-beneficio y factibilidad
7. Elabora y entrega un reporte de alternativas de solución y la opción seleccionada y el docente retroalimenta

### ***Recursos de apoyo***

- Guía de análisis costo-beneficio
- Ejemplos de reportes de alternativas

## **Práctica 13: Elaboración de la propuesta de trabajo**

### ***Duración***

08 horas

### ***Procedimiento***

1. Atiende las instrucciones del docente para el desarrollo de la práctica
2. Observa el modelo de una propuesta técnica y económica
3. Expresa los elementos esenciales que debe contener
4. Describe la solución propuesta, sus objetivos y resultados esperados
5. Clasifica las actividades por etapas, entregables y responsables
6. Elabora y entrega la propuesta técnica y económica del trabajo conforme a los criterios del estándar y el docente retroalimenta

### ***Recursos de apoyo***

- Plantilla de propuesta técnica
- Ejemplos de plan de trabajo
- Criterios de evaluación EC0249

## **Práctica 14: Presentación de la propuesta al consultante**

### ***Duración***

04 horas

### ***Procedimiento***

1. Atiende las instrucciones del docente para el desarrollo de la práctica
2. Analiza los criterios para presentar la simulación ante el cliente o consultante
3. Expresa los elementos de comunicación efectiva
4. Describe las estrategias para responder preguntas y objeciones
5. Clasifica los tipos de recursos de apoyo visual y su uso adecuado
6. Elabora y entrega la presentación de la propuesta, acompañada del registro de acuerdos en un documento escrito, realiza una exposición oral del servicio de consultoría prestado y el docente retroalimenta

### ***Recursos de apoyo***

- Guía de presentación profesional
- Rúbrica de evaluación de exposición
- Recursos audiovisuales

## **Práctica 15: Ética, confidencialidad y cierre del proceso**

### ***Duración***

01 hora

### ***Procedimiento***

1. Atiende las instrucciones del docente para el desarrollo de la práctica
2. Revisa, analiza y discute sobre casos éticos en consultoría
3. Expresa su interpretación sobre el código de ética y la confidencialidad
4. Describe los elementos del aviso de privacidad y de propiedad intelectual
5. Clasifica las responsabilidades del consultor y del consultante
6. Elabora y entrega un documento que contenga el registro de acuerdos finales y compromisos éticos y el docente retroalimenta

### ***Recursos de apoyo***

- Código de ética del consultor
- Modelo de aviso de privacidad
- Guía de cláusulas de confidencialidad

## IX. MÉTODO DE TRABAJO

El primer día de clase, cada docente debe establecer de forma clara y formal:

- La metodología de trabajo.
- Criterios de evaluación y rúbricas.
- Reglas sobre la calidad y entrega de trabajos académicos.
- Derechos y obligaciones del docente y los estudiantes.

Esto debe quedar registrado y comunicado por medios institucionales (como Blackboard o correo institucional).

### Estrategias de enseñanza

- Aprendizaje basado en casos
- Aprendizaje basado en proyectos
- Aprendizaje colaborativo
- Aprendizaje servicio
- Estudio de caso
- Proyectos integradores o interdisciplinarios.
- Simulación de casos reales

### Estrategias de aprendizaje

- Aprendizaje autorregulado
- Desarrollo de proyectos productivos
- Interacción con actores reales (clientes, opcional)
- Investigación documental
- Resolución de problemas
- Trabajo colaborativo

## X. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

### Criterios de acreditación

Para tener derecho a examen ordinario y extraordinario cada estudiante debe cumplir con los porcentajes de asistencia que establece el Estatuto Escolar vigente. La calificación es en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 60.

### Criterios de evaluación

|                         |     |
|-------------------------|-----|
| -Evaluaciones parciales | 20% |
| -Prácticas de taller    | 20% |

|                                        |      |
|----------------------------------------|------|
| -Prestación de servicio de consultoría | 60%  |
| Total                                  | 100% |

## VIII. REFERENCIAS

### Recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

- Cameron, E., & Green, M. (2019). [Edición clásica]. *Making Sense of Change Management* (5th ed.). Kogan Page. [clásica].
- Corma Canós, F. (2019). *El canvas de la innovación*. Díaz de Santos. [clásica].
- Gómez Hernández, S. P. (2011). *Análisis FODA del marco normativo y administrativo en el manejo del tiburón ballena en Bahía de Ángeles, México* [Tesis de especialidad, Universidad Autónoma de Baja California, Facultad de Ciencias Marinas]. Universidad Autónoma de Baja California. [clásica]
- Louffat, E. (2017). [Edición clásica]. *Diseño organizacional basado en procesos*. Cengage Learning.[clásica]
- Sánchez Huerta, D. (2020). *Análisis FODA o DAFO: El mejor y más completo estudio con 9 ejemplos prácticos*. Bubok Publishing. [clásica]
- Weiss, A. (2017). *The Consulting Bible: Everything You Need to Know to Create and Expand a Seven-Figure Consulting Practice*. Wiley. [clásica]
- Weiss, J. (2017). *Ética en los negocios: un enfoque de administración de los stakeholders y de casos*. ISBN: 970-686-632-9. [clásica].

### Recursos de acceso libre o complementarios externos

- Balthu, K., & Owen, C. (2021). *The merits of academic consulting and its role in organisational development*. Management Consulting Journal, 4(2).  
<https://sciendo.com/2/v2/download/article/10.2478/mcj-2021-0013.pdf>
- Lozano, C.L., Caicedo, J., Fernández, T. & Onofre, R. (2019). El modelo de negocio: *Metodología CANVAS como innovación estratégica para el diseño de proyectos empresariales*. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3594015> [clásica]
- Consejo Nacional de Normalización y Certificación de Competencias Laborales (CONOCER). (2024, 1 de junio). *Registro Nacional de Estándares de Competencia (RENEC)*. Registro Nacional de Estándares de Competencia. EC0249-Proporcionar servicios de consultoría general. <https://conocer.gob.mx/renece-registro-nacional-estandares-competencia/>
- Muñoz, Y. Y. & Vergel-Sánchez, S. (2024). Modelo de negocios Canvas, economía circular para una empresa de servicios agroturísticos. *I+D Revista de Investigaciones*, 19(1):22-33. <https://www.redalyc.org/journal/5337/533780327003/html/>

- OECD. (2021). *Business advice for entrepreneurship and small firms* (OECD SME and Entrepreneurship Papers, No. 23).  
[https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/reports/2021/03/business-advice-for-entrepreneurship-and-small-firms\\_b2081877/299705ad-en.pdf](https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/reports/2021/03/business-advice-for-entrepreneurship-and-small-firms_b2081877/299705ad-en.pdf)
- Osterwalder, A & Pigneur, Y. (2011). *Generación de Modelos de Negocio*. Editorial Deusto. [clásica].  
[https://www.academia.edu/35068011/Osterwalder\\_Generacion\\_de\\_Modelos\\_de\\_Negocio\\_1de](https://www.academia.edu/35068011/Osterwalder_Generacion_de_Modelos_de_Negocio_1de)
- Ponce, H., (2007). *La matriz foda: alternativa de diagnóstico y determinación de estrategias de intervención en diversas organizaciones*. Enseñanza e Investigación en Psicología, 12(1), 113-130. [clásica].
- Sánchez, M., & Arellano González, A. (2017). *Utilización del modelo de diagnóstico Canvas en el análisis de un caso de la industria farmacéutica en México*. Ciencias Administrativas, (9), 29-41. [clásica] <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=511653847003>
- Secretaría de Educación Pública. (2020). *Estándar de Competencia EC0249: Proporcionar servicios de consultoría general*. [clásica]. <https://conocer.gob.mx/>
- The World Bank. (2006). *Consulting services manual: A comprehensive guide to the selection of consultants at the World Bank* (International Bank for Reconstruction and Development / The World Bank). [clásica].  
<https://documents1.worldbank.org/curated/en/727041468325239097/pdf/364610Consulti101OFFICIAL0USE0ONLY1.pdf>
- Urbonavicius, S., & Dikcius, V. (2005). *Business consulting support to small and medium enterprises in Lithuania*. Ekonomika, 70, 83-99. [clásica].  
<https://www.redalyc.org/pdf/6922/692274241006.pdf>

## IX. PERFIL DOCENTE

Licenciatura en Ciencias Ambientales, Biotecnología en Acuicultura, Ingeniería Ambiental o disciplinas afines, preferentemente con especialidad o posgrado en consultoría o gestión empresarial. Experiencia profesional mínima de dos años en consultoría y dos años como docente. Comprometido con la formación integral, la ética profesional y el aprendizaje significativo del estudiantado.





**PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE**

**I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN**

|                                                       |                                                                                                                                                               |               |                 |                  |
|-------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|-----------------|------------------|
| <b>Unidad académica:</b>                              | Facultad de Ciencias Marinas, Ensenada                                                                                                                        |               |                 |                  |
| <b>Programa educativo:</b>                            | Oceanología<br>Licenciatura en Biotecnología en Acuicultura<br>Licenciatura en Ciencias Ambientales                                                           |               |                 |                  |
| <b>Plan de Estudios:</b>                              | 2026-2                                                                                                                                                        |               |                 |                  |
| <b>Nombre de la unidad de aprendizaje:</b>            | Emprendedores                                                                                                                                                 |               |                 |                  |
| <b>Clave:</b>                                         |                                                                                                                                                               |               |                 |                  |
| <b>Distribución horaria:</b>                          | Horas Clase: 01<br>Horas Taller: 02<br>Horas Laboratorio: 00<br>Horas Práctica de Campo: 01<br>Horas Clínicas: 00<br>Horas Extra-clase: 01<br><br>Créditos:05 |               |                 |                  |
| <b>Características del PUA por programa educativo</b> | <b>Programa educativo</b>                                                                                                                                     | <b>Etapas</b> | <b>Carácter</b> | <b>Requisito</b> |
|                                                       | Oceanología                                                                                                                                                   | Terminal      | Optativo        | Ninguno          |
|                                                       | Licenciatura en Biotecnología en Acuicultura                                                                                                                  | Terminal      | Optativo        | Ninguno          |
|                                                       | Licenciatura en Ciencias Ambientales                                                                                                                          | Disciplinaria | Optativo        | Ninguno          |
| <b>Modalidad de impartición:</b>                      | Presencial                                                                                                                                                    |               |                 |                  |
| <b>Equipo de diseño:</b>                              | Marisa Reyes Orta<br>Bernardino Ricardo Eaton González                                                                                                        |               |                 |                  |
| <b>Subdirección que aprueba el PUA:</b>               | Patricia Alvarado Graef                                                                                                                                       |               |                 |                  |
| <b>Fecha:</b>                                         | 21 de mayo de 2026                                                                                                                                            |               |                 |                  |
| <b>Aprobación y registro:</b>                         |                                                                                                                                                               |               |                 |                  |

## II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

La unidad de aprendizaje de Emprendedores tiene como finalidad desarrollar habilidades vinculadas al emprendimiento que permitan al estudiante identificar áreas de oportunidad de autoempleo desde una perspectiva multidisciplinaria aprovechando la economía circular y la innovación para el desarrollo de negocios relacionados con las ciencias del mar y el medio ambiente y está alineada a la metodología de la Fundación Wadhwani, quien promueve formación de competencias de emprendimiento en la educación de tipo superior.

## III. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Diseñar propuestas de emprendimiento, empleando metodologías de desarrollo de negocios, para crear soluciones de mercado a problemáticas ambientales, con enfoque colaborativo y trabajo en equipo.

## IV. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE

- Elabora prototipo de producto o servicio relacionado con las ciencias ambientales.
- Realiza resumen ejecutivo de modelo de negocio que contribuya a resolver un problema socioambiental, presentado de manera oral ante un jurado externo.

## V. COMPETENCIA PROFESIONAL DEL PERFIL DE EGRESO A LA QUE CONTRIBUYE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

### **Oceanología**

Proponer acciones de prevención, mitigación y restauración del ambiente marino y costero alineado con los principios precautorios, a través de diagnósticos integrales, modelación de las capacidades y funcionamiento de los sistemas para coadyuvar en la toma de decisiones en beneficio del ambiente y sociedad, con un enfoque interdisciplinario, ético y orientado a la sostenibilidad.

### **Licenciatura en Biotecnología en Acuicultura**

Diseñar y gestionar proyectos acuícolas integrales, utilizando metodologías participativas, modelos de negocio sustentables y herramientas tecnológicas de acuicultura, para atender problemáticas productivas, sociales y ambientales en contextos locales y regionales, con actitud emprendedora, ética profesional, compromiso y responsabilidad social.

### **Licenciatura en Ciencias Ambientales**

Diseñar soluciones innovadoras utilizando metodologías participativas con el fin de generar escenarios de solución a problemáticas socioambientales, con creatividad, responsabilidad social e inclusión.

## VI. EJE TRANSVERSAL AL QUE CONTRIBUYE

Innovación social

## VII. DESARROLLO POR UNIDADES

### UNIDAD I. Fundamentos de emprendimiento

#### **Competencia**

Analizar los fundamentos del emprendimiento mediante el estudio de sus referentes teóricos para desarrollar habilidades personales de emprendimiento y aplicarlas en la solución de problemáticas ambientales, con entusiasmo y objetividad.

#### **Contenido**

- 1.1. Fundamentos de emprendimiento
  - 1.1.1. Emprendimiento y su tipología
  - 1.1.2. Caracterización de las industrias emergentes en las ciencias del mar y ambientales
  - 1.1.3. Técnicas para la integración de equipos y trabajo colaborativo
  - 1.1.4. Diagnóstico de habilidades blandas para el emprendimiento

#### **Duración**

02 horas

### UNIDAD II. Caracterización del problema

#### **Competencia**

Examinar las problemáticas y necesidades de los usuarios, a través de sus referentes teórico-metodológicos para identificar áreas de oportunidad de emprendimiento y necesidades a satisfacer con responsabilidad y sentido crítico.

#### **Contenido**

- 2.1. Características de los problemas del entorno
- 2.2. Los problemas vinculados a los Objetivos de Desarrollo Sostenible
- 2.3. Metodología Jobs to Be Done
- 2.4. Metodología Lean Canvas del problema
- 2.5. Validación documental y empírica

#### **Duración**

02 horas

### Unidad III. La idea de negocio.

#### **Competencia**

Desarrollar propuestas de valor, a través del estudio teórico, utilizando herramientas de investigación y análisis de mercado, para resolver problemáticas ambientales, con rigor científico y pensamiento crítico.

### **Contenido**

- 3.1. Análisis de mercado: TAM, SAM, SOM
- 3.2. Desarrollo de arquetipos y caracterización de early adopters
- 3.3. Brainstorming
- 3.4. Desarrollo de una propuesta de valor
- 3.5. Redacción de la propuesta de valor

### **Duración**

04 horas

## **Unidad IV. El modelo de negocio.**

### **Competencia**

Generar ideas de negocio con una ventaja competitiva, a partir del desarrollo de un prototipo validado, para mejorar las características de los productos o servicios existentes en el mercado con profesionalismo y responsabilidad.

### **Contenido**

- 4.1. Prototipo y producto mínimo variable
- 4.2. Desarrollo de grupos focales para validación
- 4.3. Técnica de océano azul y análisis de la competencia
- 4.4. Desarrollo de la ventaja competitiva
- 4.5. Integración de la estructura Lean Business Canvas

### **Duración**

04 horas

## **Unidad V. Planeación estratégica del negocio**

### **Competencia**

Diseñar la planeación estratégica del negocio, utilizando estrategias digitales y de marketing, para integrar ofertas de mercado potencialmente exitosas, con cooperación y trabajo en equipo.

### **Contenido**

- 5.1. Ventas
  - 5.1.1. Técnica del embudo
  - 5.1.2. Canales de ventas

- 5.1.3. Estrategias de ventas
- 5.2. Elementos de branding y estrategias digitales
- 5.3. Elementos de finanzas
- 5.4. Estrategia de financiamiento, procuración de fondos

***Duración***

04 horas

## **VIII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER**

### **Unidad I. Fundamentos de emprendimiento**

#### **Práctica 1: Diagnóstico de habilidades de emprendimiento personales**

***Duración***

03 horas

***Procedimiento***

1. Atiende las orientaciones del personal docente
2. Realiza autoevaluación de habilidades de emprendimiento
3. Comparte los resultados, destacando las fortalezas y reconociendo las áreas de oportunidad
4. Reconoce la importancia de conocer sus habilidades para integrarse en equipos de trabajo colaborativo

***Recursos de apoyo***

- Test de autoevaluación
- Dispositivo con acceso a internet
- Hoja en blanco
- Lápiz

#### **Práctica 2. Integración de equipos de trabajo**

***Duración***

02 horas

***Procedimiento***

1. Atiende instrucciones para el desarrollo de la práctica
2. Realiza un ejercicio participativo de integración de equipos de trabajo por intereses y habilidades suaves
3. Redacta un documento explicando las fortalezas con las que cuenta el equipo a partir de las competencias con las que cuentan los integrantes

4. Socializa con los otros equipos
5. Recibe retroalimentación por parte del docente

### **Recursos de apoyo**

- Dispositivo con acceso a internet
- Libreta de apuntes

## **Unidad II. Caracterización del problema**

### **Práctica 3. Análisis de problemas revisión documental: árbol de problemas, canva del problema, diagrama de pez**

#### **Duración**

03 horas

#### **Procedimiento**

1. Atiende las orientaciones del profesor
2. Realiza investigación documental sobre problemas del entorno vinculados a los ODS y usando la metodología JBTB
3. Elabora un diagrama de análisis causal del problema identificado
4. Presenta el diagrama a los equipos
5. Entrega diagrama para evaluación y retroalimentación
6. Recibe retroalimentación del grupo y personal docente

### **Recursos de apoyo**

- Rotafolio
- Post its
- Dispositivo con acceso a internet
- Plumones

## **Unidad III. La idea de negocio.**

### **Práctica 4: Presentación del problema**

#### **Duración**

03 horas

#### **Procedimiento**

1. Atiende instrucciones para el desarrollo de la práctica
2. Integra los resultados de la caracterización del problema y la validación del mismo
3. Presenta el canvas de declaración de problema definido en formato oral ante el grupo
4. Resuelve cuestionamientos y recibe retroalimentación del grupo y docente

### **Recursos de apoyo**

- Dispositivo con acceso a internet
- Software para diseño

## **Práctica 5: Técnicas para el desarrollo de propuestas de valor**

### **Duración**

03 horas

### **Procedimiento**

1. Atiende instrucciones para el desarrollo de la práctica
2. Realiza una lluvia de ideas para solucionar el problema de interés
3. Consulta con expertos cercanos
4. Realiza una consulta a la Inteligencia Artificial
5. Realiza un benchmarking
6. Evalúa las alternativas de solución
7. Selecciona una propuesta de solución
8. Realiza reporte y presenta como evidencia
9. Recibe retroalimentación

### **Recursos de apoyo**

- Dispositivo con acceso a internet
- Pintarrón y plumón

## **Práctica 6:Elaboración del prototipo**

### **Duración**

04 horas

### **Procedimiento**

1. Atiende instrucciones para el desarrollo de la práctica
2. Realiza una lista de necesidades para el diseño del prototipo
3. Realiza el prototipo del producto o servicio
4. Realiza reporte y presenta como evidencia
5. Recibe retroalimentación

## **Práctica 7: Elaboración del Lean Canvas**

### **Duración**

04 horas

### ***Procedimiento***

1. Atiende instrucciones para el desarrollo de la práctica
2. Realiza el llenado del Lean Canvas Business facilitado por el personal docente
3. Presenta en tres minutos los componentes básicos
4. Responde cuestionamientos y recibe retroalimentación

### ***Recursos de apoyo***

- Modelo de Lean Canvas Business
- Dispositivo con acceso a internet

## **Unidad IV. El modelo de negocio.**

### **Práctica 8: Selección de canales de venta y diseño de estrategias.**

#### ***Duración***

03 horas

#### ***Procedimiento***

1. Atiende las orientaciones para el desarrollo de la práctica
2. Realiza la selección de canales de venta
3. Justifica y describe los canales de venta seleccionado
4. Realiza reporte y lo entrega
5. Recibe retroalimentación por parte del personal docente

#### ***Recursos de apoyo***

- Dispositivo con acceso a internet

### **Práctica 9: Diseño de elementos clave de branding, promoción y comunicación**

#### ***Duración***

03 horas

#### ***Procedimiento***

1. Atiende instrucciones para el desarrollo de la práctica
2. Diseña los elementos y estrategias requeridas en colaboración
3. Discuten en equipo y consultan posibilidades de mejora con la Inteligencia Artificial
4. Integran la propuesta de identidad visual de la empresa
5. Presentan el resultado al profesor y reciben retroalimentación

#### ***Recursos de apoyo***

- Dispositivo con acceso a internet
- Programa de inteligencia artificial



- Software de diseño básico

## **Unidad V. Planeación estratégica del negocio**

### **Práctica 10: Análisis financiero de la empresa y fondeo**

#### ***Duración***

02 horas

#### ***Procedimiento***

1. Atiende instrucciones para el desarrollo de la práctica
2. Realiza una corrida financiera básica para determinar indicadores financieros básicos
3. Identifica fuentes de financiamiento potenciales
4. Integra los resultados en un informe que presenta al personal docente

#### ***Recursos de apoyo***

- Simulador de finanzas
- Dispositivo con acceso a internet

### **Práctica 11: Integración y presentación oral**

#### ***Duración***

02 horas

#### ***Procedimiento***

1. Atiende instrucciones para el desarrollo de la práctica
2. Integra en una presentación de no más de 10 diapositivas la propuesta de emprendimiento
3. Realiza la presentación oral del emprendimiento en tres minutos
4. Responde preguntas y recibe retroalimentación de jueces externos

#### ***Recursos de apoyo***

- Dispositivo con acceso a internet
- Software de diseño de presentaciones
- Lista de contenidos recomendados

## VIII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE CAMPO

### Unidad II. Caracterización del problema

#### Práctica 1. Validación de la problemática con expertos o afectados

##### ***Duración***

02 horas

##### ***Procedimiento***

1. Atiende las orientaciones del personal docente para acudir con expertos o personas afectadas por la problemática
2. Realiza entrevistas de manera individual o en equipo
3. Analiza la información centrado en evidenciar la existencia del problema
4. Realiza reporte del trabajo
5. Entrega reporte y presenta al grupo
6. Recibe retroalimentación por parte del personal docente

##### ***Recursos de apoyo***

- Dispositivo de audio grabación
- Libreta de notas
- Dispositivo con acceso a internet y procesador de textos

### Unidad III. La idea de negocio

#### Práctica 2: Aplicación de las técnicas de segmentación: TAM, SOM, SAM

##### ***Duración***

04 horas

##### ***Procedimiento***

1. Atiende instrucciones del personal docente para el desarrollo de la práctica
2. Prepara lista de observación para el trabajo de campo
3. Realiza actividades de observación a los sujetos que serán los potenciales compradores, en equipos y revisa información secundaria en bases de datos
4. Integra los resultados del trabajo de campo
5. Redacta y determina el TAM, SOM y SAM del mercado
6. Entrega el informe y recibe retroalimentación

##### ***Recursos de apoyo***

- Dispositivo de audio grabación
- Libreta de notas
- Dispositivo con acceso a internet y procesador de textos

## Unidad IV. El modelo de negocio

### Práctica 3: Ideas para el diseño del prototipo

#### ***Duración***

04 horas

#### ***Procedimiento***

1. Atiende instrucciones para el desarrollo de la práctica
2. Fijan los objetivos y diseñan las técnicas de aplicación en el grupo focal
3. Invitan a personas con el perfil requerido

#### ***Recursos de apoyo***

- Dispositivo de audio grabación
- Libreta de notas
- Dispositivo con acceso a internet y procesador de textos

### Práctica 04: Nombre de la práctica

#### ***Duración***

06 horas

#### ***Procedimiento***

1. Atiende instrucciones para el desarrollo de la práctica
2. Recibe a los integrantes del grupo focal
3. Ejecuta las dinámicas
4. Analiza los datos
5. Obtiene validación y realiza ajustes

#### ***Recursos de apoyo***

- Dispositivo de audio grabación
- Libreta de notas
- Dispositivo con acceso a internet y procesador de textos

## IX. MÉTODO DE TRABAJO

### Encuadre

El primer día de clase, cada docente debe establecer de forma clara y formal:

- La metodología de trabajo.
- Criterios de evaluación y rúbricas.

- Reglas sobre la calidad y entrega de trabajos académicos.
- Derechos y obligaciones del docente y los estudiantes.

Esto debe quedar registrado y comunicado por medios institucionales (como Blackboard o correo institucional).

### **Estrategias de enseñanza**

- Aprendizaje basado en problemas
- Aprendizaje basado en proyectos
- Aprendizaje basado en reto
- Aprendizaje colaborativo
- Aprendizaje situado
- Discusión guiada
- Instrucción directa o guiada
- Proyectos integradores o interdisciplinarios
- Resolución de problemas reales con actores sociales
- Tutoría entre pares

### **Estrategias de aprendizaje**

- Aprendizaje autorregulado
- Desarrollo de proyectos sociales o productivos
- Elaboración de organizadores gráficos (infografías, mapas mentales, mapas conceptuales)
- Interacción con actores reales (clientes, comunidades, usuarios)
- Investigación documental
- Investigación empírica
- Práctica reflexiva / Práctica reflexiva en campo
- Resolución de problemas
- Trabajo colaborativo
- Trabajo de campo autónomo o investigativo

## X. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

### Criterios de acreditación

Para tener derecho a examen ordinario y extraordinario cada estudiante debe cumplir con los porcentajes de asistencia que establece el Estatuto Escolar vigente. La calificación es en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 60.

### Criterios de evaluación

|                                          |      |
|------------------------------------------|------|
| - Evaluaciones parciales .....           | 10%  |
| - Modelo de negocio y prototipo.....     | 40%  |
| - Colaboración y trabajo en equipo ..... | 10%  |
| - Reportes de talleres y campo .....     | 40%  |
| Total                                    | 100% |

## VIII. REFERENCIAS

### Recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

- Wadwhani (2025). Programa de Emprendimiento Ignite.  
<https://wadhwanifoundation.org/es/programs/encienda/>
- Araque, Y. D. V. C., Córdoba, V. H. M., & de Meriño, C. Y. M. (2018). Emprendimiento sostenible: una opción para el crecimiento local. *I+ D Revista de Investigaciones*, 11(1), 105-116.
- Benavides-Sánchez, E. P., Moya-Clemente, I., & Ribes-Giner, G. (2022). Emprendimiento Sostenible y Objetivos de Desarrollo Sostenible: un análisis bibliométrico. *Tec Empresarial*, 16(1), 101-122.
- Delgado Cruzado, M. M. (2022). Plan de emprendimiento basado en el modelo de negocio Lean Canvas, para mejorar las capacidades emprendedoras del área de educación para el trabajo, en los alumnos del 5to grado del nivel secundario, de la institución educativa Federico Villarreal del distrito de Túcume–Lambayeque.
- Felin, T., Gambardella, A., Stern, S., & Zenger, T. (2020). Lean startup and the business model: Experimentation revisited. *Long Range Planning*, 53(4), 101889.
- Soegoto, E. S., Rafdhi, A. A., Jumansyah, R., Oktafiani, D., & Wihadi, M. (2023). A review of business development methods in entrepreneurship. *Journal of Eastern European and Central Asian Research (JEECAR)*, 10(4), 599-608.  
<https://libcon.rec.uabc.mx:2106/10.15549/jeecar.v10i4.1354>

## Recursos de acceso libre o complementarios externos

Black, S., & Dorf, B. (2023). *El manual del emprendedor*. Planeta Publishing.

Biasco, I. (2014). *El desafío de emprender en el siglo XXI: Herramientas para desarrollar la competencia emprendedora* (Vol. 11). Narcea Ediciones.

Gallart Masvidal, M. (2024). *Emprender con criterio: la guía para emprendedores*. Torrossa.

## IX. PERFIL DOCENTE

Licenciatura en Mercadotecnia, Administración, Economía o área afín, preferentemente con experiencia mínima de un año en emprendimiento social y/o económico relacionada. Preferentemente con estudios de posgrado en sostenibilidad, medio ambiente, administración y tres años de experiencia docente. Es altamente deseable que el o la docente haya recibido la capacitación de la Fundación Wadwani para uso de la plataforma soporte. Ser una persona responsable, empática y humilde, que valore y motive la participación del alumnado.



**PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE**

**I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN**

|                                            |                                                                                                                                                               |
|--------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Unidad académica:</b>                   | Facultad de Ciencias Marinas, Ensenada                                                                                                                        |
| <b>Programa educativo:</b>                 | Licenciatura en Biotecnología en Acuicultura                                                                                                                  |
| <b>Plan de Estudios:</b>                   | 2026-2                                                                                                                                                        |
| <b>Nombre de la unidad de aprendizaje:</b> | Acuaponia e Hidroponia                                                                                                                                        |
| <b>Clave:</b>                              |                                                                                                                                                               |
| <b>Distribución horaria:</b>               | Horas Clase: 01<br>Horas Taller: 01<br>Horas Laboratorio: 03<br>Horas Práctica de Campo: 00<br>Horas Clínicas: 00<br>Horas Extra-clase: 01<br><br>Créditos:06 |
| <b>Etapas de formación:</b>                | Terminal                                                                                                                                                      |
| <b>Carácter:</b>                           | Optativa                                                                                                                                                      |
| <b>Requisito:</b>                          | Ninguno.                                                                                                                                                      |
| <b>Modalidad de impartición:</b>           | Presencial                                                                                                                                                    |
| <b>Equipo de diseño:</b>                   | Evnika Zarina Medina Romo<br>Fernando Barreto Curiel<br>Juan Gabriel Correa Reyes                                                                             |
| <b>Subdirección que aprueba el PUA:</b>    | Patricia Alvarado Graef                                                                                                                                       |
| <b>Fecha:</b>                              | 25 de febrero de 2026                                                                                                                                         |
| <b>Aprobación y registro:</b>              |                                                                                                                                                               |

## **II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE**

Su importancia radica en que proporciona conocimientos aplicados sobre sistemas de producción sustentable que integran cultivos vegetales y animal, fomentando la eficiencia en el uso de recursos, la innovación tecnológica y la responsabilidad ambiental. Le permite adquirir habilidades al estudiantado para diseñar, operar y evaluar sistemas acuapónicos e hidropónicos, así como actitudes críticas, propositivas y responsables frente a los retos ambientales y productivos. Se ubica en etapa terminal, es de carácter optativo, pertenece al área de conocimiento de Biotecnología y es recomendable haber aprobado la unidad de aprendizaje de Sistemas en Acuicultura.

## **III. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE**

Evaluar sistemas hidropónicos y acuapónicos mediante el análisis de sus componentes, funcionamiento, aplicaciones y utilizando herramientas digitales, con el fin de diseñar, operar y optimizar sistemas productivos sustentables, demostrando pensamiento crítico, ética profesional y actitud innovadora.

## **IV. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE**

- Proyecto técnico que implemente de sistemas acuapónicos o hidropónicos productivos, viables y sustentables.
- Plan de negocio de sistema acuapónico o hidropónico que demuestre la implementación de sistemas productivos, viables y sustentables.

## **V. COMPETENCIA PROFESIONAL DEL PERFIL DE EGRESO A LA QUE CONTRIBUYE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE**

Implementar y adaptar tecnologías de cultivo y manejo acuícola, mediante el análisis técnico de sistemas existentes y la aplicación de soluciones innovadoras acordes a distintas especies y entornos, para mejorar la producción de especies de importancia comercial de forma eficiente y sostenible, respondiendo a las condiciones socioambientales y económicas del país, con ética profesional y responsabilidad.

## **VI. EJE TRANSVERSAL AL QUE CONTRIBUYE**

Compromiso con la responsabilidad social



## VII. DESARROLLO POR UNIDADES

### Unidad I. Fundamentos, materiales y sistemas empleados en la acuaponía e hidroponía

#### Competencia

Analizar los fundamentos, materiales y sistemas empleados en la acuaponía e hidroponía a través de su revisión teórica y de sus características técnicas para un adecuado funcionamiento en los sistemas productivos, con actitud crítica, reflexiva y compromiso con la innovación.

#### Contenido

- 1.1. Definiciones básicas
  - 1.1.1. Definición de acuaponía
  - 1.1.2. Definición de hidroponía
  - 1.1.3. Diferencias entre acuaponía e hidroponía
  - 1.1.4. Concepto de sistemas integrados de producción
  - 1.1.5. Terminología técnica básica
- 1.2. Beneficios de ambas tecnologías
  - 1.2.1. Ahorro de agua y eficiencia hídrica
  - 1.2.2. Producción sin suelo y controlada
  - 1.2.3. Reducción de uso de agroquímicos
  - 1.2.4. Producción local y de ciclo corto
  - 1.2.5. Potencial educativo y comunitario
- 1.3. Historia y estado del arte a nivel mundial, nacional y local
  - 1.3.1. Orígenes históricos de la hidroponía
  - 1.3.2. Evolución de la acuaponía moderna
  - 1.3.3. Casos emblemáticos internacionales
  - 1.3.4. Desarrollo de la hidroponía y acuaponía en México
  - 1.3.5. Proyectos relevantes en Baja California
  - 1.3.6. Tendencias actuales y perspectivas futuras
- 1.4. Sustratos empleados en acuaponía e hidroponía
  - 1.4.1. Tipos de sustratos orgánicos e inorgánicos
  - 1.4.2. Propiedades físicas y químicas de los sustratos
  - 1.4.3. Función del sustrato en el desarrollo radicular
  - 1.4.4. Selección de sustrato según tipo de sistema
  - 1.4.5. Manejo y reutilización de sustratos
- 1.5. Recipientes o contenedores
  - 1.5.1. Tipos de recipientes para cultivo vegetal
  - 1.5.2. Materiales disponibles y sus características
  - 1.5.3. Diseño y distribución en el sistema
  - 1.5.4. Recipientes para peces en acuaponía
  - 1.5.5. Criterios de selección según especie y volumen
- 1.6. Solución nutritiva y agua tratada
  - 1.6.1. Composición de soluciones nutritivas
  - 1.6.2. Preparación y ajuste de nutrientes

- 1.6.3. Calidad del agua en hidroponía y acuaponía
- 1.6.4. Métodos de tratamiento y filtración
- 1.6.5. Parámetros críticos: pH, EC, temperatura
- 1.7. Tipos de estanques, sopladores y bombas
  - 1.7.1. Estanques circulares, rectangulares y modulares
  - 1.7.2. Función y tipos de sopladores para oxigenación
  - 1.7.3. Tipos de bombas: centrífugas, sumergibles, de aire
  - 1.7.4. Cálculo de caudal y presión requerida
  - 1.7.5. Mantenimiento y eficiencia energética
- 1.8 Introducción a sistemas NFT, DWC, raíz flotante, aeroponía
  - 1.8.1 Principios del sistema NFT (Nutrient Film Technique)
  - 1.8.2 Principios del sistema DWC (Deep Water Culture)
  - 1.8.3 Diseño y operación de raíz flotante
  - 1.8.4 Fundamentos del sistema aeropónico
  - 1.8.5 Comparación técnica entre sistemas

### ***Duración***

4 horas

## **Unidad II. Condiciones ambientales y parámetros fisicoquímicos**

### ***Competencia***

Evaluar las condiciones ambientales y los parámetros fisicoquímicos que influyen en el desempeño de cultivos acuapónicos e hidropónicos, utilizando herramientas de monitoreo y control ambiental, para mantener la estabilidad, productividad y sustentabilidad de los sistemas, con actitud analítica, responsable y comprometida con el entorno.

### ***Contenido***

- 2.1. Germinación y sus requerimientos
  - 2.1.1. Fases de la germinación
  - 2.1.2. Factores que influyen en la germinación
  - 2.1.3. Métodos de siembra y germinación
  - 2.1.4. Evaluación del porcentaje de germinación
  - 2.1.5. Condiciones óptimas para germinación en hidroponía y acuaponía
- 2.2. Iluminación y fotosíntesis
  - 2.2.1. Tipos de luz: natural y artificial
  - 2.2.2. Fotoperiodo y su influencia en el crecimiento
  - 2.2.3. Intensidad lumínica y eficiencia fotosintética
  - 2.2.4. Relación entre luz y producción vegetal
  - 2.2.5. Equipos de iluminación en sistemas controlados
- 2.3. Temperatura y su control
  - 2.3.1. Rangos óptimos para cultivos vegetales y peces
  - 2.3.2. Efectos de la temperatura en el metabolismo
  - 2.3.3. Métodos de control térmico
  - 2.3.4. Equipos para monitoreo y regulación

- 2.3.5. Impacto de la temperatura en la eficiencia del sistema
- 2.4. Nutrición vegetal y deficiencias nutricionales
  - 2.4.1. Macronutrientes esenciales
  - 2.4.2. Micronutrientes y trazas
  - 2.4.3. Síntomas de deficiencias comunes
  - 2.4.4. Diagnóstico visual y técnico
  - 2.4.5. Corrección de deficiencias en sistemas hidropónicos y acuapónicos
- 2.5. Oxígeno disuelto
  - 2.5.1. Importancia del oxígeno en agua
  - 2.5.2. Rangos óptimos para peces y plantas
  - 2.5.3. Métodos de oxigenación
  - 2.5.4. Equipos de medición
  - 2.5.5. Consecuencias de niveles bajos de oxígeno
- 2.6. CO<sub>2</sub>
  - 2.6.1. Rol del CO<sub>2</sub> en la fotosíntesis
  - 2.6.2. Fuentes de CO<sub>2</sub> en sistemas cerrados
  - 2.6.3. Monitoreo y control de niveles
  - 2.6.4. Interacción con otros parámetros ambientales
- 2.7. pH
  - 2.7.1. Definición y relevancia del pH
  - 2.7.2. Rangos ideales para cultivos y peces
  - 2.7.3. Métodos de ajuste y corrección
  - 2.7.4. Equipos de medición y calibración
  - 2.7.5. Efectos del pH en la disponibilidad de nutrientes
- 2.8. Sólidos
  - 2.8.1. Sólidos suspendidos y disueltos
  - 2.8.2. Impacto en la calidad del agua
  - 2.8.3. Métodos de filtración y remoción
  - 2.8.4. Monitoreo técnico de sólidos
- 2.9. Carbonatos
  - 2.9.1. Tipos de carbonatos presentes en el agua
  - 2.9.2. Relación con la alcalinidad
  - 2.9.3. Efectos sobre el pH y la estabilidad del sistema
  - 2.9.4. Métodos de análisis y ajuste
- 2.10. Equipos de medición y monitoreo ambiental
  - 2.10.1. Tipos de medidores: pH, EC, temperatura, oxígeno
  - 2.10.2. Calibración y mantenimiento de equipos
  - 2.10.3. Registro y análisis de datos
  - 2.10.4. Integración de sensores digitales
- 2.11. Biofiltración
  - 2.11.1. Principios de la biofiltración
  - 2.11.2. Ciclo del nitrógeno en acuaponía
  - 2.11.3. Activación del biofiltro
  - 2.11.4. Monitoreo de amonio, nitritos y nitratos
  - 2.11.5. Diseño y mantenimiento del biofiltro

- 2.12. Impacto ambiental de los sistemas acuapónicos e hidropónicos
  - 2.12.1. Consumo de agua y energía
  - 2.12.2. Generación de residuos
  - 2.12.3. Riesgos ecológicos y sanitarios
  - 2.12.4. Evaluación de huella ambiental
- 2.13. Estrategias para mitigación de los efectos negativos
  - 2.13.1. Diseño eficiente
  - 2.13.2. Reutilización de recursos
  - 2.13.3. Integración de ecotecnologías
  - 2.13.4. Educación ambiental y buenas prácticas

### ***Duración***

4 horas

## **Unidad III. Operaciones unitarias y balance de masas en sistemas acuapónicos**

### ***Competencia***

Examinar las operaciones unitarias y balance de masas en sistemas acuapónicos, mediante el análisis de entradas, salidas y procesos internos apoyado en herramientas digitales, para optimizar la eficiencia técnica y el aprovechamiento integral de los recursos, con actitud crítica, responsable y orientada a la sostenibilidad.

### ***Contenido***

- 3.1. Principios de las operaciones unitarias
  - 3.1.1. Definición y concepto de operación unitaria
  - 3.1.2. Tipos de operaciones unitarias en sistemas acuapónicos
  - 3.1.3. Relación entre procesos físicos, químicos y biológicos
  - 3.1.4. Ejemplos aplicados en producción vegetal y acuática
  - 3.1.5. Importancia en el diseño y eficiencia del sistema
- 3.2. Flujos de agua, nutrientes y biomasa
  - 3.2.1. Tipos de flujo: laminar, turbulento y por gravedad
  - 3.2.2. Circulación del agua en sistemas acuapónicos
  - 3.2.3. Transporte de nutrientes en solución
  - 3.2.4. Producción y acumulación de biomasa vegetal
  - 3.2.5. Producción y acumulación de biomasa animal
- 3.3. Fundamentos del balance de masas
  - 3.3.1. Principio de conservación de la masa
  - 3.3.2. Componentes de entrada, salida y acumulación
  - 3.3.3. Aplicación en sistemas abiertos y cerrados
  - 3.3.4. Ejemplos de balance de nutrientes y agua
  - 3.3.5. Interpretación de resultados
- 3.4. Aplicación al diseño de sistemas
  - 3.4.1. Cálculo de caudales y volúmenes
  - 3.4.2. Dimensionamiento de componentes

- 3.4.3 .Integración de datos técnicos en el diseño
- 3.4.4. Ajustes para eficiencia energética e hídrica
- 3.4.5. Validación técnica del diseño
- 3.5. Uso de hojas de cálculo o IA
  - 3.5.1. Introducción a herramientas digitales aplicadas
  - 3.5.2. Plantillas básicas para balance de masas
  - 3.5.3. Simulación de escenarios productivos
  - 3.5.4. Análisis de sensibilidad y optimización
  - 3.5.5. Integración de IA para predicción y ajuste
- 3.6. Interpretación de resultados
  - 3.6.1. Análisis de datos obtenidos en simulaciones
  - 3.6.2. Identificación de cuellos de botella
  - 3.6.3. Propuestas de mejora técnica
  - 3.6.4. Comunicación de resultados en formato técnico
  - 3.6.5. Reflexión sobre eficiencia y sostenibilidad
- 3.7. Ejercicios aplicados al proyecto
  - 3.7.1. Aplicación del balance de masas al sistema propuesto
  - 3.7.2. Cálculo de entradas y salidas reales o simuladas
  - 3.7.3. Evaluación de eficiencia técnica
  - 3.7.4. Ajustes al diseño según resultados
  - 3.7.5. Integración al documento final del proyecto

### ***Duración***

3 horas

## **Unidad IV. Especies cultivadas en sistemas acuapónicos e hidropónicos y sus principales enfermedades y plagas.**

### ***Competencia***

Evaluar las especies cultivadas en sistemas acuaponicos e hidropónicos considerando sus aspectos fisiológicos, requerimientos productivos y considerando las principales enfermedades y plagas para implementar estrategias integrales de manejo sanitario garantizando una producción eficiente y sustentable, con actitud crítica, innovadora y responsable por el medio ambiente.

### ***Contenido***

- 4.1. Cultivo pasivo
  - 4.1.1. Definición y características del cultivo pasivo
  - 4.1.2. Ejemplos de sistemas pasivos en hidroponía
  - 4.1.3. Ventajas y limitaciones técnicas
  - 4.1.4. Aplicaciones educativas y domésticas
- 4.2. Cultivo en sustrato
  - 4.2.1. Tipos de sustratos utilizados
  - 4.2.2. Técnicas de siembra y trasplante
  - 4.2.3. Manejo de humedad y nutrientes

- 4.2.4. Comparación con sistemas sin sustrato
- 4.3. Flujo y reflujo
  - 4.3.1. Principios de funcionamiento
  - 4.3.2. Componentes del sistema
  - 4.3.3. Ciclos de irrigación y drenaje
  - 4.3.4. Control de parámetros ambientales
  - 4.3.5. Ejemplos de cultivos compatibles
- 4.4. DWC (Deep Water Culture)
  - 4.4.1. Fundamentos del sistema DWC
  - 4.4.2. Diseño y materiales requeridos
  - 4.4.3. Oxigenación y monitoreo del agua
  - 4.4.4. Ventajas en crecimiento vegetal
  - 4.4.5. Consideraciones sanitarias
- 4.5. NFT (Nutrient Film Technique)
  - 4.5.1. Principios del sistema NFT
  - 4.5.2. Diseño técnico y distribución de flujo
  - 4.5.3. Requerimientos de pendiente y caudal
  - 4.5.4. Mantenimiento y limpieza
  - 4.5.5. Cultivos recomendados
- 4.6. Aeroponía
  - 4.6.1. Definición y funcionamiento
  - 4.6.2. Diseño de torres y nebulización
  - 4.6.3. Preparación de raíces y trasplante
  - 4.6.4. Control de humedad y nutrientes
  - 4.6.5. Aplicaciones en espacios verticales
- 4.7. Raíz flotante
  - 4.7.1. Principios del sistema de raíz flotante
  - 4.7.2. Materiales y estructura del sistema
  - 4.7.3. Manejo de solución nutritiva
  - 4.7.4. Oxigenación y monitoreo
  - 4.7.5. Comparación con DWC y NFT
- 4.8. Técnicas emergentes
  - 4.8.1. Sistemas verticales y modulares
  - 4.8.2. Integración con IA y automatización
  - 4.8.3. Cultivos en ambientes controlados
  - 4.8.4. Producción en espacios urbanos
  - 4.8.5. Tendencias en innovación agrícola
- 4.9. Variedades de peces
  - 4.9.1. Clasificación de especies según tipo de alimentación
    - 4.9.1.1. Carnívoros: trucha arcoíris, róbalo, bagre de canal
    - 4.9.1.2. Omnívoros: tilapia, carpa común, pez gato
    - 4.9.1.3. Herbívoros: carpa herbívora, pacú
  - 4.9.2. Características fisiológicas y productivas por tipo
  - 4.9.3. Requerimientos ambientales por especie
  - 4.9.4. Compatibilidad con cultivos vegetales

- 4.9.5. Criterios para selección según sistema y contexto
- 4.10. Cultivos en secuencia y desdobles
  - 4.10.1. Definición de cultivo en secuencia
  - 4.10.2. Ventajas técnicas y sanitarias
  - 4.10.3. Diseño de unidades múltiples
  - 4.10.4. Sincronización entre peces y plantas
  - 4.10.5. Ejemplos de esquemas productivos
- 4.11. Unidades múltiples
  - 4.11.1. Diseño modular de sistemas acuapónicos
  - 4.11.2. Separación funcional de componentes
  - 4.11.3 Integración de biofiltros y tanques
  - 4.11.4 Flexibilidad y escalabilidad del sistema
  - 4.11.5 Evaluación de eficiencia técnica
- 4.12 Densidades de cultivo
  - 4.12.1. Cálculo de densidad por especie
  - 4.12.2. Efectos de la sobrepoblación
  - 4.12.3. Relación densidad–oxigenación–alimentación
  - 4.12.4. Monitoreo y ajuste de densidades
  - 4.12.5. Impacto en la productividad y bienestar animal
- 4.13. Alimentación
  - 4.13.1. Tipos de alimento: comercial, orgánico, vivo
  - 4.13.2. Frecuencia y cantidad de alimentación
  - 4.13.3. Conversión alimenticia (FCR)
  - 4.13.4. Estrategias para reducir costos
  - 4.13.5. Relación entre alimentación y calidad del agua
- 4.12. Sanidad e inocuidad
  - 4.12.1. Principales enfermedades en peces acuapónicos
  - 4.12.2. Signos clínicos y diagnóstico visual
  - 4.12.3. Buenas prácticas acuícolas
  - 4.12.4. Normativas sanitarias aplicables
  - 4.12.5. Evaluación de inocuidad en sistemas integrados
- 4.12. Plagas vegetales
  - 4.12.1. Definición y clasificación de plagas
  - 4.12.2. Plagas comunes en cultivos hidropónicos y acuapónicos
  - 4.12.3. Ciclo de vida y condiciones favorables
  - 4.12.4. Métodos de detección y monitoreo
  - 4.12.5. Estrategias de control físico, biológico y químico
- 4.14. Enfermedades de plantas
  - 4.14.1. Enfermedades fúngicas: síntomas y tratamiento
  - 4.14.2. Enfermedades bacterianas: diagnóstico y prevención
  - 4.14.3. Enfermedades virales: transmisión y manejo
  - 4.14.4. Factores ambientales que favorecen enfermedades
  - 4.14.5. Protocolos de bioseguridad vegetal
- 4.15. Enfermedades de peces
  - 4.15.1. Enfermedades parasitarias: tipos y control

- 4.15.2. Enfermedades bacterianas y virales en peces
- 4.15.3. Signos clínicos y diagnóstico visual
- 4.15.4. Prevención mediante buenas prácticas acuícolas
- 4.15.5. Tratamientos permitidos y normativas aplicables
- 4.16. Roedores y aves
  - 4.16.1. Impacto de fauna invasora en sistemas productivos
  - 4.16.2. Métodos de exclusión y control físico
  - 4.16.3. Prevención mediante diseño estructural
  - 4.16.4. Evaluación de riesgos sanitarios
- 4.17. Manejo Integral de Plagas (MIP)
  - 4.17.1. Principios del MIP en sistemas sustentables
  - 4.17.2. Monitoreo técnico y toma de decisiones
  - 4.17.3. Uso de control biológico y cultural
  - 4.17.4. Integración de normativas sanitarias
  - 4.17.5. Elaboración de plan de manejo sanitario

***Duración:***

3 horas

**Unidad V. Aplicaciones, mercado y normativas**

***Competencia***

Diseñar propuestas productivas viables y sostenibles en acuaponía e hidroponía, mediante el análisis de aplicaciones, oportunidades de mercado, normatividad vigente y utilizando herramientas digitales, para evitar riesgos sanitarios en el medio ambiente, con enfoque emprendedor, liderazgo y compromiso ambiental.

***Contenido***

- 5.1. Aplicaciones en alimentación humana y animal
  - 5.1.1. Producción de hortalizas para consumo humano
  - 5.1.2. Cultivo de peces para autoconsumo y comercialización
  - 5.1.3. Producción de forraje y microgreens para animales
  - 5.1.4. Seguridad alimentaria y trazabilidad
  - 5.1.5. Valor nutricional de productos acuapónicos e hidropónicos
- 5.2. Aplicaciones en farmacología y cosmética
  - 5.2.1. Cultivo de plantas con propiedades medicinales
  - 5.2.2. Producción de ingredientes para cosmética natural
  - 5.2.3. Potencial biotecnológico de especies vegetales y acuáticas
  - 5.2.4. Normativas específicas para uso farmacéutico y cosmético
- 5.3 Normativas mexicanas aplicables (SADER, COFEPRIS, SEMARNAT)
  - 5.3.1 Marco legal para producción vegetal y acuícola
  - 5.3.2 Normas oficiales mexicanas (NOM) relevantes
  - 5.3.3 Requisitos sanitarios y ambientales
  - 5.3.4 Trámites y registros ante dependencias
  - 5.3. 5. Buenas prácticas agrícolas y acuícolas



- 5.4. Estructura básica de un plan de negocio
  - 5.4.1. Resumen ejecutivo
  - 5.4.2. Justificación técnica y social
  - 5.4.3. Objetivos y metas del proyecto
  - 5.4.4. Plan de trabajo y cronograma
  - 5.4.5. Gestión de recursos humanos, materiales y financieros
  - 5.4.6. Proyección financiera y análisis de rentabilidad
- 5.5. Herramientas digitales para diseño y presentación (CANVA, IA, hojas de cálculo)
  - 5.5.1. Uso de hojas de cálculo para simulación y balance
  - 5.5.2. Diseño de presentaciones con Canva
  - 5.5.3. Aplicación de inteligencia artificial en diseño técnico
  - 5.5.4. Integración de recursos visuales y multimedia
  - 5.5.5. Organización del portafolio digital de evidencias
- 5.6. Comunicación técnica en inglés (Vocabulario técnico, redacción de fragmentos clave del proyecto, presentación del resumen)
  - 5.6.1. Vocabulario técnico en hidroponía y acuaponía
  - 5.6.2. Redacción de fragmentos clave en inglés
  - 5.6.3. Traducción del resumen ejecutivo
- 5.7. Preparación del documento final y evidencias
  - 5.7.1. Integración de resultados y análisis técnico
  - 5.7.2. Redacción del documento final del proyecto
  - 5.7.3. Elaboración de maqueta, prototipo o presentación audiovisual
  - 5.7.4. Ensayo y retroalimentación grupal
  - 5.7.5. Entrega y exposición del producto final

***Duración***

2 horas

## **VIII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER**

### **Unidad I. Fundamentos, materiales y sistemas empleados en la acuaponía e hidroponía**

#### **Práctica 1: Revisión técnica de los materiales y sistemas utilizados en la acuaponia e hidroponia.**

***Duración:***

4 horas

***Procedimiento:***

1. Atiende las orientaciones del docente para el desarrollo de la práctica
2. Forma Grupos de trabajo
3. Observa las ventajas y desventajas de los materiales, estructuras y sistemas de cultivo documentados por el docente
4. Se realiza una captura de imágenes digitales y notas técnicas.
5. Realiza una mesa de discusión entre el grupo y el docente

6. Realiza un reporte técnico

#### **Recursos de apoyo**

- Bitácora
- Cámara del celular o cámara
- Papel y lápiz para realizar anotaciones
- Computadora

### **Unidad II. Condiciones ambientales y parámetros fisicoquímicos**

#### **Práctica 2: Diagnóstico técnico y ambiental en una empresa hidropónica.**

##### **Duración:**

8 horas

##### **Procedimiento:**

1. Atiende las orientaciones del docente para el desarrollo de la práctica.
2. Se realiza una visita a una empresa hidropónica local.
3. Observa los materiales, estructuras y sistemas de cultivo.
4. Se realiza una captura de imágenes digitales y notas técnicas.
5. Se realiza una entrevista al responsable técnico del sistema de producción.
6. Discute posteriormente con el grupo.
7. Realiza un reporte técnico.

#### **Recursos de apoyo**

- Bitácora.
- Cámara del celular o cámara.
- Formato de entrevista.
- Computadora.

### **Unidad III. Operaciones unitarias y balance de masas en sistemas acuapónicos**

#### **Práctica 3: Evaluación de un sistema acuapónico o hidropónico.**

##### **Duración:**

4 horas

##### **Procedimiento:**

1. Atiende las orientaciones del docente para el desarrollo de la práctica.
2. Forma grupos de trabajo.
3. Identifica las especies vegetales y peces cultivados.

4. Observa las condiciones sanitarias y ambientales.
7. Registra datos y elabora un esquema funcional del sistema.
8. Realiza una mesa de discusión entre el grupo y el docente.
9. Realiza un reporte técnico.

### **Recursos de apoyo**

- Bitácora.
- Computadora con paquetería de hojas de cálculo y programa para generar croquis.
- Internet.
- Fichas de identificación de peces y vegetales.
- Papel y lápiz para realizar anotaciones.
- Computadora.

## **VIII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO**

### **Unidad I. Fundamentos, materiales y sistemas empleados en la acuaponía e hidroponía**

#### **Práctica 1: Identificación de materiales y equipos**

##### ***Duración***

3 horas

##### ***Procedimiento***

1. Atiende las instrucciones del docente sobre los tipos de materiales y equipos utilizados en hidroponía y acuaponía.
2. Observa y manipula los materiales disponibles en el laboratorio.
3. Revisa las fichas técnicas de los componentes con los que se cuentan, y de no encontrarse búscalas en línea.
4. Clasifica los materiales según su función en los sistemas.
5. Registra tus observaciones en la bitácora de laboratorio.
6. Realiza un reporte de práctica, entrega para su evaluación y retroalimentación.

##### **Recursos de apoyo**

- Materiales y equipos de laboratorio.
- Fichas técnicas impresas o digitales (donde aplique).
- Bitácora de laboratorio.
- Cámara o celular para registro visual.

#### **Práctica 2. Ensamble temprano de sistema acuapónico y monitoreo del biofiltro**

**Duración**

3 horas

**Procedimiento**

1. Atiende las indicaciones del docente.
2. Instala cada uno de los componentes del sistema (tanque, biofiltro, bomba y sistema vegetal).
3. Realiza esquema del sistema.
4. Inicia el sistema con agua y peces o amonio sintético.
5. Realiza la primera medición de amonio, nitritos, nitratos, pH y EC.
6. Registra los datos en una hoja de cálculo y bitácora.
7. Entrega para su evaluación y retroalimentación.

**Recursos de apoyo**

- Componentes acuapónicos.
- Hojas de cálculo para el balance.
- Equipos y kits de medición.
- Básculas y cinta de medir.
- Peces y alimento para peces.

**Unidad II. Condiciones ambientales y parámetros fisicoquímicos****Práctica 3: Siembra y germinación****Duración:**

6 horas

**Procedimiento**

1. Atiende las indicaciones del docente sobre germinación.
2. Siembra en una charola de germinación con las semillas proporcionadas.
3. Prepara una cama de RF y siembra de forma directa en canastillas.
4. Realiza una siembra con el método de la servilleta dentro del papel aluminio.
5. Observa diariamente la germinación y desarrollo de plántulas emergentes.
6. Haz una comparación en el porcentaje y tiempo de germinación en los tres métodos.
7. Registra diariamente los parámetros ambientales (temperatura, EC y pH).
8. Discute los resultados obtenidos con las tres técnicas de germinación y cómo es que afectan los parámetros ambientales.
9. Entrega para su evaluación y retroalimentación.

**Recursos de apoyo**

- Semillas.
- Sustrato.
- Servilletas.

- Papel aluminio
- Cama de raíz flotante por equipo de trabajo.
- Charola de germinación por equipo de trabajo.
- Medidores de pH, EC y temperatura.
- Bitácora de laboratorio.

### Unidad III. Operaciones unitarias y balance de masas en sistemas acuapónico

#### Práctica 4: Ensamble de sistema hidropónico para desarrollo de plántulas (Nursery) y monitoreo de crecimiento

##### **Duración:**

3 horas

##### **Procedimiento**

1. Atiende las indicaciones del docente sobre el diseño del sistema.
2. Elabora un croquis técnico del sistema hidropónico.
3. Ensambla los componentes del sistema, instala la bomba, depósito, tubería de distribución y de drenaje.
4. Realiza las pruebas de flujo y verifica el funcionamiento.
5. Coloca las charolas de germinación sembradas la semana anterior.
6. Registra diariamente los parámetros ambientales (temperatura, EC y pH) y lleva un registro fotográfico, así como la medición de la altura de las plantas cada semana.
7. Compara el crecimiento con respecto a las sembradas de forma directa en RF
8. Entrega para su evaluación y retroalimentación.

##### **Recursos de apoyo**

- Charolas de germinación con plántulas
- Herramientas básicas
- Bitácora de laboratorio
- Medidores de pH, EC, y temperatura

#### Práctica 5: Preparación de solución nutritiva

##### **Duración:**

3 horas

##### **Procedimiento**

1. Atiende las instrucciones del docente sobre formulación estándar.
2. Revisa las necesidades nutricionales del cultivo seleccionado.
3. Calcula las cantidades necesarias de macro y micronutrientes.
4. Prepara la solución nutritiva en laboratorio utilizando equipo de medición.
5. Mide pH, EC y ajusta según resultados.
6. Registra el procedimiento y resultados en hoja de cálculo y bitácora.
7. Entrega para su evaluación y retroalimentación.

##### **Recursos de apoyo**

- Fertilizantes, reactivos (ácido y base).

- Balanza, jarras medidoras, agitadores, recipientes de 5 litros.
- Equipo de medición de pH y EC.
- Hojas de cálculo para formulación y bitácora de laboratorio.

#### **Unidad IV. Especies cultivadas en sistemas acuapónicos e hidropónicos y sus principales enfermedades y plagas.**

##### **Práctica 6. Evaluación de parámetros en peces**

###### ***Duración:***

6 horas

###### ***Procedimiento***

1. Atiende las indicaciones del docente sobre los parámetros productivos
2. Observa el comportamiento de los peces en el sistema: actividad, alimentación, interacción.
3. Registra densidad, alimentación y signos de estrés
4. Mide parámetros del agua
5. Analiza la sanidad e inocuidad del sistema
6. Analiza los parámetros de calidad del agua para contrastar con crecimiento y comportamiento
7. En tu reporte discute parámetros de calidad de agua, y otros factores fisicoquímicos en el crecimiento y comportamiento de los organismos.
8. Entrega para su evaluación y retroalimentación

###### ***Recursos de apoyo***

- Sistema acuapónico en funcionamiento.
- Hojas de cálculo.
- Equipos y kits de medición.
- Básculas y cinta de medir.
- Peces y alimento para peces.
- Bitácora de laboratorio.
- Manual de buenas prácticas acuícolas.

##### **Práctica 7. Ensamble y operación de un sistema NFT**

###### ***Duración***

3 horas

###### ***Procedimiento***

1. Atiende las indicaciones del docente sobre NFT.
2. Ensambla un sistema NFT.
3. Trasplanta plántulas desde el sistema nursery.
4. Verifica flujo y registra observaciones.
5. En su reporte incluye un diagrama descriptivo del sistema.
6. Entrega para su evaluación y retroalimentación.

### ***Recursos de apoyo***

- Materiales de NFT.
- Plántulas.
- Equipo y kit de medición.
- Tabla para dibujar..

## **Práctica 8: Ensamble y operación de sistema aeropónico**

### ***Duración***

3 horas

### ***Procedimiento***

1. Atiende las instrucciones del docente sobre aeroponía
2. Diseña el sistema aeropónico
3. Construye la torre de aeroponía mediante la técnica de calentamiento con aire
4. Ensambla las torres de hidroponía
5. Prepara el sistema con solución nutritiva y verifica su funcionamiento
6. Trasplantar plántulas con la técnica de lavado de raíz
7. Registra las observaciones técnicas que deben de incluirse en el reporte.
8. Entrega para su evaluación y retroalimentación

### ***Recursos de apoyo***

- Tanque, tubería para construir las torres, tubería de distribución, bomba y accesorios del sistema aeropónico.
- Plántulas.
- Equipo y kits de medición.
- Bitácora de laboratorio.

## **Práctica 9: Comparación de crecimiento entre sistemas hidropónicos y acuapónicos**

### ***Duración***

6 horas

### ***Procedimiento***



1. Atiende las instrucciones sobre criterios comparativos (Peso, tamaño, largo de raíz, sabor).
2. Recolecta datos de crecimiento en cada sistema: altura, número de hojas, biomasa, coloración, consumo de agua.
3. Utiliza instrumentos de medición y formatos de registro.
4. Elabora una tabla comparativa con los resultados obtenidos.
5. Analiza las ventajas y limitaciones de cada sistema en función del tipo de cultivo, eficiencia y sostenibilidad.
6. Discute en el reporte sobre los hallazgos y una conclusión técnica.
7. Entrega para su evaluación y retroalimentación

### ***Recursos de apoyo***

- Fichas técnicas de cultivos.
- Sistemas NFT, acuapónico y aeropónico en funcionamiento.
- Equipo y kits de medición.
- Hojas de registro.
- Bitácora de laboratorio.
- Báscula.
- Cinta de medir.
- Cámara o celular con cámara

## **Práctica 10: Diagnóstico de plagas y enfermedades**

### ***Duración***

3 horas

### ***Procedimiento***

1. Atiende las instrucciones sobre diagnóstico sanitario.
2. Realiza una inspección visual de las plantas y peces.
3. Usa lupa o microscopio para observar síntomas específicos.
4. Clasifica los problemas detectados según tipo (fúngico, bacteriano, viral, entomológico)
5. Consulta fichas de diagnóstico y normativas de manejo.
6. En el reporte discutan sobre un plan de manejo integrado.
7. Entrega para su evaluación y retroalimentación.

### ***Recursos de apoyo***

- Lupa o microscopio.
- Fichas de diagnóstico vegetal y acuático.
- Bitácora de laboratorio.

- Guía de manejo integrado de plagas.
- Normativas sanitarias aplicables.

## **Unidad V. Aplicaciones, mercado y normativas**

### **Práctica 11: Simulación de balance de masas con IA**

#### ***Duración***

6 horas

#### ***Procedimiento***

1. Atiende las instrucciones del docente sobre balance de masas.
2. Accede a la hoja de cálculo o plataforma de IA asignada.
3. Ingresa datos reales o simulados del sistema (entradas de agua, nutrientes, biomasa, residuos, evaporación, etc).
4. Analiza los resultados obtenidos y verifica la coherencia técnica.
5. Propón ajustes en el diseño o manejo del sistema (cambiar caudales, mejorar eficiencia alimenticia, rediseñar biofiltro, etc)
6. Presenta el análisis en formato técnico
7. Entrega para su evaluación y retroalimentación

#### ***Recursos de apoyo***

- Computadora con acceso a IA y Excel
- Datos reales o simulados del sistema acuapónico
- Manual breve de balance de masas
- Rúbrica de análisis
- Bitácora de laboratorio

### **Práctica 12. Presentación técnica y plan de negocios**

#### ***Duración***

3 horas

#### ***Procedimiento***

1. Atiendan las instrucciones del docente sobre la estructura de la presentación.
2. Organicen su equipo y selecciona el formato: maqueta, prototipo, video o presentación digital.
3. Redacten los elementos clave de tu presentación.
4. Preparen recursos visuales y ensayen la exposición.
5. Presenten ante el grupo y reciban retroalimentación.
6. Entrega el informe técnico final conforme a la rúbrica.

### **Recursos de apoyo**

- Canva, PowerPoint o software de edición.
- Maqueta, prototipo o presentación audiovisual.
- Cámara o celular para grabación.
- Rúbrica de presentación.

## **XI. MÉTODO DE TRABAJO**

### **Encuadre**

El primer día de clase, cada docente debe establecer de forma clara y formal:

- La metodología de trabajo.
- Criterios de evaluación y rúbricas.
- Reglas sobre la calidad y entrega de trabajos académicos.
- Derechos y obligaciones del docente y los estudiantes.

Esto debe quedar registrado y comunicado por medios institucionales (como Blackboard o correo institucional).

### **Estrategia de enseñanza**

- Método de proyectos
- Aprendizaje basado en problemas
- Aprendizaje basado en casos
- Aprendizaje basado en preguntas
- Técnica expositiva
- Instrucción guiada
- Integración de herramientas digitales
- Aprendizaje colaborativo
- Discusión guiada y reflexión crítica

### **Estrategia de aprendizaje**

- Investigación documental

- Exposición de resoluciones de casos prácticos
- Trabajo colaborativo
- Técnica expositiva
- Mapas mentales
- Mapas conceptuales
- Cuadros comparativos
- Infografías
- Cuestionarios cortos

## X. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

### Criterios de acreditación

Para tener derecho a examen ordinario y extraordinario cada estudiante debe cumplir con los porcentajes de asistencia que establece el Estatuto Escolar vigente. La calificación es en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 60.

### Criterios de evaluación

|                          |      |
|--------------------------|------|
| - Evaluaciones parciales | 10%  |
| - Prácticas laboratorio  | 20%  |
| - Prácticas de taller    | 10%  |
| - Tareas                 | 20%  |
| - Proyecto técnico       | 40%  |
| Total                    | 100% |

## XI. REFERENCIAS

### Recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

Agrios, G. N. (2024). *Agrios' plant pathology*. Academic Press.

Franco Arce, K. M., Andrade Villarreal, J. V., & Gómez Cabezas, M. A. (2025). Acuaponía e hidroponía como estrategias sostenibles de gestión hídrica frente al cambio climático: Experiencia en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.) en Imbabura. *Siembra*, 12(4, número especial).  
<https://revistadigital.uce.edu.ec/index.php/SIEMBRA/article/view/8305>

- Goddek, S., Joyce, A., Kotzen, B., & Burnell, G. (Eds.). (2020). *Aquaponics food production systems*. Springer.  
<https://doi.org/10.1007/978-3-030-15943-6>
- Kozai, T., Niu, G., & Takagaki, M. (Eds.). (2020). *Plant factory: An indoor vertical farming system for efficient quality food production*. Academic Press.
- Rakocy, J. E., Bailey, D. S., Shultz, R. C., & Thoman, E. S. (2019). *Update on tilapia and vegetable production in the UVI aquaponic system*. University of the Virgin Islands Agricultural Experiment Station.  
[https://cales.arizona.edu/azaqua/ista/ista6/6abstracts/Rakocy/Rakocy\\_Aquaponics\\_IST\\_A6.doc](https://cales.arizona.edu/azaqua/ista/ista6/6abstracts/Rakocy/Rakocy_Aquaponics_IST_A6.doc)
- Raviv, M., Lieth, J. H., & Bar-Tal, A. (Eds.). (2019). *Soilless culture: Theory and practice* (2nd ed.). Academic Press.  
<https://doi.org/10.1016/C2016-0-04459-2>
- Resh, H. M. (2022). *Hydroponic food production: A definitive guidebook for the advanced home gardener and the commercial hydroponic grower* (8th ed.). CRC Press.  
<https://doi.org/10.1201/9781003133254>
- Southern, A., & King, W. (2017). *The aquaponic farmer: A complete guide to building and operating a commercial aquaponic system*. New Society Publishers.
- Timmons, M. B., Guerdat, T., & Vinci, B. J. (2018). *Recirculating aquaculture* (4th ed.). Ithaca Publishing Company.

### **Recursos de acceso libre o complementarios externos**

- Franco Arce, K. M., Andrade Villarreal, J. V., & Gómez Cabezas, M. A. (2025). Acuaponía e hidroponía como estrategias sostenibles de gestión hídrica frente al cambio climático: Experiencia en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.) en Imbabura. *Siembra*, 12(4, número especial).  
[https://doi.org/10.29166/siembra.v12i4\(Especial\)](https://doi.org/10.29166/siembra.v12i4(Especial))
- Puspa, R. C., & Rawal, J. S. (2024). Integrating aquaculture and hydroponics: A review of aquaponics systems and their sustainability. *Engineering Heritage Journal*, 5(2), 53–61.  
<https://doi.org/10.26480/gwk.02.2024.53.61>
- Russo, G. L., Langellotti, A. L., Torrieri, E., & Masi, P. (2025). Recent advances in aquaponic systems: A critical review. *Reviews in Aquaculture*, 17(2), e70029.  
<https://doi.org/10.1111/raq.70029>
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2020). *Normas oficiales mexicanas aplicables a la producción acuícola y vegetal*. <https://www.gob.mx/semarnat>

Somerville, C., Cohen, M., Pantanella, E., Stankus, A., & Lovatelli, A. (2022). *Producción de alimentos en acuaponía a pequeña escala: Cultivo integral de peces y plantas* (Documento Técnico de Pesca y Acuicultura No. 589). FAO. <https://doi.org/10.4060/i4021es>

## **XII. PERFIL DOCENTE**

Licenciatura en Biología, Biotecnología en Acuicultura o áreas afines; preferentemente con posgrado en Ciencias Naturales o experiencia comprobada en acuaponía, hidroponía, biotecnología o sistemas sustentables de producción. Ser responsable, empática, paciente, entusiasta y humilde, con disposición para guiar procesos de aprendizaje colaborativos que integren conocimientos teóricos y prácticos. Debe fomentar la creatividad, la innovación tecnológica, el pensamiento crítico y la responsabilidad ambiental en sus estudiantes, favoreciendo ambientes de aprendizaje participativos, éticos y con enfoque sostenible.



**PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE**

**I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN**

|                                            |                                                                                                                                                               |
|--------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Unidad académica:</b>                   | Facultad de Ciencias Marinas, Ensenada                                                                                                                        |
| <b>Programa educativo:</b>                 | Licenciatura en Biotecnología en Acuicultura                                                                                                                  |
| <b>Plan de Estudios:</b>                   | 2026-2                                                                                                                                                        |
| <b>Nombre de la unidad de aprendizaje:</b> | Virología Marina                                                                                                                                              |
| <b>Clave:</b>                              |                                                                                                                                                               |
| <b>Distribución horaria:</b>               | Horas Clase: 01<br>Horas Taller: 03<br>Horas Laboratorio: 00<br>Horas Práctica de Campo: 01<br>Horas Clínicas: 00<br>Horas Extra-clase: 01<br><br>Créditos:06 |
| <b>Etapas de formación:</b>                | Terminal                                                                                                                                                      |
| <b>Carácter:</b>                           | Optativa                                                                                                                                                      |
| <b>Requisito:</b>                          | Ninguno                                                                                                                                                       |
| <b>Modalidad de impartición:</b>           | Presencial                                                                                                                                                    |
| <b>Equipo de diseño:</b>                   | Ivone Giffard Mena<br>Oscar Basilio Del Rio Zaragoza                                                                                                          |
| <b>Subdirección que aprueba el PUA:</b>    | Patricia Alvarado Graef                                                                                                                                       |
| <b>Fecha:</b>                              | 25 de febrero de 2026                                                                                                                                         |
| <b>Aprobación y registro:</b>              |                                                                                                                                                               |

## **II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE**

La unidad de aprendizaje de Virología Marina tiene como objetivo dotar al estudiantado de las herramientas fundamentales para la descripción, clasificación e importancia de los virus marinos. Además de analizar sus mecanismos de acción a nivel molecular y modos de infección. Se describen casos específicos en todos los organismos acuáticos y, finalmente, se describe la respuesta inmune del hospedero. Con el propósito de que el estudiantado sea capaz de establecer medidas de control de vanguardia.

También, esta unidad remarca la existencia de bases de datos masivos de viromas y los estudios que se están desarrollando a nivel mundial para comprender su impacto real y tomar medidas emergentes ante pandemias globales. La unidad de aprendizaje es de carácter optativo, forma parte del área de conocimiento de Salud integral Acuícola, pertenece a la etapa terminal de la licenciaturas de Biotecnología en Acuicultura.

## **III. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE**

Evaluar la importancia y el impacto de los virus en el medio marino, sus consecuencias y las respuestas inmunes asociadas a través del diagnóstico, la lectura e interpretación de información de frontera con la finalidad de establecer medidas de control apropiadas, con ética profesional y responsabilidad por el medio ambiente.

## **IV. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE**

Trabajo final que contiene información integrada sobre la importancia de los virus y su impacto en el medio marino.

Portafolio de evidencias con tareas y ejercicios del taller.

## **V. COMPETENCIA PROFESIONAL DEL PERFIL DE EGRESO A LA QUE CONTRIBUYE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE**

Prevenir, controlar y manejar enfermedades en organismos acuáticos por medio del conocimiento de la biología y ecología de patógenos, métodos de diagnóstico, medidas sanitarias y de bioseguridad de las principales enfermedades que afectan a los organismos de importancia comercial en los sistemas acuícolas para garantizar la salud de los organismos y reducir impactos sanitarios y ambientales, con proactividad, responsabilidad e integridad.

## **VI. EJE TRANSVERSAL AL QUE CONTRIBUYE**

Compromiso con la Responsabilidad Social; Excelencia; Vanguardia; Innovación Social; Interculturalidad.



## VII. DESARROLLO POR UNIDADES

### Unidad I. Descubrimiento de un agente infeccioso

#### **Competencia**

Analizar los conceptos de virus, hospedero y coevolución mediante la comparación de sus estructuras proteicas, para caracterizar su morfología e inferir si los virus son aliados o enemigos, con responsabilidad.

#### **Contenido**

- 1.1. Entidades al límite de la vida
  - 1.1.1. Morfología
  - 1.1.2. Estructura
- 1.2. La gran diversidad de virus
  - 1.2.1. Clasificación y Taxonomía
  - 1.2.2. Material genético
  - 1.2.3. Quasiespecies
- 1.3. Replicación y ensamblaje
  - 1.3.1. Estrategias de optimización del genoma
  - 1.3.2. Etapas de la replicación viral
  - 1.3.3. Expresión génica viral
  - 1.3.4. Estrategias de replicación
- 1.4. Efectos en la célula hospedera
  - 1.4.1. Tipos de infecciones
  - 1.4.2. Diagnóstico viral
    - 1.4.2.1. Histología
    - 1.4.2.2. Microscopía electrónica
    - 1.4.2.3. PCR
    - 1.4.2.4. RT-PCR
    - 1.4.2.5. Q-PCR
    - 1.4.2.6. Secuenciación
    - 1.4.2.7. Cristalografía
    - 1.4.2.8. Cultivo celular
- 1.5. Teoría evolutiva viral
  - 1.5.1. Origen de los virus
  - 1.5.2. Acomodación viral
  - 1.5.3. Evolución viral
- 1.6. Variantes virales
  - 1.6.1. Viroide
  - 1.6.2. Virusoide
  - 1.6.3. Virofago
  - 1.6.4. Satélite
  - 1.6.5. Virus ayudante
  - 1.6.6. Transpovirion
  - 1.6.7. Polinton

- 1.6.8. Prion
- 1.6.9. Otras partículas genéticas

### ***Duración***

04 horas

## **Unidad II. Virus en el medio ambiente marino**

### ***Competencia***

Examinar la abundancia y la función de los virus en los océanos mediante el estudio de su relación con los ciclos biogeoquímicos para determinar su diversidad y abundancia con curiosidad e interés.

### ***Contenido***

- 2.1. Abundancia de virus en el medio ambiente marino.
- 2.2. Relación de los virus con los ciclos biogeoquímicos.
  - 2.2.1. Adquisición de DNA foráneo y Transferencia Horizontal de Genes
  - 2.2.2. Barreras entre especies
- 2.3. Virómas oceánicos
  - 2.3.1. Muestreo de virus en el océano
  - 2.3.2. Cuantificación de virus en agua de mar
  - 2.3.3. Identificación y asociación especie-hospedero en el medio marino
- 2.4. ¿Por qué se dice que nuestro planeta es un planeta de virus?
  - 2.4.1. Proyecto TARA
  - 2.4.2. Global Ocean Sampling (GOS)
  - 2.4.3. Observación Oceánica Integrada Global (GOOS)
  - 2.4.4. International Census of Marine Microbes (ICoMM)

### ***Duración***

04 horas

## **Unidad III. Virus en moluscos, crustáceos y peces.**

### ***Competencia***

Comparar los impactos causados por virus en organismos de importancia comercial mediante la revisión de estudios de caso sobre epidemias virales en acuicultura para entender sus modos de acción especializados con responsabilidad hacia el medio ambiente y el respeto por la vida.

### ***Contenido***

- 3.1. Estado mundial de la acuicultura
  - 3.1.1. Impacto de las enfermedades en acuicultura
- 3.2. Virus en invertebrados (moluscos y crustáceos):
  - 3.2.1. Virus de DNA
  - 3.2.2. Virus de RNA
- 3.3. Virus en vertebrados (peces)

3.3.1. Virus de DNA

3.3.2. Virus de RNA

### ***Duración***

02 horas

## **Unidad IV. Diversidad viral y su impacto en la biosfera**

### ***Competencia***

Analizar los principales grupos de virus, sus hospedadores y características a través de la reflexión sobre la importancia de los virus en los ciclos biológicos y la salud global, para identificar el impacto ecológico y social de las pandemias virales en las poblaciones con responsabilidad con el medio ambiente.

### ***Contenido***

#### 4.1. Grupos taxonómicos y sus virus

4.1.1. Virus gigantes

4.1.2. Virus de archaea

4.1.3. Bacteriófagos

4.1.4. Virus de algas

4.1.5. Virus de hongos

4.1.6. Virus en reptiles

4.1.7. Virus en aves marinas

4.1.8. Virus en mamíferos marinos

4.1.9. Virus no clasificados

#### 4.2. Pandemias virales

### ***Duración***

02 horas

## **Unidad V. Sistemas de defensa: respuestas inmunitarias y mecanismos de regulación**

### ***Competencia***

Diferenciar los tipos de respuesta inmunitaria mediante la identificación de las células o tejidos que responden ante una infección para comprender los sofisticados y complejos sistemas de respuestas de los hospederos a nivel molecular, celular y orgánico, con actitud analítica y de integración.

### ***Contenido***

#### 5.1. Estructura del sistema inmune

#### 5.2. Células efectoras del sistema inmune

#### 5.3. Las vías de señalización inmune

5.3.1. Receptores celulares

5.3.2. Respuesta inmune primaria

5.3.3. Respuesta inmune secundaria

- 5.4. Respuesta celular inmune
  - 5.4.1. Fagocitosis
  - 5.4.2. Apoptosis
  - 5.4.3. Cáncer
  - 5.4.3. Memoria celular
  - 5.4.4. Anticuerpos
  - 5.4.5. Factores y moléculas no específicas
- 5.5. Neurovirología como área de investigación reciente
- 5.6. RNA de interferencia (iRNA) como mecanismo de regulación y medida de control viral

### **Duración**

02 horas

## **Unidad VI. Desarrollos biotecnológicos anti-virales**

### **Competencia**

Valorar el modo de acción de diversas terapias anti-virales y su efectividad de destrucción o inhibición a través de modelos experimentales in vivo con la finalidad de evaluar su potencial de resistencia con responsabilidad y cuidado al medioambiente.

### **Contenido**

- 6.1. Diseños experimentales *in vivo*
  - 6.1.1. Plantear la pregunta de investigación
  - 6.1.2. Definir etapa del desarrollo a estudiar
  - 6.1.3. Definir tejidos a analizar
  - 6.1.4. Definir condiciones experimentales
  - 6.1.5. Ensayos de sobrevivencia
  - 6.1.6. Réplicas y aleatoriedad
  - 6.1.7. Uso de controles
  - 6.1.8. Tipos de sistemas
- 6.2. Experimentos de infección de virus in vitro
  - 6.2.1 Cultivo celular primario
  - 6.2.2 Cultivo celular secundario
- 6.3. Métodos de control viral
  - 6.3.1. Antiviral
  - 6.3.2. Vacuna
    - 6.3.2.1. Tipos de vacunas
    - 6.3.2.2. Producción de vacunas
    - 6.3.2.3. Estrategias de vacunación
    - 6.3.2.4. Inmunidad de rebaño
    - 6.3.2.5. Farmacéuticas
  - 6.3.3. Plasma - Suero
  - 6.3.4. Interferón
  - 6.3.5. RNA de interferencia (iRNA)
  - 6.3.6. CRISP-CAS9

6.3.7. Nanocontenedores

6.3.8. Liposomas

6.3.9. VLP

6.3.10. Nanopartículas

6.3.11. Microfluidos

6.4. Limitaciones de los antivirales

6.5. Mercado y futuro de la vacunación

***Duración***

02 horas

## **VI. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER**

### **Unidad I. Descubrimiento de un agente infeccioso**

#### **Práctica 1: Teorías revolucionarias sobre el origen de la vida**

***Duración***

08 horas

***Procedimiento***

1. Recibe instrucciones docentes para la realización de la práctica
2. Se integra en equipo de trabajo
3. Analiza un video documental
4. Describe teorías revolucionarias sobre el origen de la vida
5. Realiza un debate grupal
6. Integra y sintetiza la información obtenida para realizar un reporte final de la práctica
7. Entrega un reporte
8. Recibe retroalimentación por parte de su docente

***Recursos de apoyo***

- Bibliografía especializada.
- Bases de datos de búsqueda de información.
- Herramientas de tecnologías de la información.
- Laptop o dispositivo electrónico.
- Software Microsoft, PowerPoint, Word, Canva.

### **Unidad II. Virus en el medio ambiente marino**

#### **Práctica 2: Observación de tejidos infectados con virus**

***Duración***

08 horas

### **Procedimiento**

1. Recibe instrucciones docentes para la realización de la práctica
2. Se integra en equipo de trabajo
3. Observa con ayuda de un microscopio laminillas de tejidos infectados por virus
4. Diferencia viriones
5. Observa tejidos infectados para detectar enfermedades causadas por virus
6. Integra y sintetiza la información obtenida para realizar un reporte final de la práctica
7. Entrega un reporte
8. Recibe retroalimentación por parte de su docente

### **Recursos de apoyo**

- Microscopio óptico
- Laminillas pre-fijadas

## **Unidad III: Virus en moluscos, crustáceos y peces.**

### **Práctica 3: Análisis de secuencias virales**

#### **Duración**

08 horas

#### **Procedimiento**

1. Recibe instrucciones docentes para la realización de la práctica
2. Se integra en equipo de trabajo
3. Accede a la base datos de virus
4. Identifica secuencias de virus de interés
5. Compara genotipos y/o especies virales
6. Haz un diseño de primers para PCR a partir de secuencias virales
7. Elabora un árbol filogenético
8. Integra y sintetiza la información obtenida para realizar un reporte final de la práctica
9. Entrega un reporte
10. Recibe retroalimentación por parte de su docente

#### **Recursos de apoyo**

- Computadora
- Acceso a internet
- Base de datos

## **Unidad IV: Diversidad viral y su impacto en la biosfera**

### **Práctica 4: Efectos beneficiosos de los bacteriófagos**

#### **Duración**

08 horas

#### **Procedimiento**

1. Recibe instrucciones docentes para la realización de la práctica

2. Se integra en equipo de trabajo
3. Realiza una búsqueda de información sobre el origen e impacto de los bacteriófagos en los ecosistemas acuáticos
4. Debate sobre impactos positivos y negativos de los bacteriófagos por ejemplo: Usos y aplicaciones actuales de los bacteriófagos. Futuro de los bacteriófagos en las ciencias biomédica y alimenticia
5. Integra y sintetiza la información obtenida para realizar un reporte final de la práctica
6. Entrega un reporte
7. Recibe retroalimentación por parte de su docente

#### **Recursos de apoyo**

- Información documental
- Proyector
- Computadora

### **Unidad V: Sistemas de defensa: respuestas inmunitarias y mecanismos de regulación**

#### **Práctica 5: Cultivo celular**

#### **Duración**

08 horas

#### **Procedimiento**

1. Recibe instrucciones docentes para la realización de la práctica
2. Se integra en equipo de trabajo
3. Identifica las metodologías para realizar cultivo celular primario
4. Identifica las metodologías para realizar cultivo celular secundario
5. Identifica las metodologías para realizar conteo en placa
6. Integra y sintetiza la información obtenida para realizar un reporte final de la práctica
7. Entrega un reporte
8. Recibe retroalimentación por parte de su docente

#### **Recursos de apoyo**

- Computadora
- Proyector
- Material demostrativo que represente placas y botellas para cultivo celular
- Calculadora

### **Unidad VI: Desarrollos biotecnológicos anti-virales**

#### **Práctica 6: Estrategias antivirales**

#### **Duración**

08 horas

### **Procedimiento**

1. Recibe instrucciones docentes para la realización de la práctica
2. Se integra en equipo de trabajo
3. Realiza una investigación sobre tratamientos antivirales actuales en la industria farmacéutica y veterinaria.
4. Describe las diferentes plataformas de protección antiviral disponibles para peces, crustáceos y moluscos
5. Describe las diferentes estrategias de aplicación y efectividad de los tratamientos (inyectado, oral y por inmersión)
6. Evalúa los posibles riesgos y las limitaciones de los tratamientos antivirales (inhibición, sinergia, efectos adversos)
7. Elabora un ensayo sobre el futuro del impacto del desarrollo antiviral en México
8. Integra y sintetiza la información obtenida para realizar un reporte final de la práctica
9. Entrega un reporte
10. Recibe retroalimentación por parte del docente

### **Recursos de apoyo**

- Computadora
- Proyector
- Información documental

## **VIII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE CAMPO**

### **Unidad I: Descubrimiento de un agente infeccioso**

#### **Práctica 1: Monitoreo de virus marinos**

##### **Duración**

06 horas

##### **Procedimiento**

1. Recibe instrucciones docentes para la realización de la práctica
2. Se integra en equipo de trabajo
3. Colecta muestras de agua durante crucero oceanográfico
4. Filtra el agua
5. Preserva filtros en RNAlater
6. Realiza extracción de ADN y/o ARN en el laboratorio
7. Realiza PCR para virus marinos
8. Integra y sintetiza la información obtenida para realizar un reporte final de la práctica
9. Entrega un reporte
10. Recibe retroalimentación por parte de su docente
11. Integra y sintetiza la información obtenida para realizar un reporte final de la práctica
12. Entrega un reporte
13. Recibe retroalimentación por parte de su docente



### **Recursos de apoyo**

- Botellas Niskin
- Botellas de plástico o vidrio estériles
- CTD
- Equipo de filtración estéril
- Filtros
- Bomba de vacío
- Tubos plástico estériles
- Caja de almacenamiento para tubos
- RNAlater o etanol 90
- Kit de extracción de ácidos nucleicos
- Kit de PCR
- Primers de virus acuícolas

### **Práctica 2: Monitoreo de virus en granja y/o laboratorio acuícola**

#### **Duración**

05 horas

#### **Procedimiento**

1. Recibe instrucciones docentes para la realización de la práctica
2. Visita una granja o un laboratorio acuícola de producción de camarón, ostión, mejillón, almeja, abulón o peces
3. Localiza organismos enfermos
4. Toma muestra de tejido, sangre o hemolinfa
5. Realiza extracción de ADN y/o ARN en el laboratorio
6. Realiza PCR para virus marinos
7. Integra y sintetiza la información obtenida para realizar un reporte final de la práctica
8. Entrega un reporte
9. Recibe retroalimentación por parte de su docente

### **Recursos de apoyo**

- Equipo de disección estéril
- Tubos plásticos estériles
- RNAlater o etanol 90
- Kit de extracción de ácidos nucleicos
- Kit de PCR
- Primers de virus acuícolas
- Medidor de Temperatura y oxígeno (YSI)
- Disco de Secchi
- Tiras indicadores de parámetros de calidad de agua
- Atarraya y cubeta

### **Práctica 3: Monitoreo de virus en zona costera y cuerpos de agua interiores**

#### ***Duración***

05 horas

#### ***Procedimiento***

1. Recibe instrucciones docentes para la realización de la práctica
2. Toma muestras de agua en la zona costera (zona libre de impacto humano, zona turística y zona de descarga de aguas residuales) o de cuerpos de agua internos (estero, laguna, presa, río)
3. Filtra el agua
4. Realiza extracción de ácidos nucleicos
5. Realiza PCR para detectar virus de impacto en la salud humana
6. Integra y sintetiza la información obtenida para realizar un reporte final de la práctica
7. Entrega un reporte
8. Recibe retroalimentación por parte su docente

#### ***Recursos de apoyo***

- Cubeta
- Tubos falcon de 50 mL
- Equipo de filtración
- Bomba de vacío
- Kit de extracción de ácidos nucleicos
- Kit de PCR
- Primers para virus de impacto en la salud humana
- Medidor de Temperatura y oxígeno (YSI)
- Refractómetro
- Disco de Secchi
- Tiras indicadores de parámetros de calidad de agua

## **XI. MÉTODO DE TRABAJO**

### **Encuadre**

El primer día de clase, cada docente debe establecer de forma clara y formal:

- La metodología de trabajo.
- Criterios de evaluación y rúbricas.
- Reglas sobre la calidad y entrega de trabajos académicos.
- Derechos y obligaciones del docente y los estudiantes.

Esto debe quedar registrado y comunicado por medios institucionales (como Blackboard o correo institucional).

### **Estrategia de enseñanza**

- Aprendizaje basado en casos
- Aprendizaje basado en preguntas
- Aprendizaje basado en problemas
- Aprendizaje basado en proyectos
- Aprendizaje colaborativo
- Aprendizaje servicio
- Aprendizaje situado
- Discusión guiada
- Estudio de caso
- Instrucción directa o guiada
- Proyectos integradores o interdisciplinarios
- Resolución de problemas reales con actores sociales
- Simulación de casos reales
- Trabajo de campo guiado
- Tutoría entre pares

### **Estrategia de aprendizaje**

- Aprendizaje autorregulado
- Desarrollo de proyectos sociales o productivos
- Elaboración de organizadores gráficos (infografías, mapas mentales, mapas conceptuales)
- Interacción con actores reales (clientes, comunidades, usuarios)
- Investigación documental
- Práctica reflexiva / Práctica reflexiva en campo
- Resolución de problemas
- Trabajo de campo autónomo o investigativo

## **X. CRITERIOS DE EVALUACIÓN**

### **Criterios de acreditación**

Para tener derecho a examen ordinario y extraordinario, cada estudiante debe cumplir con los porcentajes de asistencia que establece el Estatuto Escolar vigente. La calificación es en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 60.

### **Criterios de evaluación**

- |                          |     |
|--------------------------|-----|
| - Evaluaciones parciales | 40% |
|--------------------------|-----|

|                                               |      |
|-----------------------------------------------|------|
| - Prácticas taller/laboratorio/clínicas/campo | 10%  |
| - Tareas                                      | 05%  |
| - Actividades                                 | 15%  |
| - Reporte de campo                            | 15%  |
| - Proyecto final                              | 15%  |
| Total                                         | 100% |

## XI. REFERENCIAS

### Recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

De Castro, E., Hulo, C., Masson, P., Auchincloss, A., Bridge, A., & Le Mercier, P. (2024). ViralZone. *Nucleic Acids Research*, 52(D1), D817–D821.  
<https://doi.org/10.1093/nar/gkad1023>

Fajardo, C., De Donato, M., Macedo, M., Charoonnart, P., Saksmerprome, V., Yang, L., Purton, S., Mancera, J. M., & Costas, B. (2024). RNA interference applied to crustacean aquaculture. *Biomolecules*, 14(11), 1358.  
<https://doi.org/10.3390/biom14111358>

Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2011). *Asia diagnostic guide to aquatic animal diseases*. FAO.  
<https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/029f4c72-b3f3-47af-b4f9-32a3f32f4f58/content>  
 [Clásica]

Gregory, A. C., Zayed, A. A., Conceição-Neto, N., Temperton, B., Bolduc, B., Alberti, A., ... Sullivan, M. B. (2019). Marine DNA viral macro- and microdiversity from pole to pole. *Cell*, 177(5), 1109–1123.e14.  
<https://doi.org/10.1016/j.cell.2019.03.040>  
 [Clásica]

Holmes, E. C., Krammer, F., & Goodrum, F. D. (2024). Virology—The next fifty years. *Cell*.  
<https://doi.org/10.1016/j.cell.2024.07.025>

Hou, X., Zheng, K., He, Y., & Wang, Z. (2024). Using artificial intelligence to document the hidden RNA virosphere. *Cell*, 187, 1–14.  
<https://doi.org/10.1016/j.cell.2024.09.027>

Kibenge, F. S. B., & Godoy, M. G. (Eds.). (2024). *Aquaculture virology* (2nd ed.). Elsevier.

- Lightner, D. V. (2013). *Handbook of shrimp pathology and diagnostic procedures for diseases of penaeid shrimp*. World Aquaculture Society.  
[Clásica]
- Noga, E. J. (2010). *Fish disease: Diagnosis and treatment* (2nd ed.). Wiley-Blackwell.  
<https://doi.org/10.1002/9781118786758>  
[Clásica]
- Paez-Espino, D., Eloie-Fadrosch, E. A., Pavlopoulos, G. A., Thomas, A. D., Huntemann, M., Mikhailova, N., ... Kyrpides, N. C. (2016). Uncovering Earth's virome. *Nature*, 536(7617), 425–430.  
<https://doi.org/10.1038/nature19094>  
[Clásica]
- Steinmetz, N. F., & Manchester, M. (2011). *Viral nanoparticles: Tools for materials science and biomedicine* (1st ed.). Pan Stanford.  
[Clásica]
- Volpe, E., Caffara, M., & Errani, F. (2023). Advances in viral aquatic animal disease knowledge through application of molecular methods to archived samples. *Biology*, 12(3), 466.  
<https://doi.org/10.3390/biology12030466>
- Walker, P. J., & Subramaniam, K. (Eds.). (2017). *Fish viruses and bacteria: Pathobiology and protection*. CABI.  
<https://doi.org/10.1079/9781780647784.0000>  
[Clásica]
- Wang, Y., Zheng, K., Wang, Y., Hou, X., He, Y., Wang, Z., ... Liu, X. (2024). Microplastics and viruses in the aquatic environment: A mini review. *Frontiers in Microbiology*, 15, 1433724.  
<https://doi.org/10.3389/fmicb.2024.1433724>
- Weinbauer, M. G. (2004). Ecology of prokaryotic viruses. *FEMS Microbiology Reviews*, 28(2), 127–181.  
<https://doi.org/10.1016/j.femsre.2003.08.001>  
[Clásica]
- Zhang, Q., Gui, J.-F., & Zhang, Y. (2022). Recent insights into aquatic viruses: Emerging and reemerging pathogens, molecular features, biological functions, and novel investigative approaches. *Water Biology and Security*, 1(3), 100062.  
<https://doi.org/10.1016/j.watbs.2022.100062>

### Recursos de acceso libre o complementarios externos

Bacterial and Viral Bioinformatics Resource Center. (2025). BV-BRC. <https://www.bv-brc.org/>

De Castro, E., Hulo, C., Masson, P., Auchincloss, A., Bridge, A., & Le Mercier, P. (2024). *ViralZone*. <https://viralzone.expasy.org/>

Global Ocean Observing System. (2025). *GOOS*. <https://goosocean.org/>

International Committee on Taxonomy of Viruses. (2025). *ICTV*. <https://ictv.global/>

J. Craig Venter Institute. (2025). *GOS research*. <https://www.jcvi.org/research/gos>

NCBI Virus. (2025). *Virus database*. National Center for Biotechnology Information. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/labs/virus/vssi/#/>

Pathogens Portal. (2025). *Priority pathogens*. <https://www.pathogensportal.org/priority-pathogens>

Reactome Consortium. (2025). *Reactome pathway database*. <https://reactome.org/>

Reference Viral DataBase. (2025). *RVDB*. <https://rvdb.dbi.udel.edu/>

Schäffer, A. A., Hatcher, E. L., Yankie, L., Shonkwiler, L., Brister, J. R., Karsch-Mizrachi, I., & Nawrocki, E. P. (2020). VADR: Validation and annotation of virus sequence submissions to GenBank. *BMC Bioinformatics*, 21, 211. <https://doi.org/10.1186/s12859-020-3537-3>

TARA Oceans Foundation. (2025). *TARA Oceans*. <https://fondationtaraocean.org/>

UniProt Consortium. (2025). *UniProt database*. <https://www.uniprot.org/>

Viral Bioinformatics Research Centre. (2025). *Viral Bioinformatics Research Centre*. <https://4virology.net/>

Virus Particle Explorer Database. (2025). *VIPERdb v3.0*. <https://viperdb.org>

## **XII. PERFIL DOCENTE**

La persona docente deberá contar con formación en Licenciatura en Biología en Acuicultura, Medicina Veterinaria, Biología o áreas afines, preferentemente con posgrado en Ciencias Naturales y/o Veterinarias, con grado de Maestría o Doctorado en Ciencias y experiencia comprobable en el campo profesional. Asimismo, deberá ser una persona puntual, honesta y responsable, con habilidades de comunicación efectiva, capacidad para motivar la participación del estudiantado y fomentar un ambiente de tolerancia, respeto y colaboración dentro del aula.



**PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE**

**I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN**

|                                            |                                                                                                                                                               |
|--------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Unidad académica:</b>                   | Facultad de Ciencias Marinas                                                                                                                                  |
| <b>Programa educativo:</b>                 | Licenciatura en Biotecnología en Acuicultura                                                                                                                  |
| <b>Plan de Estudios:</b>                   | 2026-2                                                                                                                                                        |
| <b>Nombre de la unidad de aprendizaje:</b> | Ciencias Ómicas en Acuicultura                                                                                                                                |
| <b>Clave:</b>                              |                                                                                                                                                               |
| <b>Distribución horaria:</b>               | Horas Clase: 02<br>Horas Taller: 02<br>Horas Laboratorio: 00<br>Horas Práctica de Campo: 00<br>Horas Clínicas: 00<br>Horas Extra-clase: 02<br><br>Créditos:06 |
| <b>Etapas de formación:</b>                | Terminal                                                                                                                                                      |
| <b>Carácter:</b>                           | Optativa                                                                                                                                                      |
| <b>Requisito:</b>                          | Ninguno.                                                                                                                                                      |
| <b>Modalidad de impartición:</b>           | Presencial                                                                                                                                                    |
| <b>Equipo de diseño:</b>                   | Laura Liliana López Galindo<br>Ernesto Larios Soriano<br>Mario Alberto Galaviz Espinoza<br>Ivone Giffard Mena                                                 |
| <b>Subdirección que aprueba el PUA:</b>    | Patricia Alvarado Graef.                                                                                                                                      |
| <b>Fecha:</b>                              | 25 de febrero de 2026                                                                                                                                         |
| <b>Aprobación y registro:</b>              |                                                                                                                                                               |

## **II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE**

La unidad de aprendizaje Ciencias Ómicas en Acuicultura tiene como propósito que el estudiantado comprenda y aplique los fundamentos teóricos y metodológicos de las principales disciplinas ómicas (genómica, transcriptómica, proteómica, metabolómica, metagenómica y epigenómica), y reconozca sus aplicaciones en el análisis, monitoreo y mejoramiento de organismos acuáticos cultivados. A través de actividades teórico-prácticas y del uso de bases de datos y herramientas bioinformáticas básicas, el estudiantado desarrollará la capacidad de identificar y analizar técnicas ómicas de vanguardia, interpretar datos moleculares y vincularlos con procesos de adaptación ambiental, desarrollo, patología y nutrición en especies de interés acuícola, integrando criterios de ética, sustentabilidad e innovación. Con ello, se busca que el estudiantado conozca las herramientas emergentes orientadas a la innovación en el sector acuícola y construya una visión interdisciplinaria que fortalezca su formación profesional en biotecnología aplicada a la acuicultura. Se ubica en la etapa terminal, es de carácter optativa y pertenece al área de conocimiento de Biotecnología. Se recomienda haber aprobado la unidad de aprendizaje de biología celular y molecular y técnicas de análisis genético en acuicultura.

## **III. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE**

Examinar los fundamentos teóricos y metodológicos de las principales ciencias ómicas mediante el análisis e interpretación de datos moleculares obtenidos a través de herramientas bioinformáticas y bases de datos especializadas para reconocer, evaluar y proponer soluciones innovadoras en el monitoreo, mejoramiento y manejo sustentable de organismos acuáticos cultivados con actitud crítica, ética, colaborativa y responsable.

## **IV. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE**

Proyecto final integrador que combine la aplicación de herramientas ómicas y bioinformáticas en el análisis de datos transcriptómicos o metagenómicos de una especie acuática de interés acuícola, pesquero o ecológico. A partir de bases de datos públicas realizará la selección, procesamiento e interpretación de la información para relacionarla con procesos biológicos relevantes. Los resultados se presentarán en un reporte técnico-científico con introducción, metodología, resultados, discusión y conclusiones. Esta evidencia permitirá integrar conocimientos ómicos y acuícolas, demostrando competencias en análisis crítico, uso responsable de la información y comunicación científica.

## **V. COMPETENCIA PROFESIONAL DEL PERFIL DE EGRESO A LA QUE CONTRIBUYE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE**

Diseñar e implementar estrategias de manejo acuícola resilientes y sostenibles, mediante el análisis de riesgos ambientales, la adaptación de tecnologías apropiadas y la integración de enfoques socio-ecosistémicos, para mitigar los impactos del cambio climático y fortalecer la sostenibilidad en toda la cadena de valor acuícola, con responsabilidad ambiental y social, con pensamiento crítico, ética profesional y compromiso social.



## **VI. EJE TRANSVERSAL AL QUE CONTRIBUYE**

Compromiso con la responsabilidad social y vanguardia

## **VII. DESARROLLO POR UNIDADES**

### **Unidad I. La era de las Ciencias Ómicas**

#### **Competencia**

Analizar el origen y evolución de las ciencias ómicas para comprender su impacto en la biotecnología acuícola y reconocer la relevancia de las herramientas ómicas como base del análisis molecular de organismos acuáticos, mediante la revisión crítica de su historia y los principales avances tecnológicos, con actitudes de responsabilidad, honestidad intelectual, pensamiento crítico, colaboración y compromiso con la innovación y la sustentabilidad.

#### **Contenido**

- 1.1. Contexto histórico breve: del Genoma Humano a la era postgenómica.
- 1.2. Introducción a la bioinformática y bases de datos biológicas.

#### **Duración**

2 horas

### **Unidad II. Fundamentos de las ciencias ómicas**

#### **Competencia**

Distinguir los fundamentos de las ciencias ómicas, mediante su análisis conceptual, la biología de sistemas y los principales tipos de ómicas, así como su relevancia en la biología moderna y en la acuicultura, para comprender el flujo de información genética del ADN al fenotipo y reconocer ejemplos de aplicación en organismos modelo y especies acuáticas, incluyendo las nuevas disciplinas ómicas emergentes, con actitudes de responsabilidad, honestidad, pensamiento crítico, colaboración y rigor científico.

#### **Contenido**

- 2.1. Introducción al concepto de ómicas y biología de sistemas
- 2.2. Principales ciencias ómicas: genómica, transcriptómica, proteómica, metabolómica, epigenómica y metagenómica.
- 2.3. Flujo de información genética: del ADN al fenotipo.
- 2.4. Especies acuáticas modelo: peces cebra, tilapia, salmón, camarones.
- 2.5. Generalidades de las nuevas ciencias ómicas (citómica, exposómica, fenómica, farmacogenómica, nutrigenómica y microbiómica).
- 2.6. Integración multi-ómica y análisis de redes biológicas.

#### **Duración**

9 horas

### **Unidad III. Transcriptómica y expresión génica**

#### **Competencia**

Distinguir los conceptos básicos de transcriptómica y expresión génica para diseñar y analizar estudios experimentales sobre la respuesta a factores de estrés (temperatura, salinidad, pH) en moluscos, peces y crustáceos, mediante la revisión de sus fundamentos, el diseño experimental y las respuestas moleculares, con responsabilidad, rigor científico, pensamiento crítico e innovación.

#### **Contenido**

- 3.1. Fundamentos de transcriptómica y expresión génica
- 3.2. Diseño experimental y control de calidad en estudios de expresión génica.
- 3.3. Respuestas moleculares al estrés ambiental (temperatura, salinidad, pH)
- 3.4. Casos de estudio en moluscos, peces y crustáceos.
- 3.5. Introducción a herramientas de análisis transcriptómico.

#### **Duración**

10 horas

### **Unidad IV. Metagenómica y microbiomas en acuicultura**

#### **Competencia**

Analizar los conceptos básicos de metagenómica y microbiomas para aplicar sus herramientas en la evaluación de la nutrición, la sanidad y la mejora de sistemas acuícolas, mediante la revisión de sus fundamentos, aplicaciones, herramientas básicas para su análisis, así como los factores ambientales y ecológicos asociados, con responsabilidad, pensamiento crítico y actitud colaborativa e innovadora.

#### **Contenido**

- 4.1. Fundamentos de la metagenómica: metataxonómica y metagenomas ambientales.
- 4.2. Microbiota asociada a organismos acuáticos.
- 4.3. Detección temprana de patógenos.
- 4.4. Desarrollo de probióticos y prebióticos.
- 4.5. Respuesta inmune.
- 4.5. Casos de estudio en peces, moluscos, crustáceos y macroalgas.

#### **Duración**

10 horas.

## VIII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER

### Unidad I. La era de las Ciencias Ómicas

#### Práctica 1: Cronología de las ciencias ómicas

##### **Duración**

2 horas

##### **Procedimiento**

1. Recibe y atiende las instrucciones proporcionadas por el docente.
2. Se integra en equipos de trabajo.
3. Analiza los datos de la búsqueda bibliográfica realizada previa al taller sobre la cronología de las ciencias ómicas.
4. Elabora un esquema cronológico mediante el uso de herramientas digitales.
5. Expone su esquema frente al grupo.
6. Recibe retroalimentación docente.
7. Elabora un reporte.
8. Entrega en plataforma institucional.

##### **Recursos de apoyo**

- Computadora, Tablet o dispositivo móvil.
- Internet
- Cable para proyector
- Proyector

### Unidad II. Fundamentos de las ciencias ómicas

#### Práctica 2: Principales ciencias ómicas y su aplicación en acuicultura

##### **Duración**

2 horas

##### **Procedimiento**

1. Recibe y atiende las instrucciones proporcionadas por docente.
2. Forma equipos de trabajo.
3. Genera un mapa conceptual integrador en herramientas digitales innovadoras donde relacionen las principales ciencias ómicas (genómica, transcriptómica, proteómica, metabolómica, metagenómica, epigenómica) y sus aplicaciones en acuicultura.
4. Presenta su mapa conceptual integrador al grupo.
5. Recibe retroalimentación docente.
6. Entrega actividad en plataforma institucional.

##### **Recursos de apoyo**

- Computadora, Tablet o dispositivo móvil.

- Internet.
- Cable para proyector.
- Proyector

### **Práctica 3: Aplicaciones de las ciencias ómicas en acuicultura: Reseña crítica**

#### ***Duración***

2 horas

#### ***Procedimiento***

1. Recibe y atiende las instrucciones proporcionadas por el docente.
2. Forma equipos de trabajo.
3. Selecciona y analiza un artículo científico donde se integre el uso de alguna de las ciencias ómicas identificadas en la unidad II en la acuicultura de peces, moluscos o crustáceos.
4. Identifica los conceptos clave en el artículo elegido.
5. Elabora un resumen y una breve presentación en donde utiliza herramientas digitales.
6. Discute de manera grupal sobre relevancia, técnicas y aplicaciones expuestas durante el taller.
7. Recibe retroalimentación docente.
8. Entrega un resumen de artículo y presentación en plataforma institucional.

#### ***Recursos de apoyo***

- Computadora, Tablet o dispositivo móvil.
- Internet
- Cable para proyector
- Proyector

### **Unidad III: Transcriptómica y expresión génica**

### **Práctica 4: Navegación en bases de datos de acceso público**

#### ***Duración***

3 horas

#### ***Procedimiento***

1. Recibe y atiende las instrucciones proporcionadas por el docente.
2. Forma equipos de trabajo.
3. Accede a bases de datos públicas del NCBI, Genecards y Uniprot.
4. Descarga secuencias en las diferentes bases de datos.
5. Realiza un cuadro comparativo de las características, similitudes y diferencias de las bases de datos seleccionadas en herramientas digitales.
6. Comparte sus resultados con el grupo.
7. Recibe retroalimentación docente.
8. Elabora un reporte y entrega cuadro comparativo mediante plataforma institucional.

### **Recursos de apoyo**

- Computadora, Tablet o dispositivo móvil.
- Internet
- Cable para proyector.
- Proyector

### **Práctica 5: Generación de diagramas de Venn.**

#### **Duración**

2 horas

#### **Procedimiento**

1. Recibe y atiende las instrucciones proporcionadas por el docente.
2. Descarga datos para la práctica.
3. Accede a la página Venny 2.0 y/o Venn Diagrams en su navegador.
4. Realiza diagramas de Venn con los datos proporcionados por el docente.
5. Analiza e interpreta los resultados obtenidos.
6. Comparte sus resultados con el grupo.
7. Recibe retroalimentación docente.
8. Elabora un reporte y entrega mediante plataforma institucional.

### **Recursos de apoyo**

- Computadora, Tablet o dispositivo móvil.
- Internet
- Cable para proyector
- Proyector

### **Práctica 6: Generación e Interpretación de matrices de expresión génica.**

#### **Duración**

5 horas

#### **Procedimiento**

1. Recibe y atiende las instrucciones proporcionadas por el docente.
2. Forma equipos de trabajo.
3. Descarga datos para la práctica.
4. Accede a las herramientas en línea: morpheus, shinyheatmap y/o heatmapper.
5. Genera un mapa de calor con los datos proporcionados por el docente.
6. Analiza e interpreta los resultados.
7. Comparte sus resultados con el grupo.
8. Recibe retroalimentación docente.
9. Elabora reporte y entrega mediante plataforma institucional.

### **Recursos de apoyo**

- Computadora, Tablet o dispositivo móvil.
- Internet
- Cable para proyector
- Proyector

### **Práctica 7: Generación de gráficos Lollipop.**

#### **Duración**

3 horas

#### **Procedimiento**

1. Recibe y atiende las instrucciones proporcionadas por el docente.
2. Forma equipos de trabajo.
3. Descarga datos para la práctica.
4. Genera gráficos Lollipop con datos de expresión proporcionados por el docente.
5. Analiza e interpreta los resultados.
6. Comparte sus resultados con el grupo.
7. Recibe retroalimentación docente.
8. Elabora reporte y entrega mediante plataforma institucional.

### **Recursos de apoyo**

- Computadora, Tablet o dispositivo móvil.
- Internet
- Cable para proyector
- Proyector

### **Práctica 8: Visualización de redes de co-expresión con STRING.**

#### **Duración**

5 horas

#### **Procedimiento**

1. Recibe y atiende las instrucciones proporcionadas por el docente.
2. Forma equipos de trabajo.
3. Descarga datos para la práctica.
4. Accede a la plataforma STRING.
5. Copia y pega datos de los genes proporcionados por el docente en la plataforma STRING.
6. Descarga la matriz de co-expresión generada.
7. Realiza una revisión de los principales procesos biológicos y rutas metabólicas identificadas.
8. Analiza e interpreta los resultados.
9. Comparte sus resultados con el grupo.

10. Recibe retroalimentación docente.
11. Elabora un reporte y entrega mediante plataforma institucional.

### **Recursos de apoyo**

- Computadora, Tablet o dispositivo móvil.
- Internet
- Cable para proyector
- Proyector

## **Unidad IV: Metagenómica y microbiomas en acuicultura**

### **Práctica 9: Exploración de datos de metabarcoding.**

#### **Duración**

4 horas

#### **Procedimiento**

1. Recibe y atiende las instrucciones proporcionadas por el docente.
2. Forma equipos de trabajo.
3. Descarga datos para la práctica (Matriz con OTUs).
4. Formatea matriz de datos de OTUs en excel.
5. Genera hoja de metadatos.
6. Guarda hoja de metadatos en formato archivo de texto delimitado por tabulaciones.
7. Recibe retroalimentación docente.
8. Entrega matriz de OTUs y hoja de metadatos mediante plataforma institucional.

### **Recursos de apoyo**

- Computadora, Tablet o dispositivo móvil.
- Internet
- Cable para proyector
- Proyector

### **Práctica 10: Análisis de diversidad y abundancia con STAMP.**

#### **Duración**

4 horas

#### **Procedimiento**

1. Recibe y atiende las instrucciones proporcionadas por el docente.
2. Forma equipos de trabajo.
3. Importa matriz de conteos de OTUs y hoja de metadatos generada durante la práctica de taller 9 a STAMP.
4. Genera gráficos de componentes principales y abundancias.
5. Analiza resultados.
6. Socializa el conocimiento con tus compañeros.

7. Recibe retroalimentación docente.
8. Elabora un reporte.

### **Recursos de apoyo**

- Computadora, Tablet o dispositivo móvil.
- Internet
- Cable para proyector
- Proyector

## **XI. MÉTODO DE TRABAJO**

### **Encuadre**

El primer día de clase, cada docente debe establecer de forma clara y formal:

- La metodología de trabajo.
- Criterios de evaluación y rúbricas.
- Reglas sobre la calidad y entrega de trabajos académicos.
- Derechos y obligaciones del docente y los estudiantes.

Esto debe quedar registrado y comunicado por medios institucionales (como Blackboard o correo institucional).

### **Estrategia de enseñanza**

- Estudio de caso
- Aprendizaje basado en casos
- Aprendizaje basado en preguntas
- Técnica expositiva
- Debates
- Discusión guiada
- Instrucción guiada

### **Estrategia de aprendizaje**

- Investigación documental
- Trabajo colaborativo
- Técnica expositiva
- Mapas mentales
- Mapas conceptuales



- Cuadros comparativos
- Infografías

## X. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

### Criterios de acreditación

Para tener derecho a examen ordinario y extraordinario cada estudiante debe cumplir con los porcentajes de asistencia que establece el Estatuto Escolar vigente. La calificación es en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 60.

### Criterios de evaluación

|                             |      |
|-----------------------------|------|
| - Evaluaciones parciales    | 30%  |
| - Prácticas taller          | 30%  |
| - Tareas                    | 10%  |
| - Proyecto final integrador | 30%  |
| Total                       | 100% |

## XI. REFERENCIAS

### Recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

- Iqbal, G., Wani, M. N., Piyushbhai, M. K., Dar, S. A., & Sharma, A. (2025). *Fish nutrigenomics: Unravelling the genetic code for sustainable aquaculture and improved nutritional benefits*. Blue Biotechnology, 2(1). <https://doi.org/10.1186/s44315-025-00043-9>
- Keyvanshokooh, S. (2025). *The performance of triploids versus diploids in aquaculture: A review through the omics window*. Aquaculture International, 33(1). <https://doi.org/10.1007/s10499-024-01752-5>
- Martyniuk, C. J. (2022). *Omics-driven insight into physiological responses of species in aquaculture*. Comparative Biochemistry and Physiology Part D: Genomics and Proteomics, 43, 101013. <https://doi.org/10.1016/j.cbd.2022.101013>
- Rapley, R. (2021). *Molecular biology and biotechnology* (7th ed.). Royal Society of Chemistry.
- Sundaray, J. K., Dixit, S., Rather, A., Rasal, K. D., & Sahoo, L. (2022). *Aquaculture omics: An update on the current status of research and data analysis*. Marine Genomics, 64, 100967. <https://doi.org/10.1016/j.margen.2022.100967>

## Recursos de acceso libre o complementarios externos

Duan, Y. (2022). *Omics in aquaculture*. Springer.

Araneda, C. (2021). *Genómica y selección genética en acuicultura*. Ediciones Universidad Austral de Chile.

Cohen, A., & Bernot, R. (2019). *Introduction to genomics and bioinformatics*. Elsevier.

Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2022). *Bioinformatics and omics in aquaculture and fisheries*. (No. 681). FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper. FAO.

Zhang, X., et al. (2021). *Multi-omics approaches in aquaculture: Current status and future perspectives*. *Reviews in Aquaculture*. Advance online publication.

Pérez-Rostro, C. I., et al. (2020). *Applications of transcriptomics in aquaculture: A review*. *Aquaculture Reports*. Advance online publication.

Egerton, S., et al. (2018). The gut microbiota of marine fish. *Frontiers in Microbiology*, 9, 873. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2018.00873>

## XII. PERFIL DOCENTE

Licenciatura en Biología, Acuicultura o área afín. Preferentemente Maestría y/o Doctorado en Ciencias en Biotecnología Marina, Genómica, Bioinformática o disciplinas afines, con experiencia mínima de 2 años impartiendo docencia y realizando actividades de investigación o aplicación de técnicas ómicas en organismos acuáticos (peces, moluscos, crustáceos). Debe poseer conocimientos sólidos y experiencia en Biología molecular, genética y bioquímica aplicada a acuicultura, técnicas de secuenciación y análisis de datos ómicos, así como el uso de herramientas bioinformáticas y manejo de bases de datos. Debe demostrar capacidad para integrar teoría y práctica de forma innovadora y responsable. Se espera que fomente en el estudiantado un pensamiento crítico, ética, compromiso con la sostenibilidad y promueva actitudes de innovación y trabajo colaborativo en el ámbito de la acuicultura.



**\*PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE**

**I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN**

|                                            |                                                                                                                                                               |
|--------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Unidad académica:</b>                   | Facultad de Ciencias Marinas                                                                                                                                  |
| <b>Programa educativo:</b>                 | Biotechnología en Acuicultura                                                                                                                                 |
| <b>Plan de Estudios:</b>                   | 2026-2                                                                                                                                                        |
| <b>Nombre de la unidad de aprendizaje:</b> | Técnicas de Análisis Genético en Acuicultura                                                                                                                  |
| <b>Clave:</b>                              |                                                                                                                                                               |
| <b>Distribución horaria:</b>               | Horas Clase: 01<br>Horas Taller: 01<br>Horas Laboratorio: 03<br>Horas Práctica de Campo: 00<br>Horas Clínicas: 00<br>Horas Extra-clase: 01<br><br>Créditos:06 |
| <b>Etapas de formación:</b>                | Terminal                                                                                                                                                      |
| <b>Carácter:</b>                           | Optativa                                                                                                                                                      |
| <b>Requisito:</b>                          | Ninguno                                                                                                                                                       |
| <b>Modalidad de impartición:</b>           | Presencial                                                                                                                                                    |
| <b>Equipo de diseño:</b>                   | Alicia Abadía Cardoso<br>Nelva Lorena Victoria Cota<br>Laura Liliana López Galindo<br>Luis Manuel Enríquez Paredes                                            |
| <b>Subdirección que aprueba el PUA:</b>    | Patricia Alvarado Graef                                                                                                                                       |
| <b>Fecha:</b>                              | 25 de febrero de 2026                                                                                                                                         |
| <b>Aprobación y registro:</b>              |                                                                                                                                                               |

## **II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE**

Proporciona al estudiantado una formación integral en las metodologías genéticas que constituyen la base de los estudios en genómica transcriptómica aplicadas a la acuicultura, que le permita aplicar e interpretar técnicas y marcadores genético-moleculares orientados al manejo, conservación y mejoramiento de especies de interés para el sector acuícola. Fomenta el pensamiento científico, la ética profesional, el trabajo colaborativo y la responsabilidad ambiental en el contexto de la biotecnología acuícola.

Esta unidad de aprendizaje se imparte en etapa terminal, es de carácter optativo y pertenece al área del conocimiento de Biología y se recomienda enfáticamente haber aprobado las unidades de aprendizaje Biología Celular y Molecular, y Genética Acuícola.

## **III. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE**

Generar información genética de organismos acuáticos, mediante la aplicación precisa de técnicas experimentales de laboratorio, utilización de herramientas analíticas bioinformáticas básicas, la evaluación e interpretación de datos de marcadores genético-moleculares, con el propósito de sustentar la toma de decisiones en el manejo, conservación y mejoramiento genético en acuicultura, con rigurosidad científica, ética profesional y responsabilidad ambiental.

## **IV. EVIDENCIA DE APRENDIZAJE**

Portafolio de evidencias y propuesta de estudio que integren el uso de técnicas genético-moleculares, para resolver problemas de conservación, manejo y mejoramiento en acuicultura.

## **V. COMPETENCIA PROFESIONAL DEL PERFIL DE EGRESO A LA QUE CONTRIBUYE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE**

Desarrollar procesos biotecnológicos y técnicas de cultivo optimizadas, a través del uso de herramientas bioquímicas, microbiológicas y biotecnológicas, para mejorar la calidad, inocuidad y valor nutricional de los productos acuícolas, con responsabilidad, ética profesional y respeto por el ambiente.

## **VI. EJE TRANSVERSAL AL QUE CONTRIBUYE**

Innovación.

## VII. DESARROLLO POR UNIDADES

### Unidad I. Principios del análisis genético aplicado a la acuicultura.

#### Competencia

Analizar los principios del análisis genético en el contexto de la acuicultura mediante la revisión de sus fundamentos teóricos y experimentales, para identificar su relevancia en la toma de decisiones técnicas y científicas sobre el manejo, conservación, mejoramiento y bienestar de especies acuícolas, con actitud analítica, curiosidad científica y responsabilidad social.

#### Contenido

- 1.1 Concepto de gen, genoma, genética y genómica.
- 1.2 Tipos de genómica: estructural, funcional y comparativa.
- 1.3 Aplicaciones del análisis genético en acuicultura: trazabilidad, conservación y mejoramiento del desempeño productivo.
- 1.4 Panorama e impacto actual de la genética y la genómica en el desarrollo de la acuicultura.
- 1.5 Bioinformática y bancos de datos ómicos.
- 1.6 Ética y propiedad intelectual en el manejo de información genética.

**Duración** 2 horas

### Unidad II. Bioseguridad y trabajo en un laboratorio de genética y genómica.

#### Competencia

Analizar los fundamentos de bioseguridad y control de contaminación en laboratorios de genética y genómica, mediante la implementación de procedimientos estandarizados de buenas prácticas de laboratorio (BPL), para garantizar condiciones seguras y reproducibles en el trabajo experimental, con disciplina y responsabilidad.

#### Contenido

- 2.1 Principios de bioseguridad en el laboratorio de genética y genómica
  - 2.1.1 Conceptos básicos y objetivos de la bioseguridad.
  - 2.1.2 Tipos y niveles de riesgo biológico.
  - 2.1.3 Clasificación de agentes biológicos.
  - 2.1.4 Equipamiento de protección personal (EPP).
  - 2.1.5 Señalización, zonas de trabajo y rutas de seguridad en el laboratorio.
- 2.2 Control de contaminación y manejo de materiales biológicos
  - 2.2.1 Tipos de contaminación y estrategias de prevención.
  - 2.2.2 Técnicas de control de contaminación cruzada.
  - 2.2.3 Manejo seguro de muestras biológicas, reactivos y consumibles.
  - 2.2.4 Disposición y tratamiento de residuos biológicos y químicos peligrosos.
- 2.3 Equipamiento e instrumental básico de laboratorio molecular
  - 2.3.1 Principios de operación y mantenimiento básico del equipamiento.
  - 2.3.2 Micropipetas: calibración, uso y verificación de precisión.

- 2.3.3 Balanzas: tipos, calibración y uso seguro.
- 2.3.4 Centrifugas: funcionamiento, balanceo y mantenimiento.
- 2.3.5 Cabinas de flujo laminar: uso, limpieza y control de esterilidad.
- 2.3.6 Termocicladores: operación y cuidados esenciales.
- 2.3.7 Cámaras de electroforesis: armado, operación y medidas de seguridad.
- 2.4 Buenas prácticas de laboratorio (BPL) y aseguramiento de la calidad
  - 2.4.1 Principios y objetivos de las BPL.
  - 2.4.2 Registro en bitácora científica y trazabilidad de procedimientos.
  - 2.4.3 Control y registro del uso de reactivos y materiales.
  - 2.4.4 Procedimientos operativos estandarizados.
  - 2.4.5 Normas de control y aseguramiento de la calidad.
  - 2.4.6 Auditorías internas y mejora continua en el laboratorio.

**Duración** 2 horas

### **Unidad III. Muestreo y preservación de muestras para análisis genéticos y/o genómicos.**

#### **Competencia**

Elaborar planes de muestreo en organismos acuáticos, mediante la selección adecuada de tejidos, la aplicación de técnicas de preservación y el seguimiento de criterios ambientales éticos y regulatorios, para asegurar la calidad, trazabilidad y validez de las muestras biológicas destinadas a análisis genéticos y/genómicos, con responsabilidad respecto por la biodiversidad y conducta ética en el manejo de organismos.

#### **Contenido**

- 3.1 Estrategias de muestreo en organismos acuáticos.
- 3.2 Selección del tipo de tejido según el análisis genético y/o genómico.
- 3.3 Métodos de preservación de muestras biológicas
  - 3.3.1 Etanol absoluto
  - 3.3.2 Soluciones estabilizadoras
  - 3.3.3 Congelación
  - 3.3.4 Liofilización
- 3.4 Diseño del plan de muestreo genético.
- 3.5 Bioética y normatividad para el manejo de organismos acuáticos.
- 3.6 Documentación y trazabilidad de muestras

**Duración** 2 horas

### **Unidad IV. Extracción de ADN y aplicaciones del análisis genómico.**

#### **Competencia**

Analizar el ADN de organismos acuáticos, mediante técnicas de extracción, cuantificación y determinación de la calidad e integridad, con el fin de generar material genético confiable para análisis moleculares aplicados a la acuicultura, con responsabilidad técnica y compromiso con la precisión experimental.

### **Contenido**

- 4.1 Naturaleza química y tipos de ADN.
- 4.2 Métodos de extracción del ADN.
- 4.3 Cuantificación y evaluación de la calidad e integridad del ADN
  - 4.3.1 Electroforesis
  - 4.3.2 Espectrofotometría UV
  - 4.3.3 Fluorometría
- 4.4 Control y aseguramiento de la calidad en la extracción del ADN.
- 4.5 Fundamentos de análisis genómico
- 4.6 Aplicaciones del análisis genómico en acuicultura

**Duración** 2 horas

## **Unidad V. Extracción de ARN y aplicaciones del análisis transcriptómico.**

### **Competencia**

Analizar el ARN de organismos acuáticos, mediante técnicas de extracción, determinación de la calidad e integridad de la muestra, purificación y retrotranscripción, con el fin de generar material genético íntegro para análisis genómicos y/o transcriptómicos aplicados a la acuicultura, con perseverancia, atención al detalle y actitud reflexiva.

### **Contenido**

- 5.1 Naturaleza química, tipos y funciones del ARN
- 5.2 Métodos de extracción de ARN total
- 5.3 Cuantificación y evaluación de la calidad e integridad del ARN
  - 5.3.1 Electroforesis
  - 5.3.2 Espectrofotometría UV
  - 5.3.3 Fluorometría
- 5.4 Control y aseguramiento de la calidad en la extracción de ARN
- 5.5 Métodos de purificación del ARN y su importancia en análisis posteriores
- 5.6 Fundamentos del análisis de la expresión génica y la transcriptómica
- 5.7 Aplicaciones de la transcriptómica en acuicultura

**Duración** 2 horas

## **Unidad VI. Amplificación de fragmentos de ADN y ARN.**

### **Competencia**

Analizar los fundamentos de las técnicas de amplificación de ADN y ARN mediante el diseño, ejecución y análisis de protocolos experimentales de PCR para el diagnóstico y cuantificación de variantes y niveles de expresión génica en organismos acuáticos, demostrando rigor científico, respeto por la bioseguridad y trabajo colaborativo.

### **Contenido**

- 6.1 Fundamentos teóricos de la PCR

- 6.2 Componentes y condiciones de la reacción de PCR.
- 6.3 Diseño de cebadores: especificidad, eficiencia y validación
- 6.4 Principales variantes del PCR
  - 6.4.1 PCR de punto final
  - 6.4.2 RT-PCR
  - 6.4.3 qPCR
- 6.5 Aplicaciones en acuicultura
- 6.6 Interpretación de resultados y resolución de errores experimentales

**Duración** 3 horas

## **Unidad VII. Marcadores genéticos y moleculares.**

### **Competencia**

Caracterizar la variabilidad genética y la trazabilidad de poblaciones acuáticas, mediante la selección y aplicación de marcadores moleculares, técnicas de genotipificación y análisis de datos genéticos, para apoyar estrategias de manejo, conservación, mejoramiento genético y trazabilidad de productos en acuicultura, con trabajo cooperativo, transparencia en la interpretación de datos y respeto por la diversidad biológica.

### **Contenido**

- 7.1 Concepto y clasificación de marcadores genéticos y moleculares
  - 7.1.1 Marcadores morfológicos
    - 7.1.1.1 Macroscópicos (fenotipo clásico)
    - 7.1.1.2 Citogenéticos (cariotipo)
    - 7.1.1.3 Protocolos para su análisis
  - 7.1.2 Marcadores bioquímicos
    - 7.1.2.1 Alosima e isozimas
    - 7.1.2.2 Protocolos para su análisis
  - 7.1.3 Marcadores moleculares (ADN)
    - 7.1.3.1 Secuenciación Sanger
    - 7.1.3.2 RFLP
    - 7.1.3.3 SSR
    - 7.1.3.4 SNP
    - 7.1.3.5 Protocolos para su análisis
  - 7.1.4 Marcadores funcionales (ARN)
    - 7.1.4.1 Expresión génica
    - 7.1.4.2 Protocolos para su análisis
    - 7.1.4.3 Marcadores metabólicos
- 7.2 Aplicaciones en acuicultura y uso de software para su análisis
  - 7.2.1 Identificación de especies, poblaciones e introgresión (hibridación)
  - 7.2.2 Estimación de parámetros genéticos poblacionales
  - 7.2.3 Filogenia
  - 7.2.4 Trazabilidad de productos acuáticos.
  - 7.2.5 Estado fisiológico y estrés ambiental



- 7.2.6 Detección de patógenos o infecciones
- 7.2.7 Desempeño productivo y selección de pie de cría
- 7.4 Secuenciación masiva y el escalamiento del análisis genético hacia las ciencias ómicas: conceptos básicos y ejemplos
  - 7.4.1 Genotipificación de alto rendimiento (RAD-seq, GBS)
  - 7.4.2 Genómica estructural y comparativa (WGS)
  - 7.4.3 Transcriptómica (RNA-Seq)
  - 7.4.4 Metagenómica y microbiomas acuáticos
  - 7.4.5 Proteómica y metabolómica: niveles funcionales del análisis ómico
  - 7.4.6 Integración multi-ómica y análisis de datos masivos en acuacultura

**Duración** 3 horas

## **VIII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER**

### **Unidad I. Principios del análisis genético y genómico aplicado a la acuacultura.**

#### **Práctica 1: Fundamentos y terminología genética aplicada a la acuacultura.**

**Duración**

2 horas

#### **Procedimiento**

1. Recibe y atiende las instrucciones del docente.
2. Forma equipos de trabajo.
3. Revisa conceptos básicos de la genética y genómica en acuicultura
4. Analiza un artículo de investigación relacionado con genética o genómica aplicada a especies de importancia acuícola.
5. Identifica la especie estudiada, objetivos, resultados principales y conclusiones del artículo científico.
6. Elabora de forma grupal un glosario de los términos genéticos clave identificados.
7. Elabora de forma grupal una tabla con las contribuciones o áreas de impacto de la aplicación de estudios genéticos a la acuacultura.
8. Discute la información recabada con el grupo y recibe retroalimentación docente.
9. Entrega el glosario y tabla en la plataforma institucional correspondiente.

#### **Recursos de apoyo**

- Artículos científicos actualizados
- Computadora con internet, tablet o dispositivo móvil

## **Unidad II. Bioseguridad y trabajo en laboratorio de genética y genómica**

### **Práctica 2: Principios de bioseguridad y control de contaminación en laboratorios moleculares.**

#### ***Duración***

1 hora

#### ***Procedimiento***

1. Recibe y atiende instrucciones del docente.
2. Recibe un plano de un laboratorio de genética o genómica.
3. Identifica en el plano del laboratorio: zonas pre-PCR, PCR y post-PCR.
4. Ubica en el plano: accesos/salidas, zona de almacenamiento de materiales y reactivos, área de residuos, superficies de trabajo.
5. Marca en el plano puntos críticos de contaminación.
6. Define el flujo adecuado de personal, reactivos y marca en su plano con flechas.
7. Identifica equipos de protección personal por zona y señalización.
8. Genera una tabla comparativa con las características que deben cumplir los procedimientos estandarizados, la bitácora y la trazabilidad experimental en un laboratorio de genética/genómica.
9. Realiza una lista de verificación de las características y cuidados en el uso de los equipos básicos de laboratorio molecular (pipetas, centrifugas, incubadoras, termocicladores y cámaras de electroforesis)
10. Resuelve, guiado por su docente, dos casos hipotéticos de contaminación (derrame de mezcla de PCR, pipeta contaminada por aerosoles, guantes contaminados cruzando por zonas, residuos mal descartados.
11. Establece frecuencias, responsables y materiales para limpieza y segregación de residuos biológicos.
12. Socializa su plano, lista de verificación y solución de micro-caso con el grupo.
13. Recibe retroalimentación docente.
14. Entrega plano marcado con zonas y flujo unidireccional, la lista de verificación de equipos y la solución escrita al caso hipotético asignado por el docente en la plataforma institucional correspondiente.

#### ***Recursos de apoyo***

- Plano impreso de un laboratorio de genética/genómica.
- Marcatextos, bolígrafo, lápiz.
- Plantillas de checklist
- Guía breve de BPL/bioseguridad

### **Unidad III. Muestreo y preservación de muestras para análisis genéticos y/o genómicos.**

#### **Práctica 3: Diseño de un plan de muestreo genético en organismos acuáticos.**

##### ***Duración***

1 hora

##### ***Procedimiento***

1. Recibe y atiende instrucciones del docente.
2. Forma equipos de trabajo.
3. Define el objetivo, la especie, el sitio y el tamaño de muestra.
4. Diseña un esquema de códigos y etiquetado para las muestras.
5. Verifica la trazabilidad de las muestras simulando su recepción y transferencia.
6. Integra consideraciones éticas, regulaciones vigentes, permisos de muestreo y logística.
7. Desarrolla un plan detallado de muestreo para la especie seleccionada.
8. Presenta el plan y lo discute con el grupo.
9. Recibe retroalimentación docente.
10. Entrega el plan detallado y un diagrama de flujo metodológico en la plataforma institucional correspondiente.

##### ***Recursos de apoyo***

- Formatos de registro
- Hojas
- Bolígrafo
- Bitácora
- Computadora

### **Unidad IV. Extracción de ADN y aplicaciones del análisis genómico**

#### **Práctica 4: Fundamentos químicos y métodos de extracción de ADN.**

##### ***Duración***

1 hora

##### ***Procedimiento***

1. Recibe y atiende instrucciones del docente.
2. Forma equipos de trabajo.
3. Genera un mapa conceptual donde integre al menos 3 métodos de extracción de ADN.
4. Identifica los procesos críticos de la extracción del ADN, los reactivos y la función que desempeñan, así como la importancia del control y aseguramiento de la calidad durante y después de la extracción.
5. Elabora un cuadro comparativo de los métodos de extracción revisados que incluya ventajas y desventajas
6. Discute el cuadro en grupo y recibe retroalimentación docente.

7. Entrega el cuadro comparativo y sus conclusiones en la plataforma institucional correspondiente.

**Recursos de apoyo:**

- Casos impresos
- Guía de control de calidad
- Imágenes de gel
- Computadora, tablet o dispositivo móvil

**Práctica 5: Principios de los métodos de evaluación cuantitativa y cualitativa del ADN.**

**Duración**

1 hora

**Procedimiento**

1. Recibe y atiende instrucciones del docente.
2. Forma equipos de trabajo.
3. Revisa manuales de equipos para cuantificación y evaluación de pureza e integridad del ADN (electroforesis, espectrofotómetro, fluorómetro, bioanalyzer).
4. Elabora un cuadro comparativo de los métodos para evaluar calidad y cantidad de ADN que incluya el fundamento analítico, el tipo de medición, precisión, ventajas y limitaciones, costos relativos, tiempo de análisis y uso recomendado.
5. Analiza una imagen de gel de agarosa con muestras reales para determinar la integridad del ADN.
6. Analiza casos con bajo rendimiento de ADN y relaciones A260/A280 y A260/A230 anómalas.
7. Identifica y discute las causas probables (inhibidores, cizallamiento, RNasas, proteínas).
8. Propone acciones correctivas y preventivas a la degradación, priorizando soluciones según costo/beneficio.
9. Discute sus conclusiones y recibe retroalimentación docente.
10. Entrega un reporte con el cuadro comparativo actualizado y las conclusiones en la plataforma institucional correspondiente.

**Recursos de apoyo:**

- Manuales de equipos
- Reportes simulados
- Computadora, tablet o dispositivo móvil.

## **Unidad V. Extracción de ARN y aplicaciones del análisis transcriptómico.**

### **Práctica 6: Fundamentos químicos y métodos de extracción de ARN.**

#### **Duración**

1 hora

#### **Procedimiento**

1. Recibe y atiende instrucciones del docente.
2. Forma equipos de trabajo.
3. Genera un mapa conceptual donde integre al menos 3 métodos de extracción de ARN.
4. Identifica los procesos críticos de la extracción del ARN, los reactivos y la función que desempeñan, así como la importancia del control y aseguramiento de la calidad durante y después de la extracción.
5. Identifica las diferencias principales y los procesos críticos entre la extracción de ADN y ARN.
6. Elabora un cuadro comparativo de los métodos de extracción de ARN revisados en los que incluya ventajas y desventajas.
7. Discute el cuadro en grupo y recibe retroalimentación docente.
8. Entrega el cuadro comparativo y sus conclusiones en la plataforma institucional correspondiente.

#### **Recursos de apoyo:**

- Guía de control de calidad
- Imágenes ilustrativas de electroforesis de muestras de ADN.
- Computadora, tablet o dispositivo móvil

### **Práctica 7: Principios de los métodos de evaluación cuantitativa y cualitativa del ARN.**

#### **Duración**

1 hora

#### **Procedimiento**

1. Recibe y atiende instrucciones del docente.
2. Forma equipos de trabajo.
3. Revisa manuales de equipos para cuantificación y evaluación de pureza e integridad del ARN (electroforesis, espectrofotómetro, fluorómetro, bioanalyzer).
4. Elabora un cuadro comparativo de los métodos para evaluar calidad y cantidad de ARN que incluya el fundamento analítico, el tipo de medición, precisión, ventajas y limitaciones, costos relativos, tiempo de análisis y uso recomendado.
5. Analiza una imagen de gel de agarosa con muestras reales para determinar la integridad del ARN.
6. Analiza casos con bajo rendimiento de ARN y relaciones A260/A280 y A260/A230 anómalas.

7. Identifica y discute las causas probables (inhibidores, cizallamiento, DNAsas, proteínas).
8. Propone acciones correctivas y preventivas a la degradación, priorizando soluciones según costo/beneficio.
9. Discute sus conclusiones y recibe retroalimentación docente.
10. Entrega un reporte con el cuadro comparativo actualizado y las conclusiones en la plataforma institucional correspondiente.

#### **Recursos de apoyo:**

- Manuales de equipos
- Reportes cuantitativos y cualitativos simulados
- Computadora con acceso a internet, tablet o dispositivo móvil

### **Unidad VI. Amplificación de fragmentos de ADN y ARN**

#### **Práctica 8: PCR punto final - diseño e interpretación de resultados simulados.**

##### **Duración**

1 hora

##### **Procedimiento**

1. Recibe y atiende instrucciones del docente.
2. Identifica los componentes de una reacción de PCR, su función y las consecuencias del desequilibrio estequiométrico.
3. Define objetivo, región blanco y tamaño esperado del producto de PCR.
4. Verifica *in silico* las características y especificidad de los cebadores ( $T_m$ , %GC, tamaño, dímeros, estructuras secundarias) con ayuda de una guía rápida de diseño de cebadores proporcionada por su docente.
5. Establece los controles positivo y negativo, así como las réplicas y el control de extracción.
6. Simula la elaboración de la mezcla de reacción de PCR.
7. Calcula, en una plantilla u hoja de cálculo, las concentraciones finales y verifica los volúmenes de reacción que se preparan en la sesión de laboratorio.
8. Registra en un formato preestablecido la forma en la que se organizarán las reacciones (tubos, tiras o placas) en el equipo de PCR.
9. Discute la importancia de calcular volumen adicional de la mezcla de PCR, el uso de controles, réplicas y la aleatorización al organizar las muestras en el equipo.
10. Identifica y establece las condiciones que usará en el termociclador (desnaturalización, alineamiento, extensión; nº de ciclos) y registra los parámetros en el formato preestablecido.
11. Elabora una lista de verificación con las buenas prácticas de laboratorio para aseguramiento y control de calidad (trazabilidad, negativos limpios, reproducibilidad)
12. Revisa, guiado por su docente, casos ilustrativos de resultados de PCR y propone acciones correctivas ante la ausencia de amplificación, inespecificidad y evidencia de contaminación (ajuste del perfil térmico, concentraciones de  $Mg^{2+}$  ).

13. Entrega la plantilla de cálculos, formato de organización de las reacciones y lista de verificación a través de la plataforma institucional correspondiente.

#### **Recursos de apoyo:**

- Plantilla de cálculo de mezcla de reacción
- Guía rápida de diseño de cebadores
- Formato o mapa de la placa térmica del termociclador
- Guía de buenas prácticas y control de calidad para el PCR
- Imágenes ilustrativas de electroforesis con resultados de PCR.

### **Práctica 9: RT-PCR - diseño e interpretación de resultados simulados.**

#### **Duración**

1 hora

#### **Procedimiento**

1. Recibe y atiende instrucciones del docente.
2. Forma equipos de trabajo.
3. Identifica la diferencia entre RT-PCR de un paso y de dos pasos, los componentes de la reacción para cada caso, su función y las consecuencias del desequilibrio estequiométrico.
4. Define objetivo, región blanco y tamaño esperado de los productos de la RT-PCR del gen objetivo y del gen de referencia.
5. Verifica in silico las características y especificidad de los cebadores para cada gen (oligo-dT, hexámeros aleatorios o específicos).
6. Establece los controles positivo y negativo, así como el número de réplicas.
7. Simula la elaboración de la mezcla de reacción de RT-PCR
8. Calcula, en una plantilla u hoja de cálculo, las concentraciones finales y verifica los volúmenes de reacción que se preparan en la sesión de laboratorio.
9. Registra en un formato preestablecido la forma en la que se organizan las reacciones (tubos, tiras o placas) en el equipo de PCR.
10. Discute la importancia de calcular volumen adicional de la mezcla de PCR, el uso de controles, réplicas y la aleatorización al organizar las muestras en el equipo.
11. Identifica y establece las condiciones que usará en el termociclador (desnaturalización, alineamiento, extensión; nº de ciclos) y registra los parámetros en el formato preestablecido.
12. Elabora una lista de verificación con las buenas prácticas de laboratorio para aseguramiento y control de calidad (trazabilidad, negativos limpios, reproducibilidad)
13. Revisa, guiado por su docente, casos ilustrativos de resultados de qPCR y propone acciones correctivas ante la ausencia de amplificación, inespecificidad y evidencia de contaminación (ajuste del perfil térmico, concentraciones de  $Mg^{2+}$  ).
14. Interpreta resultados de en imágenes ilustrativas de electroforesis (presencia ausencia de banda objetivo).
15. Realiza inferencias según con base en los criterios de control de calidad y propone mejoras con retroalimentación de su docente.

16. Entrega la plantilla de cálculos, formato de organización de las reacciones, lista de verificación y los resultados del ejercicio simulado a través de la plataforma institucional correspondiente.

#### **Recursos de apoyo:**

- Plantilla de cálculo de mezcla de reacción
- Guía rápida de diseño de cebadores,
- Formato o mapa de la placa térmica del termociclador
- Guía de buenas prácticas y control de calidad para el PCR
- Imágenes ilustrativas de electroforesis con resultados de PCR.

### **Práctica 10: qPCR - diseño e interpretación de resultados simulados.**

#### **Duración**

2 horas

#### **Procedimiento**

1. Atiende la exposición de su docente sobre los fundamentos de la qPCR.
2. Identifica los componentes de una reacción de qPCR, su función y las consecuencias del desequilibrio estequiométrico.
3. Define objetivo, región blanco y tamaño esperado de los productos de qPCR del gen objetivo y del gen de referencia.
4. Verifica *in silico* las características y especificidad de los cebadores para cada gen
5. Establece los controles positivo y negativo, el número de réplicas y los criterios de aceptación (eficiencia 90–110%,  $R^2 \geq 0.98$ ).
6. Simula la elaboración de la mezcla de reacción de qPCR
7. Calcula, en una plantilla o hoja de cálculo, las concentraciones finales y verifica los volúmenes de reacción que se preparan en la sesión de laboratorio.
8. Registra en un formato preestablecido la forma en la que se organizará las reacciones (tubos, tiras o placas) en el equipo de qPCR
9. Discute la importancia de calcular volumen adicional de la mezcla de qPCR, el uso de controles, réplicas y la aleatorización al organizar las muestras en el equipo.
10. Identifica y establece las condiciones que usará en el termociclador (desnaturalización, alineamiento, extensión; nº de ciclos) y registra los parámetros en el formato preestablecido.
11. Elabora una lista de verificación con las buenas prácticas de laboratorio para aseguramiento y control de calidad (trazabilidad, negativos limpios, reproducibilidad)
12. Revisa, guiado por su docente, casos ilustrativos de resultados de qPCR y propone acciones correctivas ante la ausencia de amplificación, inespecificidad y evidencia de contaminación (ajuste del perfil térmico, concentraciones de  $Mg^{2+}$  ).
13. Construye, con base en una serie de datos simulados de resultados de qPCR, la curva estándar, pendiente, eficiencia y coeficiente de correlación para validar el rango lineal.
14. Calcula  $\Delta Ct = Ct(\text{objetivo}) - Ct(\text{referencia})$ , luego  $\Delta\Delta Ct = \Delta Ct(\text{tratamiento}) - \Delta Ct(\text{control})$  y el cambio relativo ( $2^{\Delta\Delta Ct}$ ) para cada gen, promediando las réplicas.



15. Identifica valores extremos (Grubbs/IQR), verifica la variación entre réplicas y documenta decisiones de inclusión/exclusión de los resultados con base en los criterios preestablecidos..
16. Elabora una gráfica de los resultados e interpreta si hay sobre o subexpresión.
17. Realiza inferencias según el control de calidad y propone mejoras con retroalimentación de su docente.
18. Entrega la plantilla de cálculos, formato de organización de las reacciones, lista de verificación y los resultados del ejercicio simulado a través de la plataforma institucional correspondiente.

**Recursos de apoyo:**

- Computadora con internet
- Base de datos de Ct (curva estándar y muestras)
- Plantilla de  $\Delta\Delta Ct$  (hoja de cálculo)
- Plantilla de control de calidad/eficiencia, bitácora.

**Unidad VII. Marcadores genéticos y moleculares.**

**Práctica 11: Análisis de secuencias de ADN.**

**Duración**

1 hora

**Procedimiento**

1. Recibe la explicación sobre la secuenciación de ADN y las instrucciones del docente sobre el desarrollo del taller.
2. Forma equipos de trabajo.
3. Define el objetivo del estudio (variabilidad genética, identificación de variantes, etc.).
4. Recibe un conjunto de datos de secuencias de ADN.
5. Realiza el alineamiento de secuencias utilizando herramientas como MAFFT o Clustal Omega.
6. Identifica las variantes genéticas presentes (STR, SNPs, indels).
7. Traduce secuencias de ADN a proteína y viceversa e identifica regiones funcionales (genes).
8. Diseña cebadores usando Primer3 o Primer-BLAST.
9. Genera un informe de los ejercicios realizados y recibe retroalimentación docente.
10. Entrega un reporte corto (media cuartilla) con la selección final y el plan mínimo de implementación en la plataforma institucional.

**Recursos de apoyo:**

- Computadora con internet
- Programas bioinformáticos de acceso libre

## Práctica 12: Análisis de filogenia y estimación de parámetros genéticos poblacionales.

### **Duración**

1 hora

### **Procedimiento**

1. Recibe las instrucciones del docente sobre los análisis filogenéticos y poblacionales.
2. Forma equipos de trabajo.
3. Define el objetivo del análisis (diversidad genética, estructura poblacional, parentesco).
4. Identifica los distintos tipos de datos genéticos (secuencias y genotipos basados en alozimas, STRs o SNPs).
5. Selecciona un conjunto de datos simulados, propone el tipo de análisis y selecciona, guiado por su docente, el programa para su análisis.
6. Realiza el análisis de diversidad genética usando Arlequin o TESS.
7. Aplica el análisis de estructura poblacional con Arlequin o Structure
8. Construye un árbol filogenético usando MEGA o RAxML.
9. Estima el parentesco entre individuos utilizando programas como COANCESTRY o COLONY.
10. Interpreta los resultados de diversidad genética, estructura y parentesco.
11. Genera un informe detallado con los resultados y conclusiones del análisis.
12. Entrega un reporte corto (media cuartilla) con los ejercicios desarrollados en la plataforma institucional correspondiente.

### **Recursos de apoyo:**

- Computadora con internet
- Programas bioinformáticos de acceso libre

## Práctica 13: Análisis de marcadores funcionales.

### **Duración**

1 hora

### **Procedimiento**

1. Recibe las instrucciones de su docente sobre los análisis de RNA-Seq y marcadores funcionales.
2. Recibe de su docente el diagrama de flujo y el caso, quien explica los conceptos de: promedio por condición, fold change y log2FC.
3. Forma equipos de trabajo.
4. Abre una tabla en una hoja de cálculo (previamente entregada por su docente).
5. Calcula para cada gen:
  - a. promedio control
  - b. promedio tratamiento (TRT)
  - c. fold change (FC) =  $\text{prom\_TRT} / \text{prom\_ctrl}$

- d.  $\log_2FC = \text{LOG}(\text{fold change}, 2)$
6. Calcula criterios mínimos para un marcador candidato:
    - a.  $|\log_2FC| \geq 1$  (cambio  $\geq 2$  veces)
    - b. Promedio global (Ctrl+Trt)  $\geq 20$  (evitar genes con conteos muy bajos)
  7. Interpreta con la columna “Función breve” y selecciona 1–2 genes (p. ej., HSP70/HSP90 si cumplen).
  8. Comparte su selección y justificación en 2-3 enunciados.
  9. Su docente junto con el grupo concreta el ejemplo con estudios reales: en práctica profesional se usan normalizaciones y pruebas estadísticas formales (p. ej., DESeq2), pero los conceptos clave son los mismos.
  10. Entrega una tabla con  $\log_2FC$  y marcadores seleccionados (1–2 genes, una justificación breve (criterios + función) y un plan mínimo de implementación: reactivo/ensayo (p. ej., qPCR para HSP70), muestra, control y resultado esperado).

**Recursos de apoyo:**

- Computadora con internet
- Hoja de cálculo (google sheet o excel) para cada equipo
- Tabla de expresión génica y función biológica

**Práctica 14: Aplicación de marcadores moleculares en proyectos acuícolas.**

**Duración**

1 horas

**Procedimiento**

1. Recibe y atiende instrucciones del docente.
2. Forma equipos de trabajo.
3. Propone, en conjunto con su equipo, una propuesta de un estudio genético en el que se aborde la ruta crítica, desde el diseño de muestreo hasta el diagrama de flujo de los análisis y software de elección en función de los objetivos del estudio..
4. Prepara presentación oral y escrita del proyecto.
5. Expone la propuesta del proyecto ante el grupo y docente.
6. Discute alcances y limitaciones de su propuesta con retroalimentación del docente.
7. Entrega presentación y documento escrito en la plataforma institucional correspondiente.

**Recursos de apoyo:**

- Computadora
- Proyector

## VIII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO

### Unidad I: Principios del análisis genético aplicado a la acuicultura.

#### Práctica 1: Introducción a la bioinformática y bancos de datos genéticos.

##### **Duración**

3 horas

##### **Procedimiento**

1. Recibe y atiende las instrucciones de su docente.
2. Forma equipos de trabajo.
3. Realiza búsquedas específicas de genomas o genes de especies acuáticas de interés en bases de datos especializadas de acceso público (NCBI, Ensembl, FishBase).
4. Extrae información estructural y funcional relacionada con los genes seleccionados.
5. Descarga secuencias y datos relevantes para análisis posteriores.
6. Compara información entre bases de datos y discute diferencias o similitudes.
7. Elabora un reporte técnico con los resultados de la práctica.
8. Recibe retroalimentación docente.

##### **Recursos de apoyo:**

- Computadora con acceso a internet
- Bitácora de laboratorio

#### Práctica 2: Terminología genética empleada en la acuicultura.

##### **Duración**

3 horas

##### **Procedimiento**

1. Recibe y atiende las instrucciones de su docente.
2. Realiza la búsqueda y análisis de artículos especializados con herramientas como Research Rabbit o Sci Space Resources (uso de inteligencia artificial).
3. Presenta ante grupo la revisión del artículo seleccionado durante la sesión de taller.
4. Discute en grupo la terminología y el glosario derivado de la revisión de la literatura revisada.
5. Integra el glosario en la bitácora.
6. Elabora un reporte técnico con los resultados de la práctica.
7. Entrega la bitácora al terminar la sesión y recibe retroalimentación docente.

##### **Recursos de apoyo:**

- Computadora con acceso a internet
- Bitácora de laboratorio

## **Unidad II. Bioseguridad y trabajo en laboratorio de genética y genómica.**

### **Práctica 3: Implementación de normas de bioseguridad en laboratorio molecular**

#### **Duración**

3 horas

#### **Procedimiento**

1. Atiende las instrucciones de su docente sobre normas de bioseguridad.
2. Identifica zonas de trabajo (pre-PCR, PCR, post-PCR).
3. Identifica señalización de flujo unidireccional.
4. Ejecuta simulaciones de limpieza y descontaminación.
5. Manipula, calibra y limpia los equipos básicos que se emplean en el laboratorio de genética de forma precisa.
6. Hace uso adecuado de los equipos de protección personal.
7. Identifica y resuelve casos de contaminación y registra acciones preventivas.
8. Realiza un reporte de las actividades realizadas y los resultados más relevantes en su bitácora.
9. Entrega la bitácora al terminar la sesión y recibe retroalimentación docente.

#### **Recursos de apoyo**

- Reactivos para limpieza
- Equipo de protección personal
- Guía de bioseguridad
- Plano de laboratorio
- Bitácora de laboratorio

## **Unidad III. Muestreo y preservación de muestras para análisis genéticos y genómicos.**

### **Práctica 4: Recolección, etiquetado y preservación de muestras biológicas.**

#### **Duración**

3 horas

#### **Procedimiento**

1. Atiende las indicaciones del docente sobre manejo ético y legal del muestreo.
2. Realiza muestreo de tejidos (aletillas o hemolinfa) de organismos acuáticos.
3. Aplica esquema de codificación y etiquetado diseñado en el taller.
4. Emplea métodos de preservación (etanol, buffers, congelación).
5. Evalúa condiciones de transporte y almacenamiento.
6. Llena formatos de trazabilidad de muestras.
7. Evalúa registros incompletos e identifica errores.
8. Registra trazabilidad en la bitácora y presenta su registro para retroalimentación docente.

### **Recursos de apoyo**

- Reactivos de preservación (etanol, buffer)
- Tubos de microcentrífuga, etiquetas
- Material biológico simulado Equipo de refrigeración o hielo seco
- Bitácora de laboratorio

## **Unidad IV. Extracción de ADN y aplicaciones del análisis genómico.**

### **Práctica 5: Extracción de ADN genómico.**

#### **Duración**

3 horas

#### **Procedimiento**

1. Atiende las instrucciones de bioseguridad y manejo de reactivos.
2. Selecciona una muestra biológica (tejido de pez o camarón).
3. Ejecuta el protocolo de extracción de ADN.
4. Precipita y purifica el ADN obtenido.
5. Evalúa visualmente la pureza en gel de agarosa.
6. Registra pasos y observaciones en la bitácora.
7. Discute resultados y errores posibles con retroalimentación docente.

### **Recursos de apoyo**

- Reactivos para extracción de ADN
- Termobloque
- Centrífuga
- Micropipetas
- Bitácora de laboratorio

### **Práctica 6: Cuantificación y evaluación de la pureza del ADN.**

#### **Duración**

3 horas

#### **Procedimiento**

1. Atiende instrucciones sobre uso de espectrofotómetro y fluorómetro.
2. Cuantifica el ADN extraído en la práctica anterior.
3. Evalúa integridad mediante gel de agarosa.
4. Cuantifica el ADN en el espectrofotómetro.
5. Calcula relaciones A260/A280 y A260/A230.
6. Interpreta resultados.

7. Registra datos en la bitácora y recibe retroalimentación docente.

### **Recursos de apoyo**

- Reactivos para evaluación de ADN.
- Micropipetas
- Espectrofotómetro
- Cámara de electroforesis
- Agarosa
- Bitácora de laboratorio

## **Unidad V. Extracción de ARN y aplicaciones del análisis transcriptómico.**

### **Práctica 7: Extracción de ARN total.**

#### **Duración**

3 horas

#### **Procedimiento**

1. Atiende instrucciones de bioseguridad para la extracción de ARN.
2. Emplea protocolo de extracción de ARN (kit o método Trizol).
3. Purifica ARN y evalúa presencia de ADN genómico residual.
4. Determina integridad por electroforesis.
5. Registra pasos críticos en bitácora.
6. Recibe retroalimentación docente.

### **Recursos de apoyo**

- Reactivos para extracción de ARN
- Micropipetas
- Centrífuga
- Termobloque
- Materiales libres de RNasas
- Bitácora de laboratorio

### **Práctica 8: Evaluación cuantitativa y cualitativa del ARN.**

#### **Duración**

3 horas

#### **Procedimiento**

1. Atiende las instrucciones de su docente.
2. Cuantifica ARN en espectrofotómetro.
3. Determina relaciones A260/A280 y A260/A230.
4. Analiza integridad mediante electroforesis en gel de agarosa.
5. Discute causas de degradación y medidas preventivas.

6. Registra resultados y conclusiones en bitácora.
7. Recibe retroalimentación docente.

### ***Recursos de apoyo***

- Reactivos para evaluación de ARN
- Micropipetas
- Espectrofotómetro
- Cámara de electroforesis
- Agarosa
- Bitácora de laboratorio

## **Unidad VI. Amplificación de fragmentos de ADN y ARN.**

### **Práctica 9: PCR punto final.**

***Duración:*** 3 horas

### ***Procedimiento***

1. Atiende instrucciones por parte de su docente.
2. Prepara mezcla de reacción PCR con los componentes adecuados.
3. Configura termociclador con los parámetros definidos.
4. Ejecuta el programa de amplificación.
5. Analiza productos por electroforesis.
6. Registra resultados e interpreta con base en la presencia o ausencia de bandas y sus tamaños correspondientes.
7. Discute errores y soluciones.
8. Registra en la bitácora para retroalimentación docente

### ***Recursos de apoyo***

- Reactivos para PCR
- Termociclador, micropipetas, cámara de gel
- Controles positivos y negativos
- Bitácora de laboratorio

### **Práctica 10: RT-PCR (transcripción reversa y amplificación)**

***Duración***

3 horas

### ***Procedimiento***

1. Atiende instrucciones por parte de su docente.
2. Sintetiza ADNc a partir de ARN obtenido previamente.
3. Prepara mezcla de reacción de RT-PCR.



4. Ejecuta programa en termociclador.
5. Visualiza productos en gel de agarosa.
6. Analiza expresión de genes objetivo y referencia.
7. Registra resultados en bitácora y recibe retroalimentación docente.

### ***Recursos de apoyo***

- Reactivos para RT-PCR
- Termociclador
- Micropipetas
- Cámara de electroforesis
- Bitácora de laboratorio

## **Práctica 11: Cuantificación de expresión génica por qPCR.**

### **Duración**

3 horas

### ***Procedimiento***

1. Atiende instrucciones por parte de su docente.
2. Prepara mezcla maestra de qPCR con reactivos indicados.
3. Organiza muestras y controles en placa de 96 pozos.
4. Ejecuta el programa en termociclador de qPCR.
5. Analiza valores de Ct, eficiencia y correlación.
6. Calcula  $\Delta\Delta Ct$  y cambio relativo de expresión.
7. Interpreta resultados en gráficos y registra en bitácora.
8. Recibe retroalimentación docente.

### ***Recursos de apoyo***

- Reactivos para qPCR
- Equipo de qPCR
- Computadora con software analítico
- Bitácora de laboratorio

## **Unidad VII. Marcadores genéticos y moleculares.**

### **Práctica 12: Alineamiento y análisis de secuencias de ADN.**

#### ***Duración***

3 horas

#### ***Procedimiento***

1. Atiende instrucciones por parte de su docente.
2. Importa secuencias de ADN al programa bioinformático.
3. Realiza alineamiento múltiple de secuencias.
4. Identifica variantes genéticas (SNPs, indels).
5. Traduce secuencias y localiza regiones funcionales.
6. Diseña cebadores específicos.
7. Registra resultados y recibe retroalimentación docente.

#### ***Recursos de apoyo***

- Computadora con software bioinformático
- Base de datos de secuencias
- Bitácora de laboratorio

### **Práctica 13: Análisis de diversidad genética y filogenia.**

#### ***Duración***

3 horas

#### ***Procedimiento***

1. Atiende instrucciones por parte de su docente.
2. Importa datos de genotipos o secuencias simuladas.
3. Calcula índices de diversidad genética en Arlequin o TESS.
4. Construye árbol filogenético con MEGA.
5. Interpreta estructura poblacional y parentesco.
6. Presenta resultados y conclusiones.
7. Recibe retroalimentación docente.

#### ***Recursos de apoyo***

- Computadora con programas bioinformáticos
- Datos simulados
- Bitácora de laboratorio

## **Práctica 14: Análisis funcional de expresión génica (RNA-Seq).**

### ***Duración***

3 horas

### ***Procedimiento***

1. Atiende instrucciones por parte de su docente.
2. Importa datos públicos de RNA-Seq.
3. Realiza filtrado y alineación de lecturas.
4. Analiza expresión diferencial mediante DESeq2 o Cufflinks.
5. Identifica genes potencialmente marcadores.
6. Discute implicaciones biológicas y registra resultados.
7. Recibe retroalimentación docente.

### ***Recursos de apoyo***

- Computadora con software bioinformático
- Datos RNA-Seq
- Bitácora de laboratorio

## **Práctica 15: Aplicación de marcadores moleculares en proyectos acuícolas.**

### ***Duración***

6 horas

### ***Procedimiento***

1. Atiende instrucciones por parte de su docente.
2. Desarrolla parte experimental o analítica de su propuesta.
3. Ejecuta pasos críticos definidos (extracción, PCR, análisis in silico).
4. Registra resultados y observaciones en bitácora.
5. Prepara informe técnico y presentación de resultados.
6. Expone y discute resultados obtenidos.

### ***Recursos de apoyo***

- Reactivos según protocolo elegido
- Equipos específicos del proyecto
- Computadora y software analítico
- Bitácora de laboratorio

## **IX. MÉTODO DE TRABAJO**

### **Encuadre**

El primer día de clase, cada docente debe establecer de forma clara y formal:

- La metodología de trabajo.
- Criterios de evaluación y rúbricas.
- Reglas sobre la calidad y entrega de trabajos académicos.
- Derechos y obligaciones del docente y los estudiantes.

Esto debe quedar registrado y comunicado por medios institucionales (como Blackboard o correo institucional).

### **Estrategia de enseñanza**

- Estudio de caso
- Método de proyectos
- Aprendizaje basado en problemas
- Aprendizaje basado en casos
- Técnica expositiva
- Discusión guiada
- Instrucción guiada

### **Estrategia de aprendizaje**

- Investigación documental
- Investigación empírica
- Trabajo colaborativo
- Técnica expositiva
- Mapas conceptuales
- Cuadros comparativos

## X. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

### Criterios de acreditación

El primer día de clase el personal docente debe establecer la forma de trabajo, criterios de evaluación, calidad de los trabajos académicos, derechos y obligaciones de personas docentes estudiantes

### Criterios de evaluación

|                                 |      |
|---------------------------------|------|
| - Evaluaciones parciales        | 10%  |
| - Portafolio de evidencias      | 50%  |
| - Prácticas de taller           | 10%  |
| - Prácticas de laboratorio      | 40%  |
| - Propuesta de estudio genético | 40%  |
| Total                           | 100% |

## XI. REFERENCIAS

### Recursos de la biblioteca física y digital de la UABC

- Avise, J. C. (2012). *Molecular markers, natural history and evolution*. Springer Science & Business Media. <https://doi.org/10.1007/978-1-4615-2381-9>
- Cock, J. M., Tessmar-Raible, K., Boyen, C., & Viard, F. (Eds.). (2010). *Introduction to marine genomics* (Vol. 1). Springer Science & Business Media. <https://doi.org/10.1007/978-90-481-8639-6>
- Domingues, L. (Ed.). (2017). *PCR (Methods in Molecular Biology)*. Springer Protocols. <https://doi.org/10.1007/978-1-4939-7060-5>
- Dunham, R. A. (2023). *Aquaculture and fisheries biotechnology: Genetic approaches* (2nd ed.). CABI Publishing. <https://doi.org/10.1079/9781845936518.0000>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2020). *The state of world fisheries and aquaculture 2020*. FAO. <https://doi.org/10.4060/ca9229en>
- Haldar, C., & Ram, R. (2018). Single nucleotide polymorphism marker and its application in aquaculture: New opportunities and challenges. *International Journal of Fauna and Biological Studies*, 5(4). <https://www.faunajournal.com/archives/2018/vol5issue4/PartB/5-4-5-703.pdf>

- Macphee, A., Oriowo, T. O., Sternberg, N., & Stange, M. (2025). Comparison of whole genome sequencing performance from fish swabs and fin clips. *BMC Research Notes*, 18(1), 15.
- Rowe, G., Beebee, T. J. C., & Sweet, M. (2017). *An introduction to molecular ecology* (3rd ed.). Oxford University Press.
- Yáñez, J. M., Neira, R., Hashimoto, D. T., Lallias, D., Xu, P., & Jerry, D. R. (2025). Recent advancements in aquaculture genetics. *Aquaculture*, 609, 742781.

## Recursos de acceso libre o complementarios externos

### Artículos electrónicos

- Bong, D., Sohn, J., & Lee, S. J. V. (2024). Brief guide to RT-qPCR. *Molecules and Cells*, 47(12), 100141. <https://doi.org/10.1016/j.mocell.2024.100141>
- Gopikrishna, G. (2023). Application of molecular markers in aquaculture. In *Frontiers in Aquaculture Biotechnology* (pp. 47-53). Academic Press. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/B9780323912402000142>
- Hamilton, M. B. (2021). Population genetics. John Wiley & Sons. [https://www.google.com.mx/books/edition/Population\\_Genetics/2IsXEAAAQBAJ?hl=es-419&gbpv=1&dq=Population+genetics+hamilton&printsec=frontcover](https://www.google.com.mx/books/edition/Population_Genetics/2IsXEAAAQBAJ?hl=es-419&gbpv=1&dq=Population+genetics+hamilton&printsec=frontcover)
- Huang, Y., Li, Z., Li, M., Zhang, X., Shi, Q., & Xu, Z. (2025). Fish Genomics and Its Application in Disease-Resistance Breeding. *Reviews in Aquaculture*, 17(1), e12973. <https://doi.org/10.1111/raq.12973>
- Innis, M. A., Gelfand, D. H., Sninsky, J. J., & White, T. J. (Eds.). (1990). *PCR protocols: a guide to methods and applications*. Academic press. [Clásica] [https://books.google.com.mx/books?hl=es&lr=&id=Z5jwZ2rbVe8C&oi=fnd&pg=PP1&dq=PCR+protocols&ots=ICLUFg0O7E&sig=LnLODsy-ugSyH1PgAN9z4je5o2M&redir\\_esc=y#v=onepage&q=PCR%20protocols&f=false](https://books.google.com.mx/books?hl=es&lr=&id=Z5jwZ2rbVe8C&oi=fnd&pg=PP1&dq=PCR+protocols&ots=ICLUFg0O7E&sig=LnLODsy-ugSyH1PgAN9z4je5o2M&redir_esc=y#v=onepage&q=PCR%20protocols&f=false)
- Larsen, A. M., Mohammed, H. H., & Arias, C. R. (2015). Comparison of DNA extraction protocols for the analysis of gut microbiota in fishes. *FEMS microbiology letters*, 362(5). [Clásica] <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25757730/>
- Xia, J. H., & Yue, G. H. (Eds.). (2022). *Genetics and molecular breeding in aquaculture animals*. Frontiers Media SA. <https://www.frontiersin.org/journals/genetics/articles/10.3389/fgene.2022.1071303/full>
- Yang, Z., Wang, L., Sun, F., Wong, J., Lee, M., Yeo, S., ... & Yue, G. H. (2025). Salt tolerance candidate genes identified by QTL mapping, RNA-seq, and functional analysis in tilapia. *Aquaculture*, 596, 741762. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0044848624012249>

### Recursos y bases de datos electrónicas

- ARKdb. (2025). Genomas de especies acuícolas. University of Arizona. Recuperado de [[Oryza Genomes | Arizona Genomics Institute](#)]

- Ensembl. (2025). Genomas de especies acuáticas. European Bioinformatics Institute (EMBL-EBI). Recuperado de [<https://ensembl.org>]
- FishBase. (2025). Datos biológicos de peces. WorldFish Center. Recuperado de [<https://fishbase.org>]
- Galaxy Project. (2025). Análisis bioinformático sin código. Recuperado de [<https://usegalaxy.org>]
- National Center for Biotechnology Information (NCBI). (2025). Genes, genomas, BLAST. National Library of Medicine. Recuperado de [<https://www.ncbi.nlm.nih.gov>]
- Occupational Safety and Health Administration (OSHA). (2024). *Biosafety and biosecurity in laboratory environments*. U.S. Department of Labor. <https://www.osha.gov/laboratory-safety>
- University of California Santa Cruz (UCSC) Genome Browser. (2025). Visualización de genomas. Recuperado de [<https://genome.ucsc.edu>]
- World Organisation for Animal Health (WOAH). (2023). *Aquatic animal health code: Sampling and diagnostic procedures for aquatic animals* (26th ed.). World Organisation for Animal Health. <https://www.woah.org/en/what-we-do/standards/codes-and-manuals/aquatic-code-online-access/>
- World Health Organization (WHO). (2023). *Laboratory biosafety manual* (4th ed.). World Health Organization. <https://www.who.int/publications/i/item/9789240011311>
- World Medical Association (WMA). (2022). *WMA statement on the use of animals in biomedical research*. World Medical Association. <https://www.wma.net/policies-post/wma-statement-on-animal-use-in-biomedical-research/>

## PERFIL DOCENTE

Licenciatura en el área de las Ciencias Naturales, se recomienda contar con posgrado en Biología Molecular, Genética, Biotecnología, Genómica o áreas afines, experiencia profesional comprobable en el manejo de técnicas moleculares aplicadas a organismos acuáticos, con dominio de bioinformática básica y análisis de datos genéticos, experiencia en enseñanza universitaria, preferentemente en laboratorios de genética o biología molecular, con ética científica y responsabilidad ambiental, capacidad para trabajar en equipo y fomentar la colaboración interdisciplinaria, comunicación científica clara y efectiva.



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS MARINAS**

**BIOTECNOLOGÍA EN ACUACULTURA**  
**Evaluación Externa e Interna del Programa**





## **UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA**

### **DIRECTORIO**

**Dr. Luis Enrique Palafox Maestre**

Rector

**Dr. Joaquín Caso Niebla**

Secretario General

**Dr. Jesús Adolfo Soto Curiel**

Vicerrector campus Mexicali

**Dra. Haydeé Gómez Llanos Juárez**

Vicerrectora campus Tijuana

**Dra. Lus Mercedes López Acuña**

Vicerrectora campus Ensenada

**Dra. Yessica Espinosa Díaz**

Coordinadora General de Formación Profesional

**Dra. Natalie Millán Aguiñaga**

Directora de la Facultad de Ciencias Marinas

**Dr. Antelmo Castro López**

Jefe del Departamento de Diseño Curricular

## Tabla de Contenido

|                                                 |     |
|-------------------------------------------------|-----|
| Introducción.....                               | 9   |
| Evaluación Externa del Programa Educativo ..... | 11  |
| ESTUDIO DE PERTINENCIA SOCIAL.....              | 11  |
| ANÁLISIS DE NECESIDADES SOCIALES .....          | 11  |
| Objetivo .....                                  | 11  |
| Método .....                                    | 11  |
| Resultados.....                                 | 12  |
| Conclusiones .....                              | 43  |
| ANÁLISIS DOCUMENTAL DEL MERCADO LABORAL .....   | 45  |
| Objetivo .....                                  | 45  |
| Método .....                                    | 45  |
| Resultados.....                                 | 45  |
| Conclusiones .....                              | 54  |
| ANÁLISIS EMPÍRICO DEL MERCADO LABORAL .....     | 55  |
| Objetivo .....                                  | 55  |
| Objetivos específicos.....                      | 56  |
| Método .....                                    | 56  |
| Resultados.....                                 | 56  |
| Conclusiones .....                              | 77  |
| ANÁLISIS DE EGRESADOS .....                     | 80  |
| Objetivo .....                                  | 80  |
| Objetivos específicos.....                      | 81  |
| Método .....                                    | 81  |
| Resultados.....                                 | 82  |
| Conclusiones .....                              | 105 |
| ANÁLISIS DOCUMENTAL DE OFERTA Y DEMANDA .....   | 108 |
| Objetivo .....                                  | 108 |
| Objetivos específicos.....                      | 108 |
| Método .....                                    | 108 |
| Resultados.....                                 | 109 |
| Conclusiones .....                              | 110 |
| ANÁLISIS EMPÍRICO DE OFERTA Y DEMANDA .....     | 117 |
| Método .....                                    | 117 |
| Resultados.....                                 | 118 |
| Conclusiones .....                              | 134 |
| Estudio de Referentes .....                     | 136 |
| ANÁLISIS DE LA PROFESIÓN Y SU PROSPECTIVA ..... | 136 |
| Objetivo .....                                  | 136 |
| Método .....                                    | 136 |
| Resultados.....                                 | 136 |
| Conclusiones .....                              | 142 |

|                                                                                            |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| ANÁLISIS COMPARATIVO DE PROGRAMAS EDUCATIVOS .....                                         | 143 |
| Objetivo .....                                                                             | 143 |
| Método .....                                                                               | 143 |
| Resultados.....                                                                            | 143 |
| Conclusiones .....                                                                         | 160 |
| ANÁLISIS DE ORGANISMOS NACIONALES E INTERNACIONALES .....                                  | 162 |
| Objetivo .....                                                                             | 162 |
| Método .....                                                                               | 162 |
| Resultados.....                                                                            | 162 |
| Conclusiones .....                                                                         | 167 |
| Evaluación Interna del Programa Educativo .....                                            | 169 |
| EVALUACIÓN DE FUNDAMENTOS Y CONDICIONES DE OPERACIÓN DEL PROGRAMA<br>EDUCATIVO .....       | 169 |
| Objetivo .....                                                                             | 169 |
| Objetivos Específicos.....                                                                 | 169 |
| Método .....                                                                               | 169 |
| Resultados.....                                                                            | 170 |
| Conclusiones .....                                                                         | 191 |
| EVALUACIÓN DEL CURRÍCULO .....                                                             | 192 |
| Objetivo .....                                                                             | 192 |
| Objetivos Específicos.....                                                                 | 192 |
| Método .....                                                                               | 192 |
| Resultados.....                                                                            | 194 |
| Conclusiones .....                                                                         | 205 |
| Conclusiones .....                                                                         | 246 |
| EVALUACIÓN DE LA TRAYECTORIA ESCOLAR DE LOS ESTUDIANTES POR EL<br>PROGRAMA EDUCATIVO ..... | 249 |
| Objetivo .....                                                                             | 249 |
| Objetivos Específicos.....                                                                 | 249 |
| Método .....                                                                               | 249 |
| Resultados.....                                                                            | 251 |
| Conclusiones .....                                                                         | 280 |
| EVALUACIÓN DEL PERSONAL ACADÉMICO, INFRAESTRUCTURA Y SERVICIOS .....                       | 283 |
| Objetivo .....                                                                             | 283 |
| Método .....                                                                               | 283 |
| Resultados.....                                                                            | 284 |
| Conclusiones .....                                                                         | 315 |
| Conclusiones Generales.....                                                                | 318 |
| Referencias .....                                                                          | 327 |
| Anexos .....                                                                               | 341 |

## Índice de Tablas

|                                                                                                                                                              |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabla 1 Número de habitantes por municipio en Baja California .....                                                                                          | 15 |
| Tabla 2 Porcentaje de indicadores de pobreza. Nivel nacional, Corte 2020-2022 .....                                                                          | 16 |
| Tabla 3 Porcentaje de indicadores de pobreza. Nivel estatal, Corte 2020-2022.....                                                                            | 18 |
| Tabla 4 Estadística del Sistema Educativo Nacional, Ciclo 2022-2023 .....                                                                                    | 25 |
| Tabla 5 Estadística de carrera y profesiones por área relacionadas con la Licenciatura en Biotecnología en Acuacultura.....                                  | 48 |
| Tabla 6 Condición laboral .....                                                                                                                              | 49 |
| Tabla 7 Nivel de satisfacción de los empleadores respecto al desempeño de los egresados de LBA en sus organizaciones.....                                    | 61 |
| Tabla 8 Nivel de competencia percibida por los empleadores respecto a los egresados de la LBA .....                                                          | 62 |
| Tabla 9 Nivel de importancia de actitudes y valores en el ejercicio profesional de los egresados de LBA de acuerdo con la percepción de los empleadores..... | 63 |
| Tabla 10 Percepción de los empleadores respecto al nivel de demanda profesional de los egresados en LBA en el ámbito estatal .....                           | 64 |
| Tabla 11 Percepción de los empleadores respecto al nivel de demanda profesional de los egresados en LBA en el ámbito nacional .....                          | 65 |
| Tabla 12 Percepción de los empleadores respecto al nivel de demanda profesional de los egresados en LBA en el ámbito internacional .....                     | 66 |
| Tabla 13 Nivel de satisfacción de los empleadores respecto al desempeño profesional de los egresados de LBA y motivos .....                                  | 70 |
| Tabla 14 Nivel de acuerdo respecto a la concordancia de la formación de los egresados de la LBA de la UABC a los requerimientos actuales y motivos .....     | 71 |
| Tabla 15 Nivel de acuerdo respecto a la concordancia de la formación de los egresados de la LBA de la UABC a los requerimientos futuros y motivos.....       | 72 |
| Tabla 16 Nivel de satisfacción de los egresados de la LBA respecto a elementos de la formación recibida.....                                                 | 84 |
| Tabla 17 Nivel de competencia percibida como egresados de la LBA .....                                                                                       | 85 |
| Tabla 18 Percepción de los egresados de la LBA respecto al nivel de relevancia de las actividades académicas durante su formación .....                      | 86 |
| Tabla 19 Nivel de importancia de actitudes y valores en el ejercicio profesional desde la percepción de los egresados de la LBA .....                        | 87 |
| Tabla 20 Situación académica actual.....                                                                                                                     | 88 |
| Tabla 21 Argumentos que sustentan el nivel de satisfacción de los egresados respecto a la formación recibida .....                                           | 91 |
| Tabla 22 Percepción de los egresados de la LBA respecto al nivel de demanda profesional en el ámbito estatal.....                                            | 94 |
| Tabla 23 Percepción de los egresados de la LBA respecto al nivel de demanda profesional en el ámbito nacional .....                                          | 95 |
| Tabla 24 Percepción de los egresados de la LBA respecto al nivel de demanda profesional en el ámbito internacional .....                                     | 97 |
| Tabla 25 Competencias que predominan en el ejercicio profesional de los egresados de LBA acorde a su percepción .....                                        | 97 |

|                                                                                                                                                                         |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tabla 26 Competencias que predominarán a futuro en el ejercicio profesional de los egresados de LBA acorde a su percepción .....                                        | 99  |
| Tabla 27 Oferta a nivel nacional de licenciaturas iguales o afines a la Licenciatura en Biotecnología en Acuacultura de la Universidad Autónoma de Baja California..... | 111 |
| Tabla 28 PE con mayor matrícula general durante los periodos escolares 2017-2018 y 2022-2023.....                                                                       | 116 |
| Tabla 29 Top cinco de reconocimiento de universidades en el estado por municipio.....                                                                                   | 119 |
| Tabla 30 Porcentaje de alumnos potenciales a egresar de bachillerato que planea continuar con sus estudios profesionales por municipio .....                            | 120 |
| Tabla 31 Desglose de carreras de preferencia de los estudiantes próximos a egresar de bachillerato.....                                                                 | 122 |
| Tabla 32 Tijuana. Vocaciones productivas.....                                                                                                                           | 126 |
| Tabla 33 Tecate. Vocaciones productivas.....                                                                                                                            | 128 |
| Tabla 34 Rosarito. Vocaciones productivas .....                                                                                                                         | 130 |
| Tabla 35 Ensenada-San Quintín. Vocaciones productivas.....                                                                                                              | 131 |
| Tabla 36 Mexicali-San Felipe. Vocaciones productivas.....                                                                                                               | 132 |
| Tabla 37 Características de programas nacionales afines al PE en Biotecnología en Acuacultura.....                                                                      | 145 |
| Tabla 38 Características de programas latinoamericanos afines al PE en Biotecnología en Acuacultura.....                                                                | 151 |
| Tabla 39 Mejores prácticas de programas nacionales afines al PE en Biotecnología en Acuacultura.....                                                                    | 156 |
| Tabla 40 Mejores prácticas de programas internacionales afines al PE en Biotecnología en Acuacultura.....                                                               | 158 |
| Tabla 41 Marco de referencia, CIEES.....                                                                                                                                | 162 |
| Tabla 42 Marco de referencia, ANAPROMAR.....                                                                                                                            | 165 |
| Tabla 43 Marco de referencia, OIT .....                                                                                                                                 | 166 |
| Tabla 44 Presupuesto de la LBA. Tercer periodo. 2024.....                                                                                                               | 176 |
| Tabla 45 Recuento de asignaturas obligatorias con promedios de aprobación bajos. Periodos 2019-1 a 2024-1.....                                                          | 199 |
| Tabla 46 Recuento de asignaturas optativas con promedios de aprobación bajos. Periodos 2019-1 a 2024-1.....                                                             | 200 |
| Tabla 47 Percepciones estudiantiles sobre la calidad de la educación recibida en las distintas etapas de formación de la LBA .....                                      | 207 |
| Tabla 48 Percepciones sobre la calidad de la educación recibida en las distintas etapas de formación de la LBA.....                                                     | 210 |
| Tabla 49 Grado en el que la formación recibida incide en las competencias del programa de la LBA .....                                                                  | 211 |
| Tabla 50 Grado en el que la formación recibida promueve valores y actitudes en los estudiantes de la LBA .....                                                          | 212 |
| Tabla 51 Opiniones respecto al grado en el que las asignaturas cubren adecuadamente las competencias del perfil de egreso del programa.....                             | 238 |
| Tabla 52 Opiniones respecto al grado en el que las asignaturas son suficientes para cubrir las competencias del perfil de egreso del programa.....                      | 240 |

|                                                                                                                                            |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tabla 53 Opiniones respecto a las áreas de mejora del mapa curricular del programa de Biotecnología en Acuacultura.....                    | 241 |
| Tabla 54 Índice promedio de aprobación y rezago por ciclo escolar .....                                                                    | 253 |
| Tabla 55 Eficiencia terminal por cohorte .....                                                                                             | 255 |
| Tabla 56 Recuento de asesorías de estudiantes .....                                                                                        | 257 |
| Tabla 57 Recuento de tutores y tutorados. Periodos 2019-1 a 2024-1.....                                                                    | 266 |
| Tabla 58 Recuento de estudiantes atendidos por el PIOEP. Periodos 2019-1 al 2024-1                                                         | 269 |
| Tabla 59 Recuento de estudiantes que han realizado sus prácticas profesionales por unidad receptora. Periodos 2019-1 al 2024-1.....        | 270 |
| Tabla 60 Histórico de estudiantes inscritos a un programa de servicio social. Años 2019 a 2023.....                                        | 272 |
| Tabla 61 Grado en el que las actividades académicas inciden favorablemente en la formación profesional de los estudiantes de las LBA ..... | 277 |
| Tabla 62 Opiniones respecto a los programas y servicios que son brindados en la FCM de la UABC .....                                       | 278 |
| Tabla 63 Grado en el que distintos programas y actividades contribuyen a la formación profesional de los estudiantes .....                 | 279 |
| Tabla 64 Líneas de cuerpos académicos.....                                                                                                 | 288 |
| Tabla 65 Tipo de publicaciones académicas del personal académico de la FCM por año .....                                                   | 289 |
| Tabla 66 Opiniones de los docentes respecto a la infraestructura de la FCM de la UABC .....                                                | 304 |
| Tabla 67 Nivel de satisfacción con distintos aspectos relacionados al trabajo docente..                                                    | 307 |
| Tabla 68 Opiniones de los estudiantes respecto a la infraestructura de la FCM de la UABC .....                                             | 310 |
| Tabla 69 Nivel de satisfacción con el desempeño de los profesores de la LBA .....                                                          | 311 |

### Índice de Figuras

|                                                                                                                                                                |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1 Población Nacional y Estatal.....                                                                                                                     | 14 |
| Figura 2 Distribución poblacional en México y Baja California por sexo y edad .....                                                                            | 14 |
| Figura 3 Serie desestacionalizada y de tendencia-ciclo del producto interno bruto al primer trimestre de 2024 .....                                            | 19 |
| Figura 4 Aportación al PIB nacional por entidad federativa. Datos del 2022 .....                                                                               | 20 |
| Figura 5 Trayectoria del IDH, periodo 1999-2023 .....                                                                                                          | 22 |
| Figura 6 Índice de Desarrollo Humano 2020 .....                                                                                                                | 23 |
| Figura 7 IDH de los municipios de Baja California 2010, 2015 y 2020 .....                                                                                      | 24 |
| Figura 8 Crecimiento necesario del suministro de alimentos acuáticos de origen animal para mantener los niveles de consumo per cápita de 2022 hasta 2050 ..... | 35 |
| Figura 9 Principales especies capturadas en 2018. Valor de la producción (millones de pesos) .....                                                             | 51 |
| Figura 10 Edad actual.....                                                                                                                                     | 57 |
| Figura 11 Tamaño y antigüedad de la organización.....                                                                                                          | 57 |
| Figura 12 Giro de la organización .....                                                                                                                        | 59 |

|                                                                                                                                                 |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Figura 13 Cargo que ocupan los egresados de LBA en la organización de los<br>empleadores participantes .....                                    | 60  |
| Figura 14 Desempeño de los egresados respecto a conocimientos, habilidades, actitudes<br>y valores desde la percepción de los empleadores ..... | 69  |
| Figura 15 Porcentaje de empleadores que estarían dispuestos a contratar a un egresado<br>de la LBA de la UABC .....                             | 73  |
| Figura 16 Tipo de contrato que ofrecen las empresas a las que pertenecen los<br>empleadores .....                                               | 75  |
| Figura 17 Nivel de demanda de los egresados de LBA a corto, mediano y largo plazo ...                                                           | 75  |
| Figura 18 Sueldo mensual de los egresados de la LBA .....                                                                                       | 76  |
| Figura 19 Sexo biológico asignado al nacer .....                                                                                                | 82  |
| Figura 20 Ciudad actual de residencia .....                                                                                                     | 82  |
| Figura 21 Estado civil actual .....                                                                                                             | 83  |
| Figura 22 Estudios de posgrado y su alineación con el perfil profesional .....                                                                  | 89  |
| Figura 23 Alineación de la formación académica en LBA con a los requerimientos que<br>demanda tu actividad profesional actual .....             | 90  |
| Figura 24 Grado de satisfacción respecto a la formación profesional recibida durante la<br>LBA .....                                            | 91  |
| Figura 25 Nivel de promoción de estudios de posgrado a través de la LBA .....                                                                   | 93  |
| Figura 26 Nivel de utilidad de la formación recibida para estudiar un posgrado .....                                                            | 93  |
| Figura 27 Ámbito al que pertenecen las instituciones públicas donde se desempeñan los<br>egresados de LBA .....                                 | 100 |
| Figura 28 Ámbito al que pertenecen las instituciones privadas donde se desempeñan los<br>egresados de LBA .....                                 | 100 |
| Figura 29 Actividades que realizan los egresados que se desempeñan como<br>profesionistas independientes .....                                  | 101 |
| Figura 30 Sueldo mensual percibido .....                                                                                                        | 102 |
| Figura 31 Tipo de contrato con el que cuentan los egresados de LBA .....                                                                        | 103 |
| Figura 32 Coincidencia de la actividad profesional actual con la LBA .....                                                                      | 103 |
| Figura 33 Dificultades enfrentadas al ejercer la profesión .....                                                                                | 104 |
| Figura 34 Top cinco de reconocimiento de universidades en el estado .....                                                                       | 119 |
| Figura 35 Porcentaje de alumnos potenciales a egresar de bachillerato que planea<br>continuar con sus estudios profesionales .....              | 120 |
| Figura 36 Principales programas de demanda-preferencia de los estudiantes próximos a<br>egresar de bachillerato .....                           | 121 |
| Figura 37 Modalidad en que consideran estudiar .....                                                                                            | 125 |
| Figura 38 Evolución de la matrícula de la LBA de la UABC, periodos 2019-2 a 2024-1 .                                                            | 174 |
| Figura 39 Matrícula inicial, periodos 2019-1 al 2023-2 .....                                                                                    | 175 |
| Figura 40 Organigrama de la Facultad de Ciencias Marinas de la UABC .....                                                                       | 177 |
| Figura 41 Edad de los alumnos encuestados .....                                                                                                 | 186 |
| Figura 42 Etapas de formación de los encuestados .....                                                                                          | 187 |
| Figura 43 Semestre correspondiente a las asignaturas actuales .....                                                                             | 187 |
| Figura 44 Tipo de contratación que poseen los profesores con la UABC .....                                                                      | 188 |
| Figura 45 Reconocimientos de los profesores de la LBA .....                                                                                     | 189 |

|                                                                                                                                                                                    |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Figura 46 Número de asignaturas que suele impartir semestralmente los profesores de la LBA.....                                                                                    | 189 |
| Figura 47 Número de horas a la semana que suele dedicar a impartir clases los profesores de la LBA.....                                                                            | 190 |
| Figura 48 Tipo de asignaturas que imparten los profesores de la LBA .....                                                                                                          | 190 |
| Figura 49 Esquema del Modelo Educativo de la UABC .....                                                                                                                            | 196 |
| Figura 50 Mapa curricular de la LBA.....                                                                                                                                           | 198 |
| Figura 51 Nivel de satisfacción en relación con los aprendizajes adquiridos en la LBA .                                                                                            | 213 |
| Figura 52 Nivel de satisfacción en relación con las asignaturas intersemestrales de la LBA .....                                                                                   | 214 |
| Figura 53 Opiniones de estudiantes respecto a la necesidad de añadir asignaturas a las diferentes etapas formativas .....                                                          | 215 |
| Figura 54 Opiniones respecto a la pertinencia de eliminar asignaturas a las diferentes etapas formativas.....                                                                      | 217 |
| Figura 55 Grado en el que la seriación de las asignaturas del plan de estudios de la LBA es adecuada .....                                                                         | 219 |
| Figura 56 Grado en el que los requisitos para el egreso del programa de Biotecnología en Acuicultura son adecuados .....                                                           | 220 |
| Figura 57 Ámbitos profesionales a los que aspiran incursionar los estudiantes de la LBA .....                                                                                      | 221 |
| Figura 58 Interés en estudiar un posgrado.....                                                                                                                                     | 221 |
| Figura 59 Áreas de interés para estudiar un posgrado.....                                                                                                                          | 222 |
| Figura 60 Nivel de satisfacción con la formación recibida hasta el momento en la LBA.                                                                                              | 222 |
| Figura 61 Grado en el que las competencias del perfil de egreso son afines al plan de estudios de la LBA .....                                                                     | 224 |
| Figura 62 Frecuencia con la que los estudiantes cuentan con el perfil de egreso requerido por el programa de Biotecnología en Acuicultura.....                                     | 228 |
| Figura 63 Grado en el que los estudiantes logran alcanzar las competencias del perfil de egreso de la LBA.....                                                                     | 229 |
| Figura 64 Percepción respecto al grado en el que el perfil de egreso del programa de Biotecnología en Acuicultura de la UABC atiende las necesidades y problemáticas sociales..... | 232 |
| Figura 65 Opiniones respecto a una adecuada distribución y seriación de las asignaturas del mapa curricular.....                                                                   | 235 |
| Figura 66 Grado en el que las asignaturas que suelen impartir los profesores de la LBA contribuyen a las competencias del perfil de egreso .....                                   | 244 |
| Figura 67 Nivel de satisfacción con el proceso de ingreso al programa de Biotecnología en Acuicultura .....                                                                        | 275 |
| Figura 68 Señalamientos de seguridad.....                                                                                                                                          | 297 |
| Figura 69 Ruta de las rampas para personas con discapacidad .....                                                                                                                  | 298 |
| Figura 70 Organigrama de la FCM.....                                                                                                                                               | 300 |
| Figura 71 Grado en el que se considera que la estructura organizacional de la Facultad de Ciencias Marinas es pertinente para la operación de los planes de estudios .....         | 308 |



**Índice de Anexos**

|                                                              |     |
|--------------------------------------------------------------|-----|
| Anexo A. Año, tipo, nombre y cantidad de publicaciones ..... | 341 |
|--------------------------------------------------------------|-----|

## Introducción

La política de calidad y relevancia de la oferta educativa de la Universidad Autónoma de Baja California (UABC) busca garantizar la excelencia de los programas de licenciatura y posgrado, adaptándolos a las necesidades de los sectores público, privado y social, así como al proyecto universitario. Las estrategias definidas incluyen el fortalecimiento de la oferta educativa, la garantía de su alta calidad en alineación con el proyecto universitario, y la conservación de la relevancia de los programas educativos (UABC, 2019).

Con el objetivo de cumplir con la acción de modificar y actualizar los planes y programas de estudio de licenciatura, así como la estrategia de asegurar la pertinencia de la oferta educativa de la UABC, este estudio se centró en llevar a cabo una evaluación externa e interna del programa educativo de Biotecnología en Acuicultura de la UABC. Esto con el propósito de fundamentar su modificación o actualización, de acuerdo con lo establecido en la *Metodología de los estudios de fundamentación para la creación, modificación y actualización de programas educativos de licenciatura de la UABC* (2018).

La evaluación de los programas educativos debe ser un proceso constante y sistemático dentro de la unidad académica, con el fin de determinar la pertinencia, el alcance y las implicaciones de la implementación de los planes de estudio. A partir de los resultados obtenidos en este ejercicio, se deben establecer acciones que fortalezcan los métodos para modificar o actualizar los planes y programas de estudio, así como las condiciones en las que se desarrollan (UABC, 2018).

El presente estudio consta de dos capítulos. El primero aborda la Evaluación Externa del programa educativo, que incluye el estudio de pertinencia social, abarcando el análisis de necesidades sociales, mercado laboral, egresados, y oferta y demanda.

También se realiza un estudio de referentes, describiendo el análisis de la profesión y su evolución a nivel nacional e internacional, un análisis comparativo de programas educativos para identificar las mejores prácticas según criterios de calidad y reconocimiento, y un análisis de organismos nacionales e internacionales, cuyas consideraciones se utilizan para mejorar el plan de estudios del programa educativo.

El segundo capítulo aborda la evaluación interna del programa educativo. Se examinan los fundamentos y las condiciones de operación del programa, incluyendo el currículo, la trayectoria de los estudiantes, el personal académico, así como la infraestructura y los servicios. Estos aspectos son esenciales para garantizar la calidad de la educación. Finalmente, se presentan las conclusiones.

## Evaluación Externa del Programa Educativo

Con base en el documento *Metodología de los estudios de fundamentación para la creación, modificación y actualización de programas educativos de licenciatura* (Serna y Castro, 2018), esta actividad es una iniciativa institucional que considera el estudio y análisis de diversos elementos externos o del contexto (como el estudio de pertinencia social y de referentes nacionales e internacionales) que son superlativos para fundamentar la modificación o actualización de los Programas Educativos (PE) de licenciatura de la Universidad Autónoma de Baja California (UABC).

### Estudio de Pertinencia Social

Este estudio se compone de seis tipos de análisis, tanto documentales como empíricos, mismos que atienden el siguiente orden: 1) Análisis de necesidades sociales, 2) Análisis Documental del mercado laboral, 3) Análisis Empírico del Mercado Laboral, 4) Análisis de egresados, 5) Análisis Documental de la oferta y demanda, y 6) Análisis Empírico de la oferta y demanda.

### Análisis de Necesidades Sociales

#### Objetivo

Determinar las necesidades y problemáticas sociales estatales, regionales, nacionales e internacionales (actuales y futuras) que atienden los egresados a través del PE de la Licenciatura en Biotecnología en Acuicultura.

#### Método

Se realizó una investigación documental basada en la consulta de fuentes secundarias, como planes de desarrollo institucional, estatal y nacional; investigaciones

sociales y documentos estadísticos de organismos nacionales e internacionales como la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, por sus siglas en inglés), la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), el Consejo Nacional de Población (CONAPO), Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL), la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), Instituto de Estudios en Gobierno y Finanzas Públicas (IEGFIP), la Dirección General de Planeación, Programación y Estadística Educativa (DGPPyEE), entre otras. De esta manera, se estructuró el análisis de las necesidades y problemáticas sociales estatales, regionales y nacionales que este programa atiende o busca atender, así como la prospección de estas. Para el logro de este objetivo, de manera específica, se identificó el contexto geográfico, demográfico, social, cultural, económico y político en el cual se inscribe el programa.

## **Resultados**

### **Contexto Estatal, Regional y Nacional en el que se Inscribe el Programa de Licenciatura en Biotecnología en Acuicultura.**

**Contexto Geográfico.** El PE de Licenciatura en Biotecnología en Acuicultura (LBA) de la Universidad Autónoma de Baja California (UABC) se circunscribe en las inmediaciones del estado de Baja California, México. La entidad representa el 3.6% del territorio nacional, colinda al norte con Estados Unidos de América, Sonora y el Golfo de California, al sur con Baja California Sur y el Océano Pacífico, al este con el Golfo de California, y al oeste con el Océano Pacífico (Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI], 2017). Asimismo, se compone de seis municipios: Tijuana, Mexicali (capital del estado), Ensenada, Tecate, Playas de Rosarito, San Quintín (INEGI, 2020).

Dentro de la jurisdicción nacional, la superficie de las zonas marítimas es de 3,149,920 km<sup>2</sup> aproximadamente (dicha extensión abarca el Mar Territorial y Zona Económica Exclusiva), 2,320,380 km<sup>2</sup> para el Océano Pacífico y 829,540 km<sup>2</sup> para el Golfo de México y Mar Caribe. Sin contar las islas, la longitud de costa del país comprende 11,122 km. Por su parte, el litoral del Pacífico y Golfo de California suman 7,828 km, mientras que el Golfo de México y Mar Caribe tiene 3,294 km. Aunado a lo anterior, 17 entidades de la República Mexicana colindan con las zonas marítimas que la rodean. La superficie insular es de 5,127 km<sup>2</sup> (Diario Oficial de la Federación [DOF], 30/11/2018).

La zona costera es un área geográfica donde interactúan el medio marino, el medio terrestre y la atmósfera. Esta zona comprende tres partes: a) una porción continental que abarca 265 municipios costeros, de los cuales 150 tienen frente de playa y 114 no tienen acceso directo al mar pero sí una influencia costera significativa (por ejemplo, vegetación costera); b) una porción marina que se extiende desde la plataforma continental hasta la isobata de los 200 metros de profundidad, y c) una porción insular que incluye las islas nacionales (DOF, 30/11/2018).

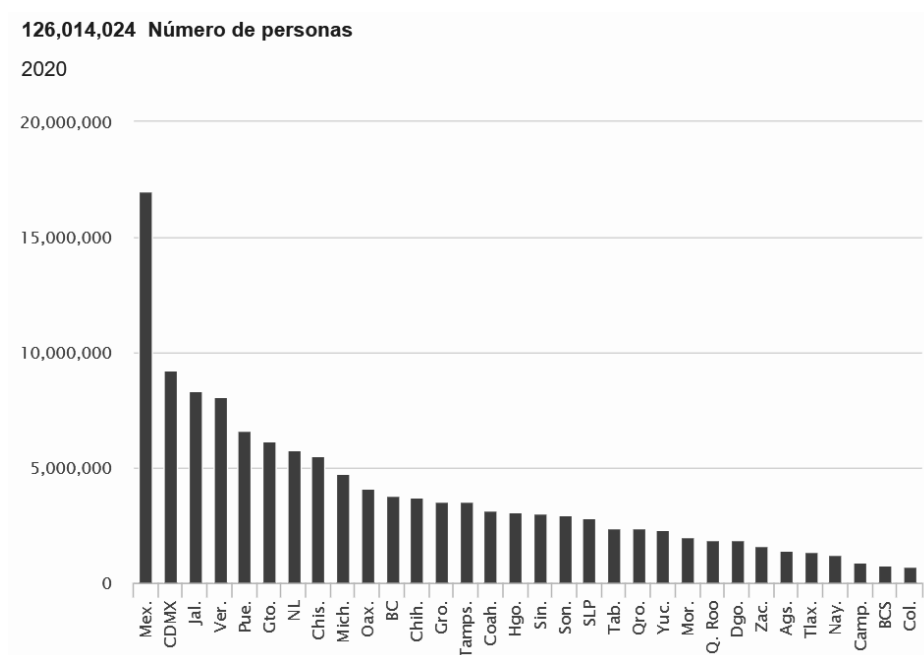
Zonas Marinas Mexicanas, de conformidad al Artículo 3 de la Ley Federal del Mar son (DOF, 30/11/2018):

- El Mar Territorial
- Las Aguas Marinas Interiores
- La Zona Contigua
- La Zona Económica Exclusiva
- La Plataforma Continental y las Plataformas Insulares
- Cualquier otra permitida por el derecho internacional.

**Contexto Demográfico.** De acuerdo con la Figura 1, México alberga 126,014,024 habitantes; de los cuales, 3,769,020 residen en Baja California. Lo anterior representa el 3.0% de la población nacional.

**Figura 1**

*Población Nacional y Estatal*



*Nota.* Tomado de INEGI (2020).

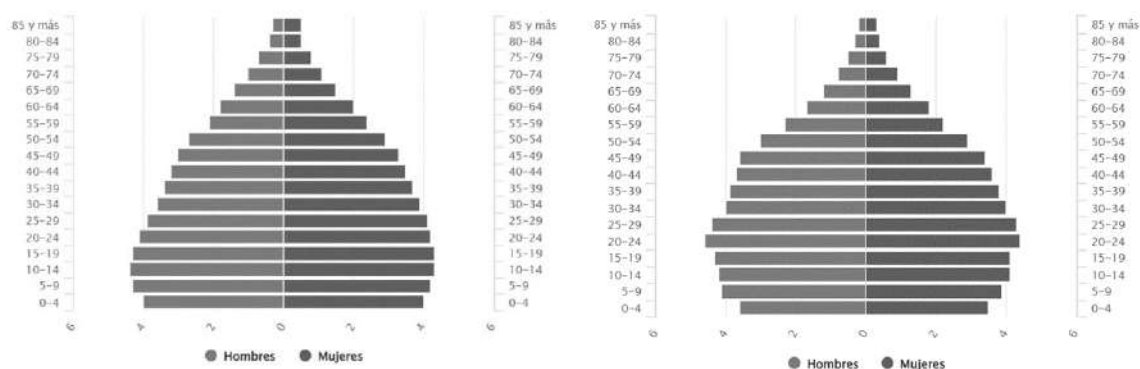
Aunado a lo anterior, la población nacional y estatal se concentran de forma similar por cohortes de edad. Lo anterior resulta en una mayor proporción de habitantes ubicada en las cohortes infanto-juvenil y adulto-joven; sin embargo, por sexo se observa una mayor proporción de mujeres a nivel nacional y una mayor proporción de hombres a nivel estatal (ver Figura 2) (INEGI, 2020).

**Figura 2**

*Distribución poblacional en México y Baja California por sexo y edad*

Nacional

Estatal



*Nota.* Tomado de INEGI (2020).

Si bien Tijuana, Mexicali y Ensenada concentran la mayor cantidad de habitantes en la entidad (ver Tabla 1), el 94% de la población se asienta en áreas urbanas, lo que contrasta con el 79% observado a nivel nacional (INEGI, 2020).

**Tabla 1**

*Número de habitantes por municipio en Baja California*

| Municipio          | Habitantes |
|--------------------|------------|
| Tijuana            | 1,922,523  |
| Mexicali           | 1,049,792  |
| Ensenada           | 443,807    |
| Playas de Rosarito | 126,890    |
| San Quintín        | 117,568    |
| Tecate             | 108,440    |

*Nota.* Elaborado con base en INEGI (2020).

En especial, las zonas costeras presentan una dinámica poblacional diferente a la observada de forma típica en el resto del país. Ejemplo de ello es que la población de los estados costeros de México fue de 55,333,223 habitantes en 2015, lo que representa un aumento de 3.4 millones con respecto a 2010 y 10.7 millones más que en el año 2000. Se proyecta que para el año 2030, esta cifra aumente a 64.1 millones (Consejo Nacional de Población [CONAPO], 2018, citado por DOF, 30/11/2018). Además, durante el período de



2000 a 2010, la población de los municipios costeros creció un 18.53%, mientras que la de los municipios urbanos aumentó en un 31.57%. (DOF, 30/11/2018).

Asimismo, durante los períodos 1990-2000, 2000-2010 y 2010-2015, en más de la mitad de los estados costeros de México, la tasa media anual de crecimiento poblacional superó la media nacional. Además, en ambos períodos, los tres estados costeros que experimentaron las tasas de crecimiento más altas fueron Quintana Roo, Baja California Sur y Baja California (DOF, 30/11/2018).

**Contexto Económico y Desarrollo Humano.** De acuerdo con las cifras presentadas por el CONEVAL (2023), los porcentajes respecto a los indicadores de pobreza experimentaron cambios a considerar. Las comparativas entre las cifras de 2018 y 2022 (ver Tabla 2) evidencian una disminución de la *Población nacional en situación de pobreza* en 7.6% y de la *Población vulnerable por ingresos* en 1.7%, así como el aumento de la *Población no pobre y no vulnerable* en 3.6%; por su parte, la *Población vulnerable por carencias sociales* aumentó en 5.7%. Si bien se observa variación en otros indicadores, 2 resaltan: el aumento en un 10.9% respecto a la *Carencia por acceso a los servicios de salud*, así como el decremento del 9.3% en la *Población con ingreso inferior a la línea de pobreza por ingresos*.

**Tabla 2**

*Porcentaje de indicadores de pobreza. Nivel nacional, Corte 2020-2022*

| Indicador | División del indicador                       | Porcentaje  |             |
|-----------|----------------------------------------------|-------------|-------------|
|           |                                              | 2020        | 2022        |
| Pobreza   | Población en situación de pobreza            | <b>43.9</b> | 36.3        |
|           | • Población en situación de pobreza moderada | <b>35.4</b> | 29.3        |
|           | • Población en situación de pobreza extrema  | <b>8.5</b>  | 7.1         |
|           | Población vulnerable por carencias sociales  | 23.7        | <b>29.4</b> |

| Indicador           | División del indicador                                                    | Porcentaje  |             |
|---------------------|---------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------|
|                     |                                                                           | 2020        | 2022        |
|                     | Población vulnerable por ingresos                                         | <b>8.9</b>  | 7.2         |
|                     | Población no pobre y no vulnerable                                        | 23.5        | <b>27.1</b> |
| Privación social    | Población con al menos una carencia social                                | <b>67.6</b> | 65.7        |
|                     | Población con al menos tres carencias sociales                            | 23.0        | <b>24.9</b> |
| Carencia social     | Rezago educativo                                                          | 19.2        | <b>19.4</b> |
|                     | Carencia por acceso a los servicios de salud                              | 28.2        | <b>39.1</b> |
|                     | Carencia por acceso a la seguridad social                                 | <b>52.0</b> | 50.2        |
|                     | Carencia por calidad y espacios de la vivienda                            | <b>9.3</b>  | 9.1         |
|                     | Carencia por acceso a los servicios básicos en la vivienda                | <b>17.9</b> | 17.8        |
|                     | Carencia por acceso a la alimentación nutritiva y de calidad              | <b>22.5</b> | 18.2        |
| Bienestar económico | Población con ingreso inferior a la línea de pobreza extrema por ingresos | <b>17.2</b> | 12.1        |
|                     | Población con ingreso inferior a la línea de pobreza por ingresos         | <b>52.8</b> | 43.5        |

*Nota.* Adaptado de CONEVAL (2023). Se resaltan con tipografía negrita los porcentajes más altos.

**Contexto Económico y Desarrollo Humano.** Con base en la información presentada por el CONEVAL (2023), a nivel estatal, las cifras de 2018 y 2022 (ver Tabla 3) muestran una disminución de la *Población nacional en situación de pobreza* en 9.1% y de la *Población vulnerable por ingresos* en 2.5%, así como un aumento del 8% en la *Población no pobre y no vulnerable*; en contraparte, se observa un aumento del 3.7% de la *Población vulnerable por carencias sociales*. En especial, resalta la variación del porcentaje dentro del indicador *Bienestar económico*, con el decremento de 11.6% respecto a la *Población con ingreso inferior a la línea de pobreza por ingresos*.

**Tabla 3***Porcentaje de indicadores de pobreza. Nivel estatal, Corte 2020-2022*

| Indicador                      | División por indicador                                                    | Periodo     |             |
|--------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------|
|                                |                                                                           | 2020        | 2022        |
| Pobreza                        | Población en situación de pobreza                                         | <b>22.5</b> | 13.4        |
|                                | • Población en situación de pobreza moderada                              | <b>21.0</b> | 12.1        |
|                                | • Población en situación de pobreza extrema                               | <b>1.5</b>  | 1.3         |
|                                | Población vulnerable por carencias sociales                               | 34.4        | <b>38.1</b> |
|                                | Población vulnerable por ingresos                                         | <b>7.9</b>  | 5.4         |
|                                | Población no pobre y no vulnerable                                        | 35.2        | <b>43.2</b> |
| Privación social               | Población con al menos una carencia social                                | <b>56.9</b> | 51.4        |
|                                | Población con al menos tres carencias sociales                            | <b>10.8</b> | 10.7        |
| Indicadores de carencia social | Rezago educativo                                                          | <b>16.1</b> | 15.5        |
|                                | Carencia por acceso a los servicios de salud                              | 24.0        | <b>28.4</b> |
|                                | Carencia por acceso a la seguridad social                                 | <b>38.9</b> | 34.7        |
|                                | Carencia por calidad y espacios de la vivienda                            | <b>6.8</b>  | 6.1         |
|                                | Carencia por acceso a los servicios básicos en la vivienda                | <b>5.0</b>  | 4.1         |
|                                | Carencia por acceso a la alimentación nutritiva y de calidad              | <b>13.4</b> | 10.0        |
| Bienestar económico            | Población con ingreso inferior a la línea de pobreza extrema por ingresos | <b>5.2</b>  | 2.8         |
|                                | Población con ingreso inferior a la línea de pobreza por ingresos         | <b>30.4</b> | 18.8        |

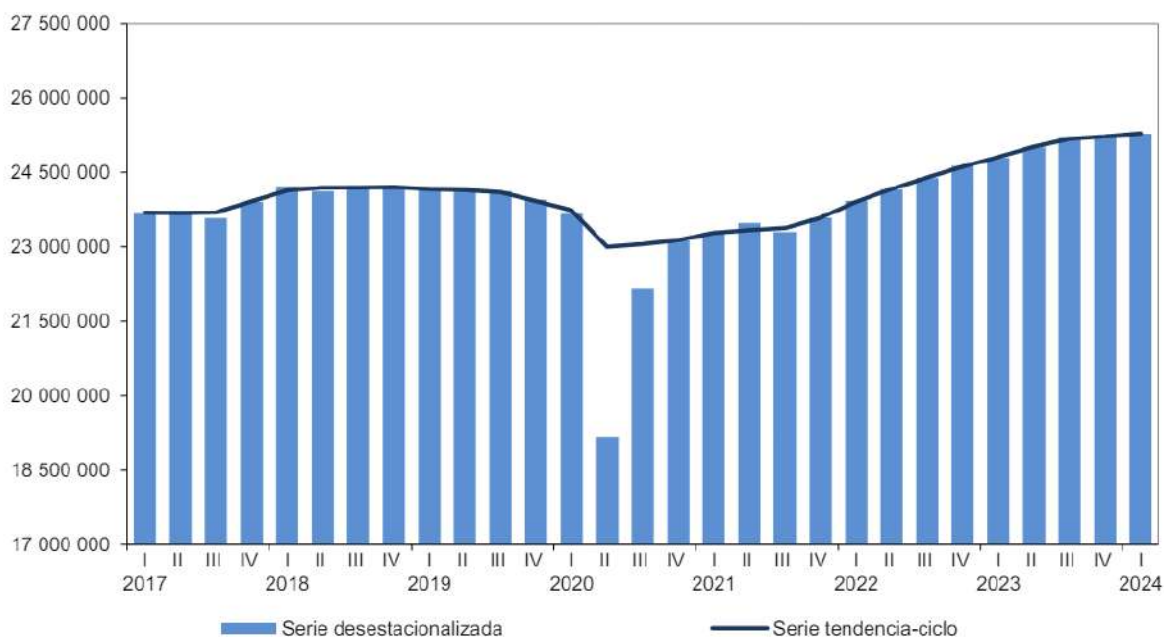
*Nota. Adaptado de CONEVAL (2023). Se resaltan con tipografía negrita los porcentajes más altos.*

A partir del análisis de la variación de los porcentajes respecto a los indicadores a nivel estatal y nacional durante el periodo 2020-2022, se muestran mayormente favorecedores para la entidad respecto a la media nacional (ver Tabla 2 y 3), sin embargo, eso no elimina las áreas de mejora y la necesidad de encaminar los esfuerzos hacia una distribución más equitativa de los bienes y servicios.

Por otra parte, el Producto Interno Bruto (PIB) es la suma del valor (en dinero) de todos los bienes y servicios de uso final que genera un país o entidad federativa durante un período (comúnmente un año o trimestre) (INEGI, 2024). La Figura 3 muestra el PIB estimado a nivel nacional durante el primer trimestre de 2024; como puede observarse, se evidencia un repunte después del decremento del 2020 y 2021, así como un aumento del 0.3 % PIB en términos reales con relación al trimestre anterior.

### Figura 3

*Serie desestacionalizada y de tendencia-ciclo del producto interno bruto al primer trimestre de 2024*

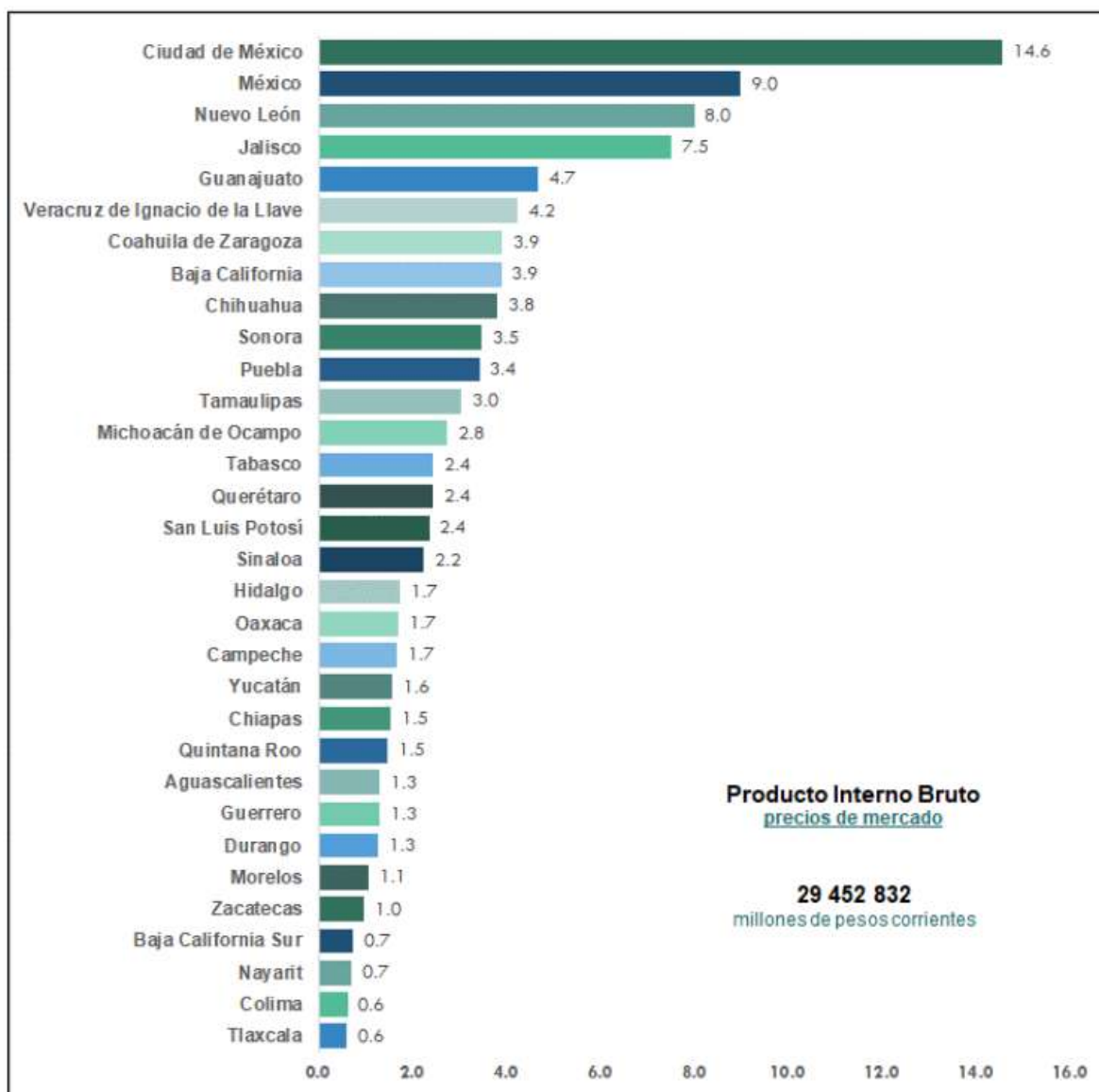


*Nota.* Obtenida de INEGI (2024).

Como puede observarse en la Figura 4, en 2022, Baja California se ubicaba en la octava posición respecto a la aportación al PIB nacional (INEGI, 2023), en contraste con las cifras publicadas en 2020, la entidad bajó una posición respecto a su aportación al PIB nacional (INEGI, 2020).

**Figura 4**

*Aportación al PIB nacional por entidad federativa. Datos del 2022*



*Nota.* Obtenida de INEGI (2023).

En el periodo de 2003 a 2016, los estados costeros de México contribuyeron con el 43% del Producto Interno Bruto (PIB) nacional. Sin embargo, esta contribución ha experimentado una tendencia a la baja, disminuyendo en 2.15 puntos porcentuales durante esos 13 años. En cuanto a la composición promedio del PIB regional por litoral

durante ese mismo periodo, se observa que un número reducido de estados contribuye con más de la mitad del PIB. Para el litoral del Pacífico y Golfo de California, tres estados destacan: Baja California (13.5%), Jalisco (27%) y Sonora (12.8%). Por otro lado, en el Golfo de México y Mar Caribe, dos estados representan el 51% del PIB regional: Campeche (25.1%) y Veracruz (25.9%) (DOF, 30/11/2018).

Algunas de las actividades económicas relevantes para la zonas costeras se encuentran relacionadas con el turismo, los hidrocarburos, la minería marina, los puertos y marina mercante, la pesca y la acuicultura (DOF, 30-11-2018). A estas se le suman actividades económicas dentro de la entidad que se alinean con su condición geográfica: servicios sociales, luz y agua, minería, agricultura, transporte, transformación, construcción, servicio para empresas y comercio (Secretaría de Economía e Innovación, 2024).

**Índice de Desarrollo Humano.** El Índice de Desarrollo Humano (IDH) mide los niveles de progreso de un país con base en tres indicadores: ingreso, salud y educación. El índice, expresado del 0 al 1, cataloga a los países en cuatro grupos (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo [PNUD], 2022):

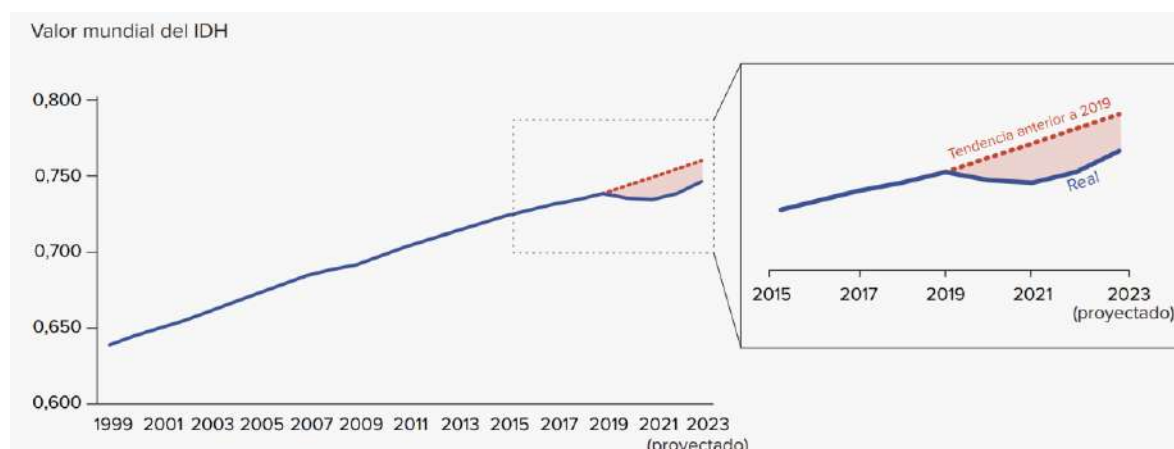
- Muy alto= 0.800-1.000
- Alto= 0.700-0.800
- Medio= 0.550-0.700
- Bajo= 0.000-0.500

Acorde con el *Informe sobre Desarrollo Humano 2023/2024* (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo [PNUD, 2024], las cifras del IDH globales manifestadas en el periodo 1999-2019 mostraban una tendencia hacia cruzar el umbral del grupo *muy alto* en 2030, sin embargo, el declive del periodo 2020-2021 mermó dicha prospección. Si bien en 2023 se observó un repunte histórico del IDH global que ha

logrado acercar las cifras a las proyecciones previstas para 2023, aún se está por debajo de la tendencia observada en 2019 y se muestran divergencias importantes entre países menos adelantados que forman parte de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), ya que el 51% de estos no ha logrado recuperarse.

### Figura 5

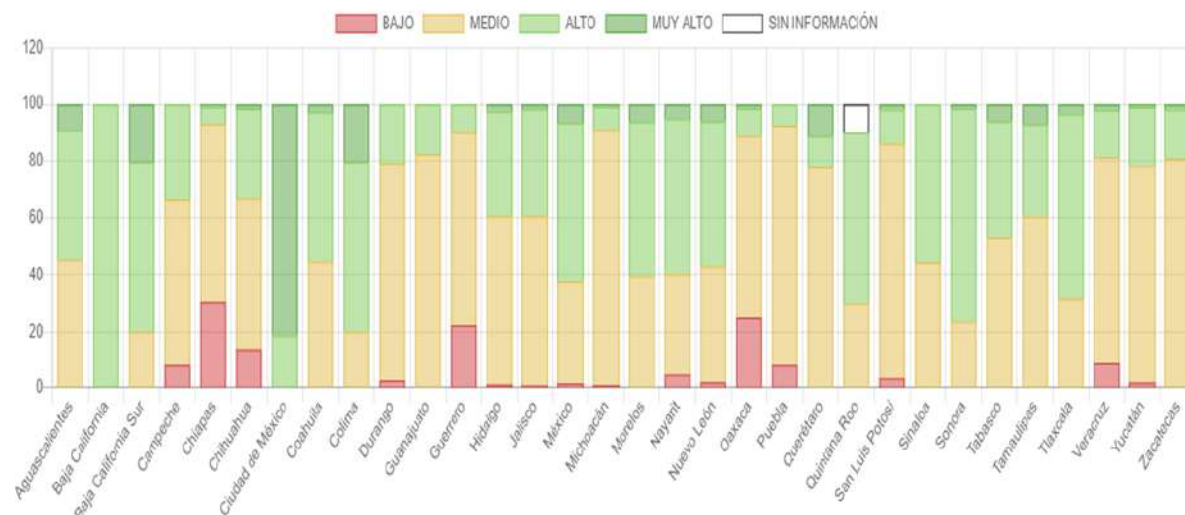
*Trayectoria del IDH, periodo 1999-2023*



*Nota.* Tomado de PNUD (2024).

En la última medición, México se ubicó en el puesto 77 respecto a los 193 países evaluados, este puesto lo agrupó junto a los países con un IDH alto. Al igual que la tendencia observada en los países miembros de la OCDE, el IDH mexicano muestra una recuperación posterior a la pandemia, alcanzando una puntuación de 0.781, la misma que se logró en 2019 (PNUD, 2024).

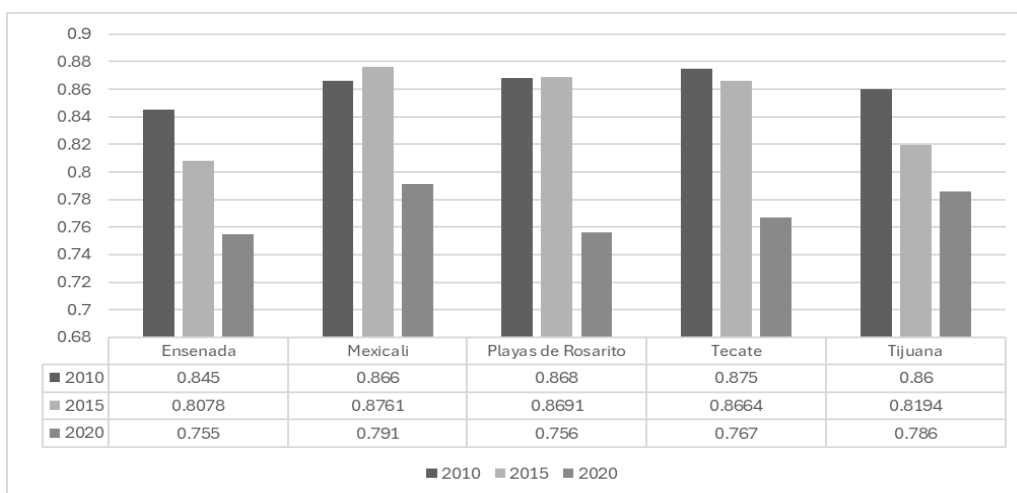
Por su parte, en 2020, Baja California alcanzó un IDH de 0.771, lo que lo clasificó como un estado con “alto desarrollo humano” (ver Figura 6) (PNUD, 2022).

**Figura 6***Índice de Desarrollo Humano 2020*

*Nota.* Tomando de PNUD (2022).

Cabe mencionar que los niveles de IDH en los municipios de Baja California disminuyeron entre 2010 y 2020 (ver Figura 5). Sin embargo, debido a los ajustes realizados por el PNUD en 2020, todos los municipios ahora se clasifican como “alto desarrollo humano”. Los avances mostrados en la Figura 7 se deben a este ajuste, no a un aumento real en las cifras. Bajo esta nueva clasificación, Mexicali, Tecate y Tijuana superan la clasificación nacional, mientras que Ensenada y Playas de Rosarito están ligeramente por debajo (PNUD, 2022).



**Figura 7***IDH de los municipios de Baja California 2010, 2015 y 2020*

*Nota.* Elaborado con base en Instituto de Estudios en Gobierno y Finanzas Públicas (IEGFIP, 2016) y PNUD (2022). Se desconoce la información sobre San Quintín.

A pesar de que las cifras sitúan a nivel nacional, estatal y municipal a las demarcaciones en la clasificación de “alto desarrollo humano”, es evidente el descenso en los índices. Por lo tanto, es crucial implementar estrategias para contrarrestar esta tendencia. A partir de lo expuesto, los miembros del PNUD (2024) exponen las siguientes tres recomendaciones generales: 1) construir una arquitectura del siglo XXI para los bienes públicos mundiales, 2) reducir las temperaturas y hacer retroceder la polarización, y 3) reducir las brechas de la capacidad de actuación.

**Contexto Educativo.** Con base en los datos obtenidos de la encuesta nacional realizada por el INEGI en 2020, el promedio de escolaridad a nivel nacional fue de 9.7 años; mientras que el promedio estatal fue de 10.2 años (INEGI, 2024). Lo anterior posicionó a la entidad por encima de la media nacional respecto a los años de escolaridad promedio de la población.

Aunado a lo anterior, durante el ciclo escolar 2022-2023, en Baja California se atendió el 1.9% y 2.87% de la matrícula nacional en los niveles educativos medio superior y superior, respectivamente (ver Tabla 4) (Dirección General de Planeación, Programación y Estadística Educativa [DGPPyEE], 2022-2023). Dicha información permite prospectar la matrícula que atenderán los programas educativos de educación superior.

**Tabla 4**

*Estadística del Sistema Educativo Nacional, Ciclo 2022-2023*

| Tipo                     | Matrícula |         | Egresados |         |
|--------------------------|-----------|---------|-----------|---------|
|                          | Nacional  | Estatad | Nacional  | Estatad |
| Educación media superior | 5,508,572 | 160,366 | 1,366,512 | 39,207  |
| Educación superior       | 5,192,618 | 149,165 | 982,072   | 28,685  |

*Nota.* Elaborado con base en información obtenida de la DGPPyEE (2022-2023).

### **Necesidades y Problemáticas Sociales que Atenderá o Atiende el**

**Programa Educativo y sus Egresados.** Con base en lo expresado en la página oficial de la Facultad de Ciencias Marinas (FCM, s. f.) de la Universidad Autónoma de Baja California (UABC), el Programa Educativo (PE) de Biotecnología en Acuicultura (LBA) prepara a profesionistas de forma integral, para brindar respuesta a los retos de desarrollo y consolidación de la acuicultura en México. El egresado del programa de la LBA es un profesional dedicado a brindar respuesta a los retos de desarrollo y consolidación de la acuicultura en México, que incide en la aplicación de tecnologías de cultivo modernas, la implementación adecuada de la normatividad para la inocuidad en plantas de procesamiento primario, sanidad de organismos cultivables y mercadotecnia. Por tanto, los egresados son capaces de:

- Implementar tecnologías de cultivo, adaptando las existentes a las necesidades socioeconómicas del país, para la producción de especies de importancia comercial, cuidando la sustentabilidad del entorno con ética y responsabilidad.
- Proponer proyectos en acuicultura que incorporen tecnologías o procedimientos sustentables, mediante el uso de herramientas tecnológicas y de gestión para resolver las problemáticas de los sectores productivo y social, con actitud emprendedora y conciencia social.
- Cultivar organismos y/o generar productos con base en la biotecnología aplicada en la acuicultura para contribuir a la producción de alimentos de alta calidad, con actitud honesta y responsable.
- Aplicar métodos de control, manejo y prevención de enfermedades en los sistemas acuícolas mediante diagnósticos de las principales enfermedades que afectan a los organismos de importancia comercial en acuicultura para beneficiar la producción, con honestidad y respeto al medio ambiente.

El Gobierno de México (2022), señala a la acuicultura o acuicultura como una práctica que transforma presas, lagos y lagunas en zonas de explotación de recursos naturales marinos. Las especies involucradas se dividen en cuatro categorías: algas, moluscos, crustáceos y peces. Los beneficios de la acuicultura son diversos:

1. **Seguridad alimentaria.** Contribuye al crecimiento y estabilidad del sistema alimentario al proporcionar una fuente adicional de proteínas y nutrientes.
2. **Conservación de especies acuáticas.** Permite criar y proteger especies en peligro o en riesgo de extinción.
3. **Impacto ambiental reducido.** En comparación con la pesca tradicional, la acuicultura puede ser más sostenible y tener menos impacto en los ecosistemas acuáticos.

4. **Materias primas industriales y farmacéuticas.** Algunas especies cultivadas en acuicultura se utilizan para la fabricación de productos industriales y medicamentos.
5. **Fomento del empleo y reducción de la pobreza.** La acuicultura crea oportunidades de empleo y mejora la economía local.

Acorde a la formación que reciben los egresados del PE, son capaces de atender las necesidades y problemáticas sociales planteadas en 2 de los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) a alcanzarse en 2030 (ONU, s. f.):

- **Objetivo 2: Cero hambre**
  - **2.1** Para 2030, poner fin al hambre y asegurar el acceso de todas las personas, en particular los pobres y las personas en situaciones vulnerables, incluidos los lactantes, a una alimentación sana, nutritiva y suficiente durante todo el año.
  - **2.2** Para 2030, poner fin a todas las formas de malnutrición, incluso logrando, a más tardar en 2025, las metas convenidas internacionalmente sobre el retraso del crecimiento y la emaciación de los niños menores de 5 años, y abordar las necesidades de nutrición de las adolescentes, las mujeres embarazadas y lactantes y las personas de edad.
  - **2.3** Para 2030, duplicar la productividad agrícola y los ingresos de los productores de alimentos en pequeña escala, en particular las mujeres, los pueblos indígenas, los agricultores familiares, los pastores y los pescadores, entre otras cosas mediante un acceso seguro y equitativo a las tierras, a otros recursos de producción e insumos, conocimientos, servicios financieros, mercados y oportunidades para la generación de valor añadido y empleos no agrícolas.

- **2.4** Para 2030, asegurar la sostenibilidad de los sistemas de producción de alimentos y aplicar prácticas agrícolas resilientes que aumenten la productividad y la producción, contribuyan al mantenimiento de los ecosistemas, fortalezcan la capacidad de adaptación al cambio climático, los fenómenos meteorológicos extremos, las sequías, las inundaciones y otros desastres, y mejoren progresivamente la calidad del suelo y la tierra.
- **2.5** Para 2020, mantener la diversidad genética de las semillas, las plantas cultivadas y los animales de granja y domesticados y sus especies silvestres conexas, entre otras cosas mediante una buena gestión y diversificación de los bancos de semillas y plantas a nivel nacional, regional e internacional, y promover el acceso a los beneficios que se deriven de la utilización de los recursos genéticos y los conocimientos tradicionales y su distribución justa y equitativa, como se ha convenido internacionalmente.
- **2.a** Aumentar las inversiones, incluso mediante una mayor cooperación internacional, en la infraestructura rural, la investigación agrícola y los servicios de extensión, el desarrollo tecnológico y los bancos de genes de plantas y ganado a fin de mejorar la capacidad de producción agrícola en los países en desarrollo, en particular en los países menos adelantados.
- **2.b** Corregir y prevenir las restricciones y distorsiones comerciales en los mercados agropecuarios mundiales, entre otras cosas mediante la eliminación paralela de todas las formas de subvenciones a las exportaciones agrícolas y todas las medidas de exportación con efectos equivalentes, de conformidad con el mandato de la Ronda de Doha para el Desarrollo.
- **2.c** Adoptar medidas para asegurar el buen funcionamiento de los mercados de productos básicos alimentarios y sus derivados y facilitar el

acceso oportuno a información sobre los mercados, en particular sobre las reservas de alimentos, a fin de ayudar a limitar la extrema volatilidad de los precios de los alimentos.

- **Objetivo 14:** Conservar y utilizar sosteniblemente los océanos, los mares y los recursos marinos
  - **14.1** De aquí a 2025, prevenir y reducir significativamente la contaminación marina de todo tipo, en particular la producida por actividades realizadas en tierra, incluidos los detritos marinos y la polución por nutrientes.
  - **14.2** De aquí a 2020, gestionar y proteger sosteniblemente los ecosistemas marinos y costeros para evitar efectos adversos importantes, incluso fortaleciendo su resiliencia, y adoptar medidas para restaurarlos a fin de restablecer la salud y la productividad de los océanos.
  - **14.3** Minimizar y abordar los efectos de la acidificación de los océanos, incluso mediante una mayor cooperación científica a todos los niveles.
  - **14.4** De aquí a 2020, reglamentar eficazmente la explotación pesquera y poner fin a la pesca excesiva, la pesca ilegal, no declarada y no reglamentada y las prácticas pesqueras destructivas, y aplicar planes de gestión con fundamento científico a fin de restablecer las poblaciones de peces en el plazo más breve posible, al menos alcanzando niveles que puedan producir el máximo rendimiento sostenible de acuerdo con sus características biológicas.
  - **14.5** De aquí a 2020, conservar al menos el 10% de las zonas costeras y marinas, de conformidad con las leyes nacionales y el derecho internacional y sobre la base de la mejor información científica disponible.
  - **14.6** De aquí a 2020, prohibir ciertas formas de subvenciones a la pesca que contribuyen a la sobrecapacidad y la pesca excesiva, eliminar las

subvenciones que contribuyen a la pesca ilegal, no declarada y no reglamentada y abstenerse de introducir nuevas subvenciones de esa índole, reconociendo que la negociación sobre las subvenciones a la pesca en el marco de la Organización Mundial del Comercio debe incluir un trato especial y diferenciado, apropiado y efectivo para los países en desarrollo y los países menos adelantados.<sup>1</sup>

- **14.7** De aquí a 2030, aumentar los beneficios económicos que los pequeños Estados insulares en desarrollo y los países menos adelantados obtienen del uso sostenible de los recursos marinos, en particular mediante la gestión sostenible de la pesca, la acuicultura y el turismo.
- **14.a** Aumentar los conocimientos científicos, desarrollar la capacidad de investigación y transferir tecnología marina, teniendo en cuenta los Criterios y Directrices para la Transferencia de Tecnología Marina de la Comisión Oceanográfica Intergubernamental, a fin de mejorar la salud de los océanos y potenciar la contribución de la biodiversidad marina al desarrollo de los países en desarrollo, en particular los pequeños Estados insulares en desarrollo y los países menos adelantados.
- **14.b** Facilitar el acceso de los pescadores artesanales a los recursos marinos y los mercados.
- **14.c** Mejorar la conservación y el uso sostenible de los océanos y sus recursos aplicando el derecho internacional reflejado en la Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar, que constituye el marco jurídico para la conservación y la utilización sostenible de los océanos y sus

recursos, como se recuerda en el párrafo 158 del documento “El futuro que queremos”.<sup>1</sup>

En el ámbito nacional, la acuicultura ha sido reconocida dentro del Programa Nacional de Pesca y Acuicultura 2020-2024 (Gobierno de México, 2020) como parte de los proyectos prioritarios:

- Estrategia prioritaria 2.5 Impulsar al sector social de la pesca y acuicultura con acciones que les permitan ser más eficientes en su actividad.
- Estrategia prioritaria 2.7 Coordinar esquemas de desarrollo entre los tres órdenes de gobierno para la inversión en servicios básicos en donde se desarrolle la acuicultura.

**Problemáticas Ambientales en México y Baja California.** México, al igual que muchos otros países, enfrenta una serie de desafíos ambientales complejos: contaminación, pérdida de la biodiversidad y cambio climático. Estos problemas tienen un impacto significativo en la calidad de vida de sus habitantes y en la salud de sus ecosistemas.

A nivel nacional, de acuerdo con el Centro Mexicano de Derecho Ambiental (CEMDA) (2024), algunas de las principales problemáticas ambientales son:

- A pesar de que en 2012 se reconoció constitucionalmente el agua como un derecho humano, la situación hídrica de México no ha mejorado significativamente. La contaminación, la degradación ambiental, la sobreexplotación y la distribución inequitativa del agua persisten, incluso agravándose en algunos casos. Además, la

---

<sup>1</sup> Teniendo en cuenta las negociaciones en curso de la Organización Mundial del Comercio, el Programa de Doha para el Desarrollo y el mandato de la Declaración Ministerial de Hong Kong.



falta de una Ley General de Aguas Nacionales con enfoque en los derechos humanos, evidencia la insuficiencia de las medidas tomadas hasta ahora.

- El presupuesto destinado a la conservación de las Áreas Naturales Protegidas (ANP) en México ha sufrido recortes significativos en los últimos años (2022 a 2024). Esta disminución del 40.8% de los recursos ha puesto en riesgo la protección de la biodiversidad y el bienestar de las comunidades que dependen de estos ecosistemas.
- Existe el reto de cumplir de forma efectiva con la Estrategia Nacional sobre Biodiversidad de México 2016-2030. Puntualmente, revertir los daños causados por la deforestación que se estiman entre 170 mil y 180 mil hectáreas perdidas anualmente en el país.
- El enfoque de cambio climático debe ser transversal en las políticas públicas a nivel nacional y se debe priorizar la transición energética hacia fuentes renovables. La Ley de Transición Energética (LTE) y la Ley General de Cambio Climático (LGCC) establecen la meta de establecer 35% de energías limpias para el año 2024. Sin embargo, México ocupa el lugar 14 a nivel mundial en términos de emisiones de Gases de Efecto Invernadero, con el 1.35% de las emisiones globales y es el segundo mayor emisor en América Latina. Ante esto, el panorama no es favorable debido a la prioridad que la federación ha otorgado al gas, petróleo y carbón.
- Existen distintas barreras para cumplir con los mecanismos de justicia ambiental, entre los que destacan un sistema jurídico elitista, corrupción e ineficacia en los mecanismos de participación pública.
- América Latina se ha convertido en la región más letal para quienes defienden el medio ambiente. Según Global Witness, el 88% de los asesinatos de activistas ambientales a nivel mundial ocurren aquí. En México, la situación es

especialmente grave, con un aumento alarmante de amenazas, agresiones físicas y asesinatos contra defensores ambientales. Datos del CEMDA revelan que en 2022 se registraron cientos de ataques, incluyendo 24 homicidios.

En el caso de Baja California, el estado enfrenta un conjunto de desafíos ambientales particulares, derivados en gran medida de su ubicación geográfica fronteriza, su crecimiento económico y las presiones ejercidas sobre sus recursos naturales.

De forma específica algunas problemáticas son:

- La escasez de agua es un problema crónico en el estado. La sobreexplotación de acuíferos y la creciente demanda de agua para uso agrícola, industrial y doméstico han generado tensiones hídricas significativas (Colegio de la Frontera Norte, 2024).
- El cambio de uso de suelo en la zona costera debido al crecimiento inmobiliario y turístico no ordenado ha propiciado la pérdida de ecosistemas y sus servicios ambientales, incrementando la vulnerabilidad de las comunidades costeras locales (CEMDA, 2024).
- La intrusión salina en los acuíferos costeros amenaza la calidad del agua para consumo humano y agrícola, situación que se ha visualizado en Maneadero en Ensenada (Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, 2022).
- La actividad industrial, el transporte y la generación de energía eléctrica contribuyen a la contaminación del aire y suelo en las principales ciudades del estado, como Tijuana y Mexicali. Los altos niveles de partículas suspendidas y otros contaminantes afectan la salud de la población (Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, 2024). Algunos ejemplos son las emisiones

generadas por la industria cervecera, ladrillera y maquiladoras (Radar Baja California ,25/05/2022; Zeta Tijuana, 18/04/2022)

- Desertificación causada por la sobreexplotación de áreas con fines agrícolas.
- La generación de residuos sólidos y peligrosos ha superado la capacidad de gestión de los municipios, lo que ha provocado la proliferación de basureros a cielo abierto y la contaminación del suelo y el agua.

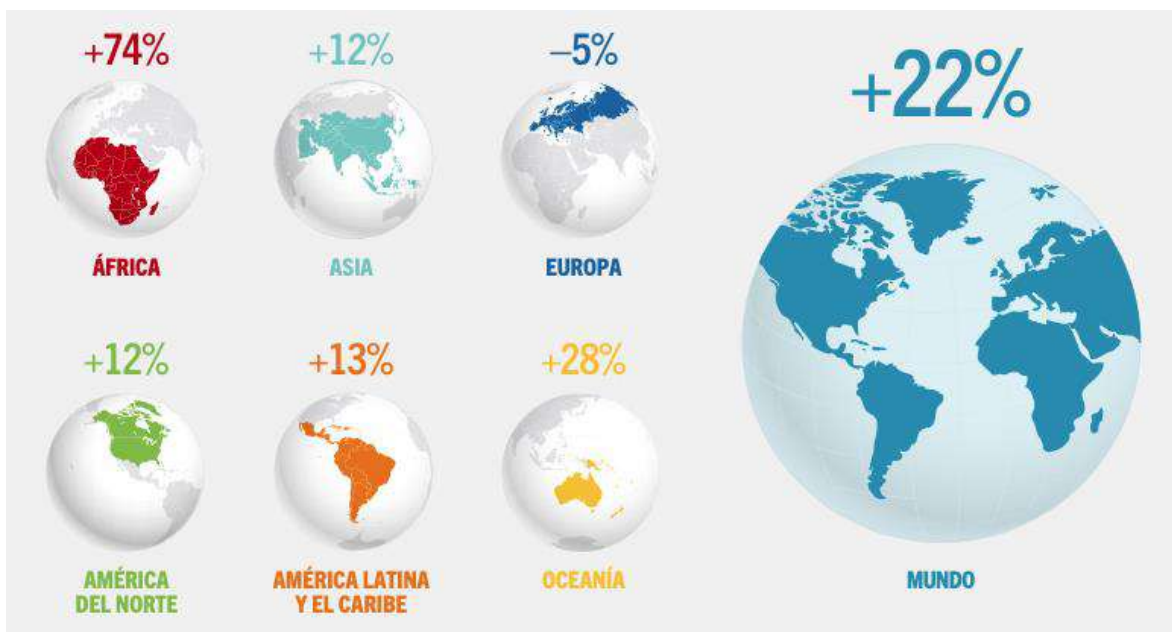
Como puede observarse en el subapartado, existen necesidades y problemáticas a nivel internacional, nacional y estatal como la gestión del agua, la fragmentación del paisaje, la producción y consumo sostenible y la pérdida del capital natural, que pueden ser atendidas por los egresados del programa, ya que la formación recibida les permite incidir de forma positiva desde sus áreas particulares de interés.

### **Prospectiva de las Necesidades y Problemáticas Sociales que**

**Atenderá o Atiende el Programa Educativo y los Egresados.** De acuerdo con el documento *Versión resumida de El Estado mundial de la pesca y la acuicultura 2024. La transformación azul en acción* (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO, por sus siglas en inglés], 2024), para mantener los niveles de consumo per cápita de alimentos acuáticos de origen animal entre 2022 y 2050, se requiere un crecimiento mínimo en el suministro. Este crecimiento debe ser al menos del 13% en América Latina y el Caribe para garantizar la sostenibilidad y satisfacer la demanda futura (ver Figura 8).

**Figura 8**

*Crecimiento necesario del suministro de alimentos acuáticos de origen animal para mantener los niveles de consumo per cápita de 2022 hasta 2050*



*Nota.* Tomado de FAO (2024).

Por su parte, el documento *Versión resumida El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2022. Hacia la transformación azul* (FAO, 2022), para lograr los objetivos de la agenda 2030 es necesario:

- Una interfaz científico-normativa sólida resulta crucial para diseñar soluciones sostenibles.
- Revitalización mundial de los ecosistemas y sus servicios mediante la restauración de los hábitats y las especies para garantizar sistemas socioambientales productivos y resilientes de cara a los desafíos actuales y futuros.

El informe *El futuro de la alimentación y la agricultura: Trayectorias alternativas hacia 2050* (FAO, 2024) explora tres escenarios diferentes para el futuro de los sistemas alimentarios y agrícolas. Estos escenarios se basan en tendencias alternativas para los

impulsores clave, como el crecimiento y la distribución de los ingresos, el crecimiento de la población, el progreso técnico y el cambio climático. Además, proporciona un análisis cualitativo y cuantitativo que permite reflexionar sobre posibles estrategias para lograr los ODS respecto a mejorar la nutrición y garantizar la sostenibilidad económica, social y ambiental de los sistemas alimentarios y agrícolas, así como erradicar el hambre.

La FAO (2024) tiene como objetivo fundamental incrementar y consolidar la seguridad alimentaria en todo el mundo. Sin embargo, a pesar de los esfuerzos, todavía existen 821 millones de personas que padecen hambre en el planeta. El crecimiento demográfico, la urbanización y la industrialización influyen en la demanda de alimentos, y las preferencias alimenticias están cambiando hacia productos de origen animal.

En cuanto a las proyecciones futuras, se espera que la población mundial alcance los 9 mil millones de personas para el año 2050. Es importante señalar que las apreciaciones anteriores subestimaron la población actual, ya que en noviembre de 2022 ya se superó la cifra de 8 mil millones prevista para 2024. El crecimiento de la producción agrícola enfrenta desafíos, como la limitación de espacios disponibles para la agricultura y la pérdida de calidad de los nutrientes del suelo. Además, el cambio climático afecta la disponibilidad de condiciones adecuadas para la agricultura y la ganadería tradicionales (FAO, 2024).

En este contexto, la acuicultura emerge se consolida como una opción viable para cubrir la creciente demanda de alimentos, ya que ha experimentado tasas de crecimiento constantes desde 1970. Sin embargo, existen retos importantes, como la elaboración de alimentos formulados, la selección genética, la bioseguridad y el control de enfermedades. Asimismo, se requiere inversión en tecnología y metodologías amigables con el medio ambiente, así como profesionales capacitados para abordar estos desafíos (FAO, 2024).

En general, en el informe de la FAO (2024) se señala que los cambios requeridos solo se lograrán si se cuenta con la financiación pública y privada para:

- Investigar y desarrollar tecnologías innovadoras y sostenibles para la producción primaria y el procesamiento.
- Reemplazar el capital obsoleto para mejorar la eficiencia en el uso de la tierra y el agua.
- Reducir las emisiones de GEI a lo largo de todas las cadenas de valor de la alimentación y la agricultura.
- Construir infraestructura comercial y logística para reducir las pérdidas de alimentos y mejorar la eficiencia de la cadena de valor.
- Apoyar la implementación de programas de protección social y aumentar su cobertura, especialmente en las zonas rurales.
- Reforzar las instituciones, incluidas las que promueven inversiones responsables en la agricultura y los sistemas alimentarios.

En el ámbito internacional se suman a las anteriores recomendaciones los 10 desafíos para *10 Desafíos. Decenio del Océano Retos del impacto colectivo* (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura [UNESCO], s. f.), ya que la disciplina se relaciona con todos los desafíos señalados, y en especial, con los puntos 2, 3, 4 y 10:

1. **Comprender y vencer la contaminación marina.** Comprender y cartografiar las fuentes terrestres y marinas de contaminantes y sus posibles efectos en la salud humana y los ecosistemas oceánicos y desarrollar soluciones para eliminarlos o mitigarlos.
2. **Proteger y restaurar los ecosistemas y la biodiversidad.** Comprender los

efectos de los múltiples factores de estrés en los ecosistemas oceánicos y desarrollar soluciones para vigilar, proteger, gestionar y restaurar los ecosistemas y su biodiversidad en condiciones ambientales, sociales y climáticas cambiantes.

3. **Alimentar de forma sostenible a la población mundial.** Generar conocimientos, apoyar la innovación y desarrollar soluciones para optimizar el papel del océano en la alimentación sostenible de la población mundial en condiciones ambientales, sociales y climáticas cambiantes.
4. **Desarrollar una economía oceánica sostenible y equitativa.** Generar conocimientos, apoyar la innovación y desarrollar soluciones para el desarrollo equitativo y sostenible de la economía oceánica en condiciones ambientales, sociales y climáticas cambiantes.
5. **Desbloquear las soluciones al cambio climático basadas en los océanos.** Mejorar la comprensión del nexo entre el océano y el clima y generar conocimientos y soluciones para mitigar los efectos del cambio climático, adaptarse a ellos y crear resiliencia en todas las zonas geográficas y a todas las escalas, y mejorar los servicios, incluidas las predicciones sobre el océano, el clima y el tiempo.
6. **Aumentar la resistencia de las comunidades a los peligros oceánicos.** Mejorar los servicios de alerta temprana de riesgos múltiples para todos los riesgos geofísicos, ecológicos, biológicos, meteorológicos, climáticos y antropogénicos relacionados con los océanos y las costas, e integrar la preparación y la resiliencia de las comunidades.
7. **Ampliar el sistema mundial de observación de los océanos.** Garantizar un sistema sostenible de observación de los océanos en todas las cuencas oceánicas que proporcione a todos los usuarios datos e información accesibles, oportunos y procesables.

8. **Crear una representación digital del océano.** A través de la colaboración de múltiples partes interesadas, desarrollar una representación digital completa del océano, incluyendo un mapa oceánico dinámico, que proporcione acceso libre y gratuito para explorar, descubrir y visualizar las condiciones pasadas, actuales y futuras del océano de una manera relevante para las diversas partes interesadas.
9. **Habilidades, conocimientos y tecnología para todos.** Garantizar el desarrollo integral de las capacidades y el acceso equitativo a los datos, la información, los conocimientos y la tecnología en todos los aspectos de las ciencias oceánicas y para todas las partes interesadas.
10. **Cambiar la relación de la humanidad con el océano.** Garantizar que los múltiples valores y servicios del océano para el bienestar humano, la cultura y el desarrollo sostenible sean ampliamente comprendidos, e identificar y superar las barreras al cambio de comportamiento necesario para un cambio radical en la relación de la humanidad con el océano.

Otra necesidad social que atiende el PE se deriva de que el sector pesquero y acuícola desempeña un papel fundamental en el desarrollo económico de México y es un importante generador de empleo. Más de 295,000 personas están directamente vinculadas a esta industria, y aproximadamente 1.5 millones están relacionadas con ella de alguna manera. Dado lo anterior, dentro del *Programa Nacional de Pesca y Acuicultura 2020-2024* se ha establecido la necesidad de contribuir a la autosuficiencia alimentaria a través de la innovación y el impulso de acciones relacionadas con alternativas productivas, comercialización, consumo y desarrollo sostenible (DOF, 30/12/2020). De la misma forma, el *Programa Sectorial de Agricultura y Desarrollo Rural 2020-2024* también señala la necesidad de lograr la autosuficiencia alimentaria vía el aumento de la producción y la productividad agropecuaria y acuícola pesquera y fortalecer



la sanidad agropecuaria y acuícola pesquera, y la inocuidad para la producción de alimentos sanos y nutritivos (DOF, 25/06/2020).

En el ámbito nacional, según los datos proporcionados por el Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura (INAPESCA, s. f.): de las pesquerías evaluadas, el 27% está en deterioro, el 53% se encuentra en máximo aprovechamiento y solo el 20% tiene posibilidades de aumento de la producción. Además, la acuicultura, como alternativa real, contribuye a la seguridad alimentaria, la generación de divisas y la creación de empleos permanentes, pues representa más del 15.83% de la producción pesquera nacional y ha experimentado un crecimiento promedio de 3.44% en la última década. Dado lo anterior, es necesario fortalecer, diversificar y tecnificar la acuicultura, centrándose en la eficiencia productiva, la reducción de impactos, la rentabilidad tanto económica como social mediante la investigación y el desarrollo tecnológico.

En consonancia a lo mencionado, “se pretende aumentar un 20% la producción acuícola nacional en un periodo de 5 años, a través de la implementación de paquetes productivos” (Gobierno de México, 2020, p. 25). Para alcanzar los objetivos mientras se preserva el derecho de la sociedad a un medio ambiente saludable, es fundamental contar con herramientas actualizadas y apropiadas en áreas como políticas, leyes, finanzas y tecnología. Evitar los errores históricos del desarrollo sin una planificación integral es crucial, así como la participación de todos para construir una sociedad resiliente y sostenible (Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza, A. C. [FMCN], 2022).

En México, existe un sólido sistema de formación de profesionales especializados en la acuicultura. En todos los estados costeros, se encuentran centros de estudios tecnológicos del mar. En Baja California, específicamente, hay cuatro de estos centros

ubicados en San Quintín, San Felipe, Isla de Cedros y Ensenada. Además, en la Universidad Autónoma de Baja California (UABC), se reciben estudiantes de todo el país, muchos de los cuales se han graduado de estos centros de estudio. Estos estudiantes pueden continuar su formación en el campo de la acuicultura para integrarse al ámbito productivo, gubernamental o incluso participar en programas de posgrado ofrecidos por la UABC o por centros de investigación en la región, tanto a nivel nacional como internacional. La interacción entre la academia, la investigación y la industria está documentada como redes y flujos de conocimiento, y se ha observado que esta colaboración en el noroeste del país ha contribuido significativamente al desarrollo acuícola en la región (Casas et al., 2007).

En este sentido, el PE atiende a una necesidad social, cultural y económica de la región, debe considerarse que, en el crecimiento y desarrollo económico, un factor clave es garantizar un acceso igualitario a mecanismos que mejoren el nivel de vida de las personas. La relación entre los sistemas educativo y económico es simbiótica: por un lado, el sistema económico necesita individuos con conocimientos, habilidades y cualificaciones adquiridas a través de la educación formal; por otro lado, el sistema educativo requiere recursos para brindar servicios a la población (Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación [INEE], 2019).

En suma, tras la revisión de las aportaciones de los distintos organismos nacionales e internacionales, se concretan las siguientes necesidades que deberán afrontar los egresados del PE:

1. Aumentar la producción acuícola.
2. Generar conocimientos e innovaciones para optimizar el papel del océano en la alimentación sostenible de la población global.

3. Proporcionar estrategias para mejorar la nutrición y garantizar la sostenibilidad económica y social.
4. Desarrollar una economía oceánica sostenible y equitativa.
5. Crear una interfaz científico-normativa es crucial para soluciones sostenibles.
6. Comprender los efectos de los múltiples factores de estrés en los ecosistemas oceánicos y desarrollar soluciones para vigilar, proteger, gestionar y restaurar la biodiversidad marina en condiciones cambiantes.
7. Restaurar hábitats y especies para lograr sistemas socioambientales resilientes.
8. Explorar escenarios basados en tendencias clave como crecimiento poblacional y cambio climático.
9. Afrontar los retos en bioseguridad y la selección genética.
10. Mejorar la inversión en tecnología y capacitación.
11. Cambiar la relación de la humanidad con el océano.
12. Impulsar al sector social de la pesca y acuicultura.
13. Coordinar esquemas de desarrollo.
14. Formar profesionistas en acuicultura en México mejor preparados.
15. Mejorar la colaboración entre academia, investigación e industria.

Dado que la demanda global de productos acuáticos sigue creciendo, impulsada por el aumento de la población y la preferencia por dietas más saludables. Este crecimiento genera una necesidad imperante de profesionales capacitados en biotecnología acuícola que puedan innovar y aplicar conocimientos avanzados para enfrentar los desafíos del sector, como el cambio climático, las enfermedades emergentes, y la gestión sostenible de los recursos acuáticos.

Sin embargo, es crucial contar con una visión clara y estratégica del futuro de la profesión. Esto implica la necesidad de programas educativos actualizados que reflejen

las últimas investigaciones y tecnologías aspectos que se atienden en cada actualización del plan de estudios donde la planta docente y la infraestructura, resultan componentes de primer orden que garantizan la calidad del programa.

En conclusión, existe una claridad creciente sobre el estado actual de la profesión en biotecnología acuícola y su prospectiva. La profesión no solo está bien posicionada para enfrentar los retos actuales de la industria acuícola, sino que también está preparada para liderar el camino hacia un futuro más sostenible y tecnológicamente avanzado. La formación de profesionales en esta área es, por lo tanto, de suma importancia para asegurar el desarrollo continuo y la innovación en el sector acuícola global.

### **Conclusiones**

A través del presente estudio se fundamenta la permanencia y actualización de la Licenciatura en Biotecnología en Acuicultura de la Universidad Autónoma de Baja California. Por una parte, las condiciones geográficas bastante idóneas con que cuenta tanto México como la entidad hacen proclive y necesario el ejercicio del profesionista con formación en acuicultura. Respecto a las condiciones sociodemográficas, el comportamiento poblacional nacional y estatal evidencian el bono demográfico del que se disfrutará en los próximos años, este fenómeno significa mayor ahorro e inversión, inversiones a largo plazo, mayor recaudación tributaria y es un precedente del envejecimiento poblacional, por lo que dentro de las próximas generaciones se debe explotar y focalizar adecuadamente la fuerza laboral para atender las necesidades sociales.

Aunado a lo anterior, las cifras de IDH y del PIB muestran condiciones adecuadas a nivel estatal por encima del nacional; lo anterior, en combinación con el bono demográfico genera las condiciones proclives para invertir en educación y en formación

especializada. Asimismo, se observan cifras satisfactorias respecto a la tasa de escolarización estatal en educación media superior por encima de la media nacional, esto significa mayor afluencia de candidatos para las universidades.

Debe agregarse que la inversión en educación se correlaciona positivamente con el desarrollo económico, a mayor tasa de escolaridad, mayor registro de ingreso, por lo que el sistema económico y educativo se retroalimentan mutuamente. Según el INEGI (2018), se estima que los ingresos trimestrales varían según el nivel de escolaridad. Aquellos con estudios profesionales completos o incompletos ganan alrededor de \$37,177, mientras que quienes han completado o no un posgrado ganan aproximadamente \$86,880. Esto hace que un programa educativo innovador en un campo con tantas necesidades sea económicamente atractivo.

Respecto a las necesidades que atiende el PE, se demuestra una clara relación de atención de las necesidades sociales internacionales, nacionales y estatales. Asimismo, la prospectiva muestra que el crecimiento continuo de la demanda global de productos acuáticos plantea desafíos significativos, y la biotecnología acuícola desempeña un papel crucial en abordarlos. Dado lo anterior, debe tenerse presente la atención a demanda creciente, la necesidad de aumentar la fuerza laboral en el área, mantener una visión estratégica del futuro de la profesión, mantener y aumentar la calidad educativa del programa, la necesidad de formación continua en la profesión y la perspectiva hacia generar un futuro más sostenible y tecnológicamente avanzado.

## Análisis Documental del Mercado Laboral

### Objetivo

Determinar las necesidades y problemáticas (actuales y futuras) del mercado laboral (estatal, regional, nacional y global) que atenderá o atiende el egresado del programa educativo.

- Analizar el mercado laboral actual y futuro donde se insertará el egresado del programa educativo.

### Método

Se realizó una investigación documental basada en la consulta de documentos, estudios, reportes, estadísticas de organismos internacionales y nacionales (megatendencias, Observatorio laboral, Estudio de vocaciones estatal y municipal), Bases de datos de acceso restringido (EBSCO, PROQUEST, JSTOR, otras) y bases de datos de acceso abierto (RedAlyc, Scielo, DOAJ, Dialnet, otras).

Posteriormente se identificó la bibliografía y literatura de relevancia para el presente estudio y se realizó una descripción y análisis de la información obtenida.

### Resultados

**Mercado Laboral Donde se Insertará el Egresado.** De acuerdo con el Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte, México (SCIAN) (INEGI, 2023)<sup>2</sup>, el mercado laboral para los egresados de la LBA se inserta dentro del sector:

---

<sup>2</sup> Clasificador compartido con Canadá, Estados Unidos y México. Este sistema sustituye los siguientes clasificadores (INEGI, 2023): el Codificador de Actividades del Sistema de Cuentas Nacionales de México; el clasificador de la Encuesta de la Construcción (que era emitido por la Cámara Nacional de la Industria de la Construcción) y los clasificadores utilizados para recabar información en las viviendas sobre la actividad económica de los lugares en los que trabajan las personas; pero el que se utilizaba principalmente era la Clasificación Mexicana de Actividades y Productos (CMAP).

- 54 Servicios profesionales, científicos y técnicos en la clasificación Servicios de investigación científica y desarrollo en ciencias naturales y exactas, ingeniería, y ciencias de la vida
  - 541 Servicios profesionales, científicos y técnicos
    - 5416 Servicios de consultoría administrativa, científica y técnica
      - 54169 Otros servicios de consultoría científica y técnica
        - 541690 Otros servicios de consultoría científica y técnica

Dicha actividad se describe como (INEGI, 2023): unidades económicas dedicadas principalmente a proporcionar otros servicios de consultoría no clasificados anteriormente, como consultoría en biología, química, geología, economía, sociología, estadística, matemáticas, física, agricultura, cría y explotación de animales, aprovechamiento forestal, pesca y caza; desarrollos turísticos, seguridad, comercio exterior, desarrollo industrial, energía, control de calidad, procesos industriales, movilidad urbana, y análisis de riesgos.

- 5417 Servicios de investigación científica y desarrollo
  - 54171 Servicios de investigación científica y desarrollo en ciencias naturales y exactas, ingeniería, y ciencias de la vida
    - 541711 sector privado
    - 541712 sector público

Dicha actividad se describe como (INEGI, 2023): unidades económicas del sector privado o público dedicadas principalmente a la investigación científica y desarrollo en ciencias naturales y exactas, ingeniería, arquitectura, ciencias biológicas, ciencias médicas y de la salud, y ciencias agrícolas, veterinarias y ambientales.

El contraste entre la descripción del perfil de egreso de la LBA de la UABC y el *Índice de bienes y servicios comprendidos en la categoría 541690 del SCIAN México*

2023, los egresados pueden desempeñarse dentro del sector público o privado bajo las siguientes actividades:

- Consultoría en aprovechamiento de pesca
- Consultoría en control de calidad
- Consultoría en cría y explotación de animales

El contraste entre la descripción del perfil de egreso de la LBA de la UABC y el *Índice de bienes y servicios comprendidos en las categorías 541711 y 541712 del SCIAN México 2023*, los egresados pueden desempeñarse dentro del sector público o privado en centros de:

- Investigación científica y desarrollo en biotecnología
- Investigación científica y desarrollo en ciencias ambientales
- Investigación científica y desarrollo en ciencias atmosféricas
- Investigación científica y desarrollo en ciencias de la tierra
- Investigación científica y desarrollo en ecología
- Investigación científica y desarrollo en oceanografía
- Investigación marina

Dado que la clasificación presentada aún no se homologa con la clasificación utilizada por el Observatorio Laboral (OL), se presenta la información obtenida a través de las categorizaciones donde se ubican carreras relacionadas con el perfil de egreso del PE analizado. Como puede observarse en la Tabla 5, al cuarto trimestre de 2023 se reportaron 179,005 profesionistas empleados en carreras o profesiones relacionadas a la LBA, mismos que presentan un salario mensual promedio de \$9,409 a \$13,288. La Tabla



5 denota una mayor ocupación y salario promedio mensual en la carrera Producción y explotación agrícola y ganadera<sup>3</sup>.

**Tabla 5**

*Estadística de carrera y profesiones por área relacionadas con la Licenciatura en Biotecnología en Acuicultura*

| Área        | Carrera                                      | Ocupados | Ingreso mensual promedio |
|-------------|----------------------------------------------|----------|--------------------------|
| Ingenierías | Pesca                                        | 4,759    | \$9,409                  |
|             | Producción y explotación agrícola y ganadera | 174,246  | \$13,288                 |

*Nota.* Elaboración con base en información obtenida del Observatorio Laboral (2023).

Por su parte, el Instituto Mexicano para la Competitividad (IMCO, 2023) indicó que la *Licenciatura en Producción y Explotación Agrícola y Ganadera*<sup>4</sup> (no se encontró biotecnología en acuicultura, acuicultura o afines en el IMCO) es la carrera número 21 con mayor cantidad de personas. Se compone de 84% hombres y 16% mujeres, de los cuales, 81% son mayores de 30 años y 19% son menores de 30 años. Aunado a lo anterior, se observa que el porcentaje de ocupación de encuentra 1% por encima de la media nacional, la tasa de desempleo se encuentra 1.5% por debajo de la media nacional y el porcentaje de profesionistas empleados de manera informal se encuentra 18.5% abajo del promedio nacional, las cifras presentadas respecto a los tres criterios se muestran optimistas en comparación de los promedios nacionales (ver Tabla 6).

<sup>3</sup> Se toma en cuenta esta carrera con base en la clasificación en que se encuentra la LBA dentro la ANUIES.

<sup>4</sup> Se toma en cuenta esta carrera con base en la clasificación en que se encuentra la LBA dentro la ANUIES.

**Tabla 6***Condición laboral*

| Nivel                                                        | Ocupación | Desempleo | Informalidad |
|--------------------------------------------------------------|-----------|-----------|--------------|
| Licenciatura en Producción y explotación agrícola y ganadera | 96.9%     | 3.1%      | 37.3%        |
| Promedio nacional                                            | 95.9%     | 4.6%      | 55.8%        |

*Nota.* Elaboración con base en información obtenida del Observatorio Laboral (2023).

Los principales sectores de ocupación se distribuyen de la siguiente forma (IMCO, 2023): 25.3% en agricultura, ganadería, silvicultura, caza y pesca, 20.5% en comercio, 12.4% en gobierno y organismos internacionales, 12.3% en servicios diversos, y 11.5% en servicios profesionales, financieros y corporativos. Dentro de esta distribución, el 63.1% se encuentran laborando como subordinados, 12.8% como empleador, 22.3% por cuenta propia y 1.8% trabajo sin pago.

En promedio, es la carrera 26 mejor pagada. El salario promedio mensual para los profesionistas de esta rama sin posgrado se eleva a \$18,007, lo anterior significa \$7,087 por encima del promedio del salario mensual nacional. Por su parte, las mujeres en este sector suelen percibir \$18,096 mensuales, mientras que los hombres reportan \$17,930 mensuales; asimismo, la población menor de 30 años reporta un salario de \$15,123, mientras que los mayores de 30 reportan un salario promedio mensual de \$18,690. Aunado a esto, se denota un mayor salario dentro de los trabajadores formales, ya que reportan \$20,314 mensuales, mientras que los trabajadores informales reportan \$13,452 promedio mensuales (IMCO, 2023).

Cabe señalar que el 25% de la población gana menos de \$10,104 mensuales, mientras que otro 25% percibe un salario mayor (en un rango de \$21,857 a \$45,572 mensual). Dentro de los datos reportados por profesionistas de esta rama con posgrado

reportan un salario promedio mensual de \$39,747, lo que significa 140.4% de incremento salarial (IMCO, 2023).

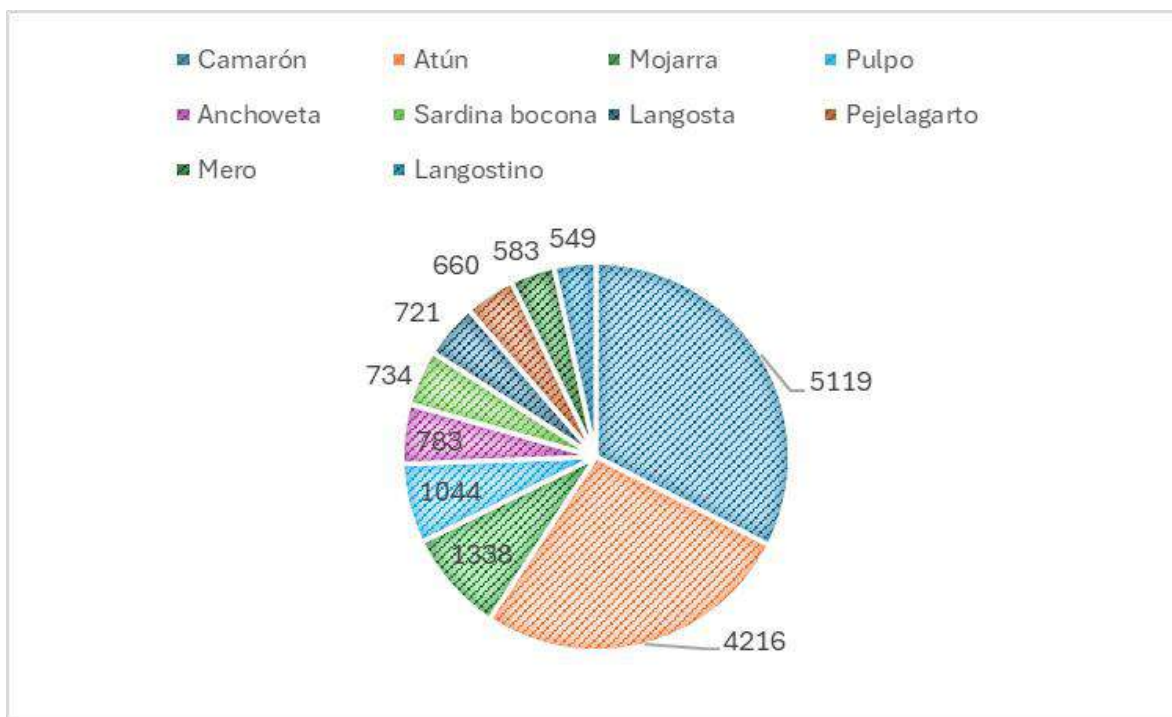
De acuerdo con las cifras reportadas por el IMCO (2023), aquellos que estudiaron en universidad pública reportan un retorno de la inversión del 11.8% dentro de los 4.5 meses; mientras que aquellos que estudiaron en universidad privada reportan un 4.2% de retorno hasta los 80.4 meses. Sin embargo, tanto egresados de universidades públicas como privadas comparten un 67% de probabilidad de acceder a un empleo de calidad.

Acorde con los Censos Económicos de 2004 a 2019 llevados a cabo por INEGI (s. f.), los establecimientos dedicados a la pesca y acuicultura han aumentado de 21,252 en 2003 a 23,293 en 2018; asimismo, en 2018 se registraron 213,246 personas empleadas en el sector.

En 2018, Sonora, Sinaloa, Baja California y Baja California Sur tuvieron la mayor producción pesquera. Como se observa en la Figura 9, el camarón, atún y mojarra fueron las especies con mayor valor de producción dentro de las principales especies capturadas (INEGI, s. f.).

**Figura 9**

*Principales especies capturadas en 2018. Valor de la producción (millones de pesos)*



*Nota.* Elaboración con base en información obtenida del INEGI. (s.f.). Censos Económicos 2019.

Con base en la información observada en el apartado, los egresados de LBA pueden aspirar a laborar en alguna de las asociaciones, instituciones o comunidades que se enlistan a continuación:

- Abulones Cultivados
- Algamar
- Algas del pacífico
- Atenea en el mar
- Baja Aquafarms
- Baja Shellfish Farms
- Baja Trout

- Comité Estatal de Sanidad Acuícola e Inocuidad de Baja California (CESAIBC)
- Laboratorio EDMEER
- Oceánica
- Pacífico Aquaculture
- Productos marinos de las californias
- Promar Baja
- Santomar

**Evolución y Perspectiva del Mercado Laboral.** Con base en lo expresado en el Observatorio Laboral (s. f.), las tendencias reflejan un panorama prometedor para las profesiones relacionadas con Biomedicina, Cibernética, Ciencias de la Tierra, Ingeniería Molecular, Investigación Espacial, Mecatrónica y Nanotecnología. Mientras que se dejarán de lado las carreras relacionadas con las Artes, Ciencias Sociales y Humanidades. Asimismo, se señalan carreras que tendrán un despunte dentro del futuro inmediato:

1. Ingeniero ambiental. La creciente preocupación por la conservación de nuestro planeta hará que aumente la demanda de gente especializada en procesos que ayuden a mejorar y preservar el medio ambiente.
2. Biotecnólogo. Tecnología para la vida. Serán encargados de la generación de nuevas medicinas, de nuevos métodos de regeneración de tejidos, de nuevas técnicas de generación de alimentos para una creciente población mundial.
3. Experto en robótica o mecatrónica. Desde la revolución industrial hasta nuestros días, las máquinas han ido desplazando al hombre en el desempeño de ciertas funciones. Actualmente, con los avances tecnológicos, los robots con inteligencia artificial son una realidad. Estas máquinas estarán ya no sólo desplazando a los humanos en ciertas actividades, sino que incluso harán actividades que el hombre

es incapaz de hacer. Serán tan habituales los robots que se necesitará gente capaz de diseñarlos, repararlos, programarlos, darles mantenimiento, etc.

4. Médico Cirujano. Pero especializado en cirugía de trasplantes. La robótica y la biotecnología serán capaces de crear nuevos órganos para el hombre. Se requerirán a las personas profesionales encargadas de efectuar estos trasplantes.
5. Psicólogo. Estos profesionales actualmente están cada vez más solicitados por las empresas de cualquier ámbito. Según los pronósticos, esta profesión se verá reforzada en el futuro, ya que cada vez más empresas tienden a reservar un puesto de trabajo a estos profesionales. Analizar la psique de los aspirantes y de los empleados activos es de alta importancia. Los proyectos bajo presión aumentan y es importante controlar el estrés, los miedos al cambio, etc.
6. Informático. Siendo una nueva era de información y conocimiento, no es de extrañar que actualmente no se logren llenar todas las vacantes mundiales en el área de informática, desde analistas, programadores, ingenieros, etc. Toda la nueva tecnología utiliza software: Celulares, Automóviles, GPS, Lavadoras, etc.
7. Comerciante Electrónico. El Internet acerca a millones de gentes cada día. Actualmente miles de personas venden por internet, cualquier cosa y a cualquier hora.
8. Experto en Turismo. En los países industrializados quedará mucho más tiempo para el ocio. Además, los avances tecnológicos en medios de transporte ayudarán a visitar cualquier rincón del planeta. Se requiere gente experta en turismo para que programe excelentes vacaciones, que pueden ser incluso al espacio exterior.
9. Educador. En un mercado laboral altamente especializado y competitivo, resultará imprescindible seguir capacitándose permanentemente.
10. Traductor. La globalización actual, que se acentuará con los nuevos avances en transporte y comunicaciones, obliga a comunicarnos con gente de todo el mundo

acerca de cualquier tema. Los traductores e intérpretes juegan un papel fundamental.

Aunado a lo anterior, se destaca que la nueva economía predominará dentro de ciertos sectores de conocimiento, como científicos, consultores, educadores, ingenieros, programadores de computadores y técnicos. Por su parte, las megatendencias apuntan a que las oportunidades de trabajo más prometedoras estarán relacionadas con el uso de tecnología, como: biónica, biotecnología, información multimedia, informática, ingeniería genética, nuevos materiales cerámicos, realidad virtual, telefonía celular y telemática (Observatorio Laboral, s. f.).

## **Conclusiones**

Los egresados del PE pueden desempeñarse en múltiples actividades y ocupaciones dentro del propio sector o afines bajo servicios de consultoría científica y técnica, servicios de investigación científica y desarrollo en ciencias naturales y exactas, ingeniería, y ciencias de la vida en el sector público o privado, y dentro del área práctica tanto en pesca como en producción y explotación de especies marinas (INEGI, 2023).

Asimismo, la carrera se encuentra en el lugar 21 sobre 65 carreras registradas en el IMCO, el porcentaje de ocupación la posiciona por encima de la media nacional, mientras que los porcentajes de desempleo e informalidad se encuentran por debajo (INEGI, 2023). El IMCO (2023) también señala que este es el principal sector de producción en México (25.3%). Además, la carrera se encuentra en el lugar 26 sobre 65 respecto al salario promedio mensual, con \$7,087 mensuales por encima de la media nacional. Si bien, se observa un mayor salario percibido entre mujeres, personas mayores de 30 años y trabajadores formales, así como un mayor porcentaje y menor tiempo de retorno de inversión para aquellos que estudiaron en universidades públicas, los salarios pueden variar entre los \$10,104 a \$45,752 mensuales sin posgrado; ahora bien, el salario

promedio mensual sin posgrado oscila en los \$18,007, mientras que con posgrado se reporta un promedio mensual de \$39,747. Cabe mencionar que tanto egresados de universidades públicas como privadas comparten un 67% de probabilidad de acceder a un empleo de calidad. Lo anterior son cifras y aspectos halagadores para la carrera.

Respecto a la prospectiva el mercado laboral de la carrera, el Observatorio Laboral (s. f.) señala (entre otras) que las Ciencias de la Tierra y la Biotecnología (incluida la generación de alimentos) presentan un panorama prometedor como parte de las carreras con mayor demanda en el campo laboral. Asimismo, se destaca que la nueva economía predominará dentro de ciertos roles, tales como científicos, consultores y técnicos, con oportunidades mayormente prometedoras para aquellas carreras que incluyen el uso de tecnología.

En este sentido, la carrera muestra condiciones positivas y prometedoras en el área del mercado laboral, así como necesidad de adecuación ante los nuevos desafíos. Lo anterior significa un fundamento más para sustentar su permanencia y adecuación de la carrera con vistas a asegurar que se potencialicen las condiciones ya de por sí positivas.

## **Análisis Empírico del Mercado Laboral**

### **Objetivo**

La investigación empírica permitirá identificar las necesidades y problemáticas del mercado laboral que atenderá el egresado del programa educativo, así como identificar y analizar el campo laboral y determinar los requerimientos en términos del perfil que debe de tener el egresado del programa.



### **Objetivos específicos**

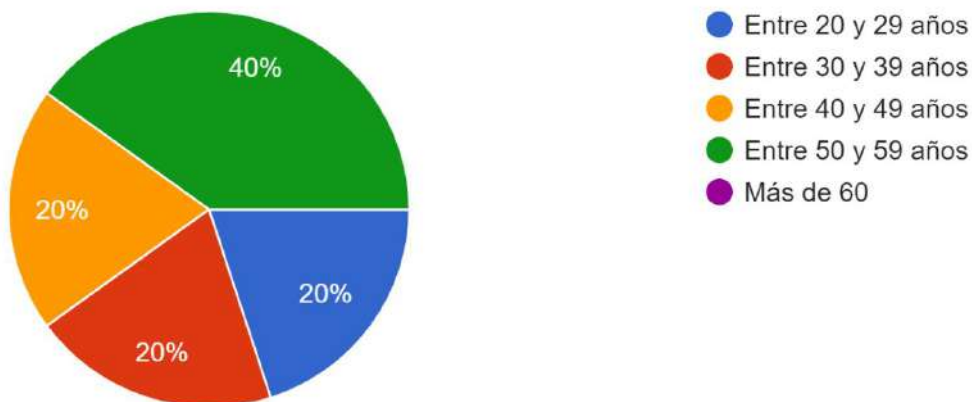
- Determinar las necesidades y problemáticas del mercado laboral (empresas, organizaciones e instituciones) que atenderá o atiende el programa educativo, particularmente los egresados del programa.
- Identificar y analizar el campo profesional actual y futuro que atenderá o atiende el egresado.
- Determinar los requerimientos del mercado laboral, en términos del perfil que debe tener el egresado del programa educativo.

### **Método**

Se realizó una encuesta a empleadores de egresados de la Licenciatura en Biotecnología en Acuicultura. El instrumento de evaluación se compuso de 43 reactivos tanto de opción múltiple como abiertos, 16 de ellos dirigidos a recabar aspectos sociodemográficos, 6 referentes a su formación y desarrollo profesional, 20 dirigidos a su experiencia laboral y 1 respecto a recomendaciones de mejora para el programa. Dicho instrumento fue montado y aplicado a través de la plataforma en línea *Google Forms* con apoyo de las autoridades educativas del PE.

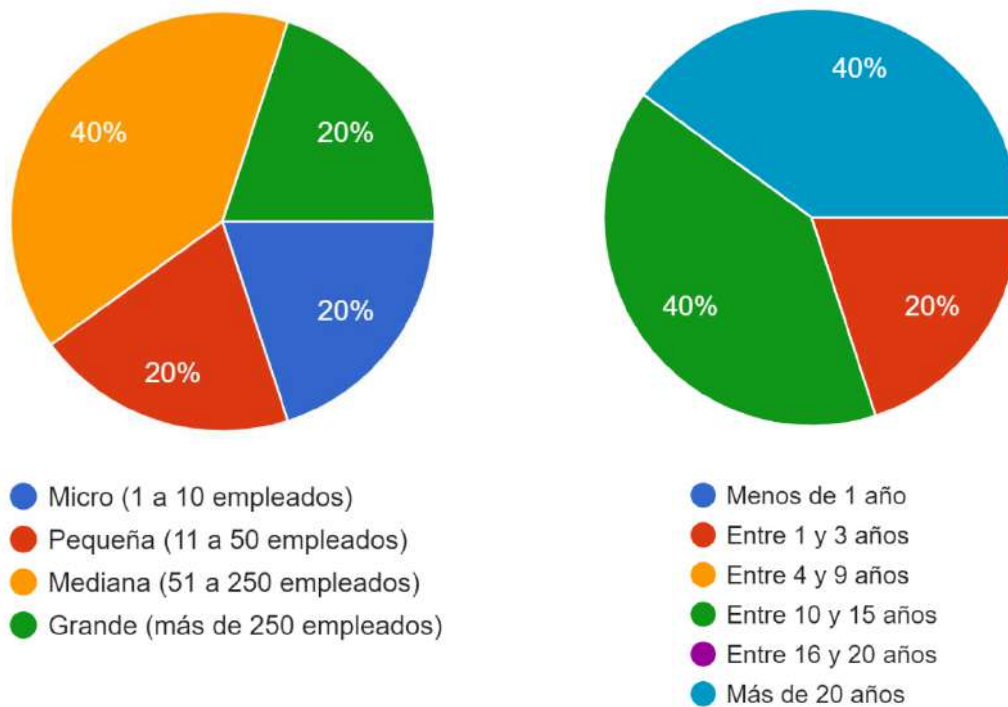
### **Resultados**

**Datos Sociodemográficos de los Empleadores.** La muestra se conformó de 5 empleadores de empresas relacionadas directamente con el área de egreso. 60% de la muestra se conformó de hombres y 40% de mujeres en un rango de edad de 20 a 59 años, con una moda de edad en el rango de 50 a 59 años (ver Figura 10).

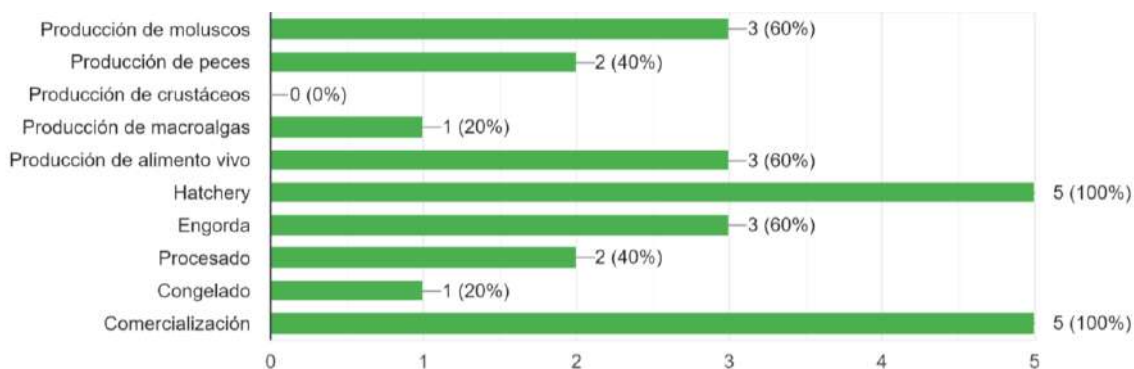
**Figura 10***Edad actual*

Los empleadores participantes refirieron pertenecer a organizaciones del ramo (Baja Shellfish Farms, Pacifico Aquaculture, Productores Marinos Baja, Laboratorio EDMEER y Earth Ocean Farms) dentro del sector privado. Como puede observarse en la Figura 11, participaron empleadores de organizaciones que abarcan las cuatro categorías de tamaño propuestas; solo la categoría mediana tuvo dos empleadores. Asimismo, sólo una de las organizaciones de los empleadores participantes es de reciente creación, ya que dos se incluyeron en la categoría de antigüedad de 10 a 15 años, mientras que otros dos se incluyeron dentro de la categoría más de 20 años. Cabe mencionar que cuatro se ubican en Ensenada y una en La Paz, Baja California.

**Figura 11***Tamaño y antigüedad de la organización***Tamaño****Antigüedad**



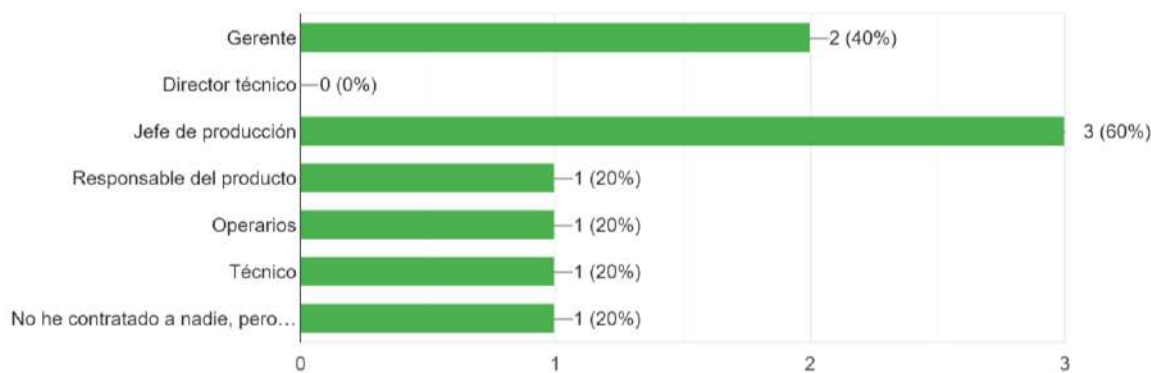
De acuerdo con la Figura 12, en todas las organizaciones (de los empleadores participantes) se realizan actividades de hatchery (o laboratorios de producción de larvas) y comercialización (100%); en segundo lugar, se destaca la producción de moluscos, la producción de alimento vivo y la engorda (60%). En tercer lugar, se observa la producción de peces y el procesado (40%), mientras que la producción de microalgas y el congelado quedan en último lugar (20%). Aunado a lo anterior, se observa que ninguna organización se dedica a la producción de crustáceos.

**Figura 12***Giro de la organización*

El 60% de los empleadores manifestaron que en algún momento los estudiantes de la Licenciatura en Acuicultura de la UABC han realizado servicio social, servicio profesional o prácticas de vinculación dentro de su organización. Asimismo, 60% menciona que actualmente egresados de la licenciatura laboran dentro de la organización. Respecto a la cantidad de egresados que han laborado dentro de la organización, el 20% señaló que más de cinco, un 40% refirió que uno y otro 40% señaló que tres. Asimismo, de acuerdo con la Figura 13, los cargos que mayormente ocupan los egresados de la LBA son Jefe de producción (60%) y Gerente (40%).

**Figura 13**

*Cargo que ocupan los egresados de LBA en la organización de los empleadores participantes*



Los encuestados evaluaron su nivel de satisfacción respecto al desempeño de los egresados de la LBA de la UABC que laboran en su organización. De acuerdo con la Tabla 7, 25.4% se manifestaron totalmente satisfechos, 30.9% satisfechos, 41.8% indecisos, 1.8% insatisfechos y 0% totalmente insatisfechos. En consonancia a lo anterior, el nivel de satisfacción de los empleadores se concentró mayormente dentro de la escala de valoración en opiniones positivas (56.3%), sin embargo, un 41.8% resalta en indecisión general. Por indicador y nivel de satisfacción, resaltan los indicadores “Conocimientos teóricos adquiridos”, “La capacidad para la resolución de conflictos”, y “Desarrollo de habilidades de pensamiento teórico” con un 40% de participantes en la opción Totalmente satisfecho; así como “El desarrollo de la competencia del liderazgo” con 80% de indecisión y “La participación en actividades de vinculación con sectores de la sociedad” con mayor dispersión en las puntuaciones y por tener el único puntaje de insatisfacción reportado (20%) en contraste a los demás indicadores.

**Tabla 7**

*Nivel de satisfacción de los empleadores respecto al desempeño de los egresados de LBA en sus organizaciones*

| Aspectos                                                                   | Nivel de satisfacción |    |    |    |    |
|----------------------------------------------------------------------------|-----------------------|----|----|----|----|
|                                                                            | TI                    | IS | ID | S  | TS |
| Conocimientos teóricos adquiridos                                          |                       |    | 2  | 1  | 2  |
| La aplicación de conocimientos                                             |                       |    | 2  | 2  | 1  |
| La proporción entre la teoría y la práctica                                |                       |    | 2  | 2  | 1  |
| La secuencia de las asignaturas o materias del plan de estudios            |                       |    | 2  | 2  | 1  |
| La participación en actividades de vinculación con sectores de la sociedad |                       | 1  | 1  | 2  | 1  |
| El desarrollo de competencias profesionales                                |                       |    | 2  | 2  | 1  |
| El desarrollo de la competencia del liderazgo                              |                       |    | 4  |    | 1  |
| Competencia para trabajar en equipo                                        |                       |    | 2  | 2  | 1  |
| La capacidad para la resolución de conflictos                              |                       |    | 2  | 1  | 2  |
| Desarrollo de habilidades de pensamiento teórico                           |                       |    | 2  | 1  | 2  |
| Desarrollo de la creatividad                                               |                       |    | 2  | 2  | 1  |
| Total                                                                      | 0                     | 1  | 23 | 17 | 14 |

*Nota.* Elaboración propia. TI= Totalmente insatisfecho, IS= Insatisfecho, ID= Indeciso, S= Satisfecho, TS= Totalmente satisfecho.

Referente al nivel de competencia percibida por los empleadores respecto a los egresados de LBA, de forma general, las puntuaciones obtenidas se mantuvieron en las respuestas positivas dentro de la escala (35% para Competente y 20% para Totalmente competente= 55%), sin embargo, también denota un 35% de indecisión dentro de las respuestas. En el cruce de variables indicador y tipo de respuesta destaca el indicador

“Trabajo de laboratorio” como el único indicador que obtuvo un 40% en Totalmente competente, pero el mismo porcentaje en la respuesta Indecisión; “Trabajo de producción” logró 60% de respuestas en la categoría Competente. Por su parte, en el indicador “Trabajo administrativo” se presentó una mayor dispersión de respuestas, 0% para Totalmente competente y sólo 20% para Competente; lo que indica una menor formación de los egresados en aspectos administrativos (ver Tabla 8).

**Tabla 8**

*Nivel de competencia percibida por los empleadores respecto a los egresados de la LBA*

| Actividades            | Nivel de competencia |    |   |   |    |    |
|------------------------|----------------------|----|---|---|----|----|
|                        | NC                   | PC | I | C | TC | NA |
| Trabajo de laboratorio |                      |    | 2 | 1 | 2  |    |
| Trabajo de campo       |                      |    | 1 | 2 | 1  | 1  |
| Trabajo de producción  |                      |    | 1 | 3 | 1  |    |
| Trabajo administrativo |                      | 1  | 1 | 1 |    | 2  |
| Total                  |                      | 1  | 5 | 7 | 4  | 3  |

*Nota.* Elaboración propia. NC= Nada competente, PC= Poco competente, I= Inseguro, C= Competente, TC= Totalmente competente, NA= No aplica.

De forma general (ver Tabla 9), los empleadores señalaron una percepción mayormente positiva de la importancia de las actitudes y valores enlistados durante el desarrollo profesional de los egresados (12.3% para Mucho y 41.5% para Totalmente= 53.8%). Asimismo, se observó que un 44.6% manifestaron neutralidad respecto a la importancia de las actitudes y valores señalados. Si se fusionan los niveles positivos de la escala, por indicador destacan “Capacidad para el trabajo en equipo” y “Honestidad” con un 80%, mientras que en el nivel Ni mucho ni poco destaca “Solidaridad” con 80%. Cabe mencionar que el único valor que tuvo diferencias notables en las puntuaciones fue

“Humildad”, los datos reflejan que es considerado de menor relevancia dentro de la práctica.

**Tabla 9**

*Nivel de importancia de actitudes y valores en el ejercicio profesional de los egresados de LBA de acuerdo con la percepción de los empleadores*

| Actitudes y valores                        | Nivel de importancia |    |          |   |    |
|--------------------------------------------|----------------------|----|----------|---|----|
|                                            | N                    | UP | NM<br>NP | M | T  |
| Capacidad para el trabajo en equipo        |                      |    | 1        | 1 | 3  |
| Capacidad para la resolución de conflictos |                      |    | 1        | 2 | 2  |
| Confianza                                  |                      |    | 3        |   | 2  |
| Democracia                                 |                      |    | 3        | 1 | 1  |
| Honestidad                                 |                      |    | 1        | 1 | 3  |
| Humildad                                   |                      | 1  | 3        |   | 1  |
| Justicia                                   |                      |    | 3        | 1 | 1  |
| Lealtad                                    |                      |    | 2        | 1 | 2  |
| Libertad                                   |                      |    | 2        | 1 | 2  |
| Perseverancia                              |                      |    | 2        |   | 3  |
| Respeto                                    |                      |    | 2        |   | 3  |
| Responsabilidad                            |                      |    | 2        |   | 3  |
| Solidaridad                                |                      |    | 4        |   | 1  |
| Total                                      |                      | 1  | 29       | 8 | 27 |

*Nota.* Elaboración propia. N= Nada, UP= Un poco, NMNP= Ni mucho ni poco, M= Mucho, T= Totalmente.

### **Campo Profesional Actual y Futuro que Atenderá o Atiende el**

**Egresado.** Respecto a la demanda profesional de los egresados de LBA en el ámbito



estatal desde la percepción de los empleadores, de forma general, el 26.7% de las actividades o rubros enlistados no aplican, el 10% no lo tiene claro, el 20% refiere una demanda baja, el 30% refiere una demanda media y el 13.3% refiere una demanda alta. Como puede observarse, las respuestas tendieron a concentrarse en No aplica y en demanda Media. Por indicador y respuesta, resalta la actividad “La demanda laboral actual como gestor(a) de proyectos” con un 60% en nivel de demanda Media y 20% en demanda Alta; así como “La demanda laboral a futuro como gestor(a) de proyectos” con 40% en nivel de demanda Media y 20% en demanda Alta. También destaca “La demanda laboral actual como docente” y “La demanda laboral a futuro como docente” con 60% de respuestas en el nivel Bajo para ambos indicadores (ver Tabla 10).

**Tabla 10**

*Percepción de los empleadores respecto al nivel de demanda profesional de los egresados en LBA en el ámbito estatal*

| Rubros                                                     | Nivel |    |   |   |   |
|------------------------------------------------------------|-------|----|---|---|---|
|                                                            | NA    | NS | B | M | A |
| La demanda laboral actual como instrumentista es           | 2     | 1  |   | 2 |   |
| La demanda laboral a futuro como instrumentista es         | 2     | 1  |   | 2 |   |
| La demanda laboral actual como gestor(a) de proyectos es   | 1     |    |   | 3 | 1 |
| La demanda laboral a futuro como gestor(a) de proyectos es | 1     | 1  |   | 2 | 1 |
| La demanda laboral actual como docente es                  | 1     |    | 3 |   | 1 |
| La demanda laboral a futuro como docente es                | 1     |    | 3 |   | 1 |
| Total                                                      | 8     | 3  | 6 | 9 | 4 |

*Nota.* Elaboración propia. NA= No aplica o no tengo bases para opinar, NS= No lo sé o no lo tengo claro, B= Baja, M= Media, A= Alta.

Respecto a la demanda profesional de los egresados de LBA en el ámbito nacional desde la percepción de los empleadores, de forma general, el 33.3% de las actividades o rubros enlistados no aplican, el 6.7% no lo tiene claro, el 20% refiere una demanda baja, el 33.3% refiere una demanda media, y el 6.7% refiere una demanda alta. Como puede observarse, las respuestas tendieron a concentrarse en No aplica y en demanda Media. Por indicador y respuesta, resalta “La demanda laboral actual como gestor(a) de proyectos” y “La demanda laboral a futuro como gestor(a) de proyectos” con un 60% en nivel de demanda Media y 20% en demanda Alta para ambos. Asimismo, destaca “La demanda laboral actual como docente” y “La demanda laboral a futuro como docente” con 60% de respuestas en el nivel Bajo y 40% en No aplica para ambos indicadores (ver Tabla 11).

**Tabla 11**

*Percepción de los empleadores respecto al nivel de demanda profesional de los egresados en LBA en el ámbito nacional*

| Rubros                                                     | Nivel |    |   |    |   |
|------------------------------------------------------------|-------|----|---|----|---|
|                                                            | NA    | NS | B | M  | A |
| La demanda laboral actual como instrumentista es           | 2     | 1  |   | 2  |   |
| La demanda laboral a futuro como instrumentista es         | 2     | 1  |   | 2  |   |
| La demanda laboral actual como gestor(a) de proyectos es   | 1     |    |   | 3  | 1 |
| La demanda laboral a futuro como gestor(a) de proyectos es | 1     |    |   | 3  | 1 |
| La demanda laboral actual como docente es                  | 2     |    | 3 |    |   |
| La demanda laboral a futuro como docente es                | 2     |    | 3 |    |   |
| Total                                                      | 10    | 2  | 6 | 10 | 2 |

*Nota.* Elaboración propia. NA= No aplica o no tengo bases para opinar, NS= No lo sé o no lo tengo claro, B= Baja, M= Media, A= Alta.

Respecto a la demanda profesional de los egresados de LBA en el ámbito internacional desde la percepción de los empleadores, de forma general, el 20% de las actividades o rubros enlistados no aplican, el 20% no lo tiene claro, el 20% refiere una demanda baja, el 33.3% refiere una demanda media, y el 6.7% refiere una demanda alta. Como puede observarse, las respuestas tendieron a concentrarse en demanda Media. Por indicador y respuesta, resalta “La demanda laboral actual como gestor(a) de proyectos” y “La demanda laboral a futuro como gestor(a) de proyectos” con un 60% en nivel de demanda Media y 20% en demanda Alta para ambos. Asimismo, destaca “La demanda laboral actual como docente” y “La demanda laboral a futuro como docente” con 60% de respuestas en el nivel Bajo para ambos indicadores (ver Tabla 12).

**Tabla 12**

*Percepción de los empleadores respecto al nivel de demanda profesional de los egresados en LBA en el ámbito internacional*

| Rubros                                                     | Nivel |    |   |    |   |
|------------------------------------------------------------|-------|----|---|----|---|
|                                                            | NA    | NS | B | M  | A |
| La demanda laboral actual como instrumentista es           | 1     | 2  |   | 2  |   |
| La demanda laboral a futuro como instrumentista es         | 1     | 2  |   | 2  |   |
| La demanda laboral actual como gestor(a) de proyectos es   | 1     |    |   | 3  | 1 |
| La demanda laboral a futuro como gestor(a) de proyectos es | 1     |    |   | 3  | 1 |
| La demanda laboral actual como docente es                  | 1     | 1  | 3 |    |   |
| La demanda laboral a futuro como docente es                | 1     | 1  | 3 |    |   |
| Total                                                      | 6     | 6  | 6 | 10 | 2 |

*Nota.* Elaboración propia. NA= No aplica o no tengo bases para opinar, NS= No lo sé o no lo tengo claro, B= Baja, M= Media, A= Alta.

### **Requerimiento del Mercado Laboral: Perfil Profesional Deseado del**

**Egresado.** De acuerdo con la opinión de los empleadores, las competencias (conocimientos, habilidades, actitudes y valores) que actualmente predominan en el ejercicio profesional de los egresados de la LBA de la UABC son el trabajo técnico y técnicas de cultivo, además de conocimiento y responsabilidad. Asimismo, consideran que las competencias (conocimientos, habilidades, actitudes y valores) que predominarán en el ejercicio profesional futuro de los egresados de la LBA de la UABC son administración de la producción, genómica, bacteriología, bioquímica molecular, así como compromiso, concentración, comprensión lectora y dominio de una tercera lengua.

Respecto a las tres de las funciones o actividades principales que realizan los egresados de la LBA en su organización, enumeraron:

- Alimentación
- Básico en toma de parámetros: temperatura, oxígeno, iluminación, tallas
- Control de calidad
- Criba
- Desarrollo de nuevas tecnologías y dietas
- Dirección
- Gerencia
- Gestión de la producción
- Investigación
- Manejo de la producción
- Mantenimiento de la producción
- Operarios

- Postcosecha
- Reproducción
- Supervisor de producción

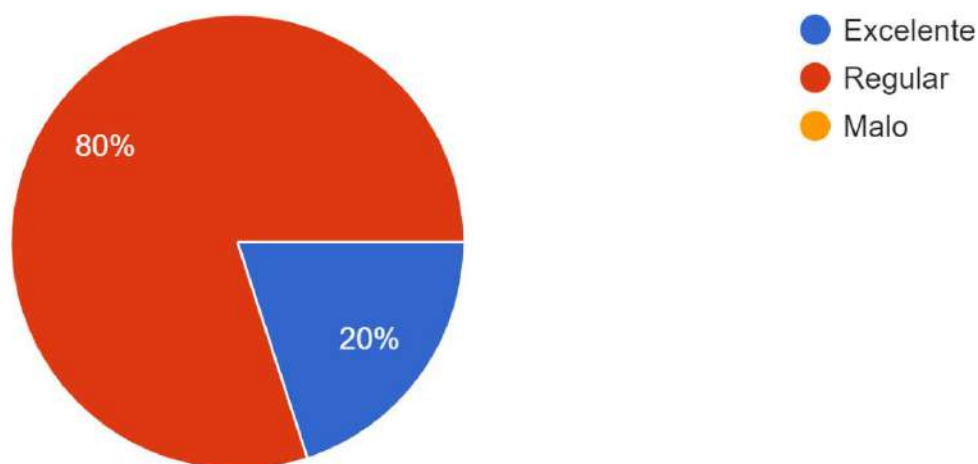
Respecto a las principales competencias (conocimiento, habilidades, actitudes y valores) que se le solicita al egresado de la LBA para ser contratado en las organizaciones de los empleadores participantes, se mencionan:

- Análisis e interpretación de datos
- Compromiso
- Disciplina
- Iniciativa
- Integridad
- Manejo de instrumentos
- Organización
- Practicidad
- Proactividad
- Puntualidad
- Responsabilidad
- Tolerancia a la frustración
- Trabajo en equipo

En opinión de los empleadores, el desempeño de los egresados de la LBA es mayormente regular (80%), aunque un 20% refiere que su desempeño es excelente (ver Figura 14).

**Figura 14**

*Desempeño de los egresados respecto a conocimientos, habilidades, actitudes y valores desde la percepción de los empleadores*



Acorde a la Tabla 13, 20% de los empleadores manifestó estar muy satisfechos con el desempeño profesional de los egresados de la LBA, 40% manifestó estar satisfecho y otro 40%, indeciso. Como puede observarse, el mayor porcentaje se inclina a opiniones positivas respecto al desempeño profesional, entre las fortalezas señaladas se encuentra que los egresados cumplen con casi todos los requisitos que las empresas requieren, así como buenos conocimientos técnicos; sin embargo, refieren falta de enfoque en aspectos administrativos y comprensión de los procesos productivos, así como egresados poco íntegros o conflictivos. Respecto a los que se mostraron indecisos, refirieron falta de conocimientos básicos en áreas específicas de la acuacultura, así como no tener elementos para responder.

**Tabla 13**

*Nivel de satisfacción de los empleadores respecto al desempeño profesional de los egresados de LBA y motivos*

| Participante | Nivel de satisfacción | Motivos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|--------------|-----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1            | Satisfecho(a)         | Buenos conocimientos técnicos, relativamente bien aplicados a la realidad... sin embargo, hace falta el enfoque de administración de la producción, organización y orden, ir más allá de la operación, y volverse gestores de la producción, y administradores de la producción y cadena de valor. Entender los procesos productivos es una parte muy importante, la industria ya existe, y hace falta estructura y organización de los mandos intermedios en las operaciones de las distintas organizaciones. |
| 2            | Indeciso(a)           | Les faltan conocimientos básicos en áreas como bioquímica, microbiología, análisis de datos, estadística, genética.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 3            | Indeciso(a)           | No hemos tenido alumnos de esa carrera en esa institución, por lo que no puedo sugerir ningún comentario.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 4            | Muy satisfecho(a)     | Cubren los requisitos deseados de gran parte de las empresas.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 5            | Satisfecho(a)         | Se han presentado casos de egresados poco íntegros y conflictivos.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |

De acuerdo con la Tabla 14, 20% de los empleadores manifestaron estar totalmente de acuerdo respecto a que la formación de los egresados de la LBA cumple con las demandas actuales, 60% se manifestó neutral y 20% se mostró en desacuerdo. Como puede observarse, el mayor porcentaje se inclinó hacia una posición neutral, si bien mencionan que han tenido egresados sobresalientes, en general los profesionistas de esta área se enfocan más a lo científico y/o administrativo y no tanto a la producción. Asimismo, refieren que estos no comprenden la acuicultura como una actividad de tiempo completo que requiere atención las 24 horas del día, así como rotación de horarios.

**Tabla 14**

*Nivel de acuerdo respecto a la concordancia de la formación de los egresados de la LBA de la UABC a los requerimientos actuales y motivos*

| Participante | Nivel de acuerdo               | Motivos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|--------------|--------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1            | Ni de acuerdo ni en desacuerdo | Hay evidentemente personas sobresalientes, que han complementado sus estudios con experiencia práctica y que han destacado, sin embargo hay un grueso de egresados que tienen formación más científica que productiva, o inclusive administrativa, y que requieren complementar para incursionarse en el ejercicio profesional. |
| 2            | Ni de acuerdo ni en desacuerdo | Deberían reforzar más la parte en los alumnos de que la acuacultura se maneja 24 horas y pueden tener horarios rotativos.                                                                                                                                                                                                       |
| 3            | En desacuerdo                  | x                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 4            | Totalmente de acuerdo          | .                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 5            | Ni de acuerdo ni en desacuerdo | No hemos tenido alumnos de esa carrera en esa institución, por lo que no puedo sugerir ningún comentario.                                                                                                                                                                                                                       |

De acuerdo con la Tabla 15, 20% de los empleadores manifestaron estar totalmente de acuerdo respecto a que la formación de los egresados de la LBA cumple con las demandas profesionales futuras, 20% se manifestó estar de acuerdo y 60% se mostró neutral. Si bien la distribución de respuestas se observa un tanto más optimista, los empleadores omitieron realizar comentarios.



**Tabla 15**

*Nivel de acuerdo respecto a la concordancia de la formación de los egresados de la LBA de la UABC a los requerimientos futuros y motivos*

| Participante | Nivel de acuerdo               | Motivos                                                                                                   |
|--------------|--------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1            | Ni de acuerdo ni en desacuerdo | Similar a la respuesta anterior.                                                                          |
| 2            | De acuerdo                     |                                                                                                           |
| 3            | Ni de acuerdo ni en desacuerdo | x                                                                                                         |
| 4            | Totalmente de acuerdo          | ,                                                                                                         |
| 5            | Ni de acuerdo ni en desacuerdo | No hemos tenido alumnos de esa carrera en esa institución, por lo que no puedo sugerir ningún comentario. |

Los empleadores manifestaron las principales problemáticas que se espera que enfrenten los egresados de la LBA en el mercado profesional actual en orden de relevancia; cabe mencionar que, si bien se enlistan a continuación, la problemática que más se repitió fue la dificultad para emplearse:

- Altas expectativas compensatorias sin experiencia laboral o profesional comprobable (real) /sueldos poco atractivos
- Campo laboral reducido / baja demanda profesional
- Competencia feroz
- Falta de desarrollo de competencias en la gestión de la producción
- Falta de ascenso
- Los horarios
- Falta de formación en toma de decisiones
- Falta de proactividad y responsabilidad

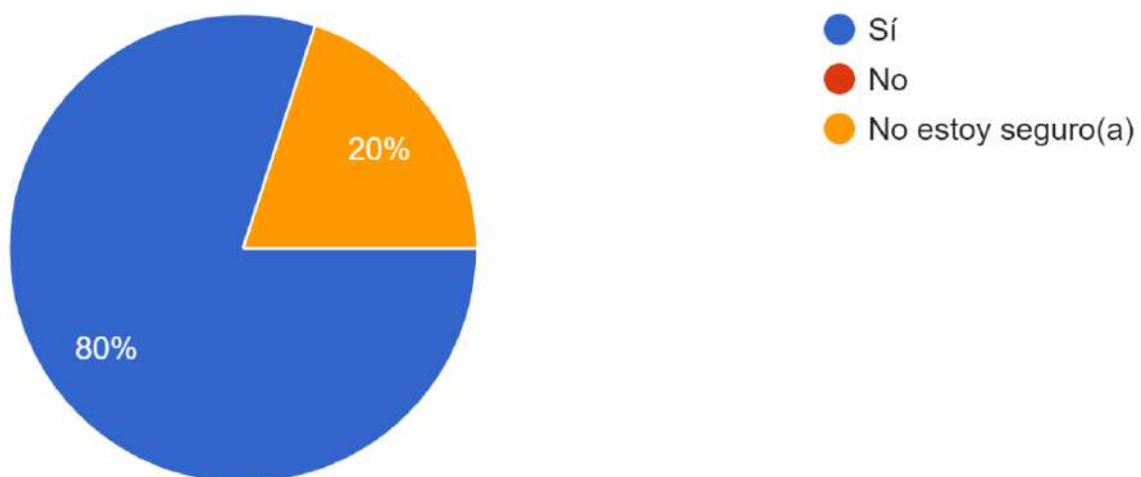
Los empleadores manifestaron las principales problemáticas que se espera que enfrenten los egresados de la LBA en el mercado profesional futuro en orden de relevancia; cabe mencionar que, si bien se enlistan a continuación, la problemática que más se repitió fue la dificultad para emplearse:

- Campo laboral es reducido
- Competencia es feroz
- Dificultad para ascender
- Sueldos bajos

Con base en la Figura 15, 80% de los empleadores manifestó que estarían dispuestos a contratar a un egresado de LBA de la UABC, mientras que un 20% manifestó no estar seguro.

**Figura 15**

*Porcentaje de empleadores que estarían dispuestos a contratar a un egresado de la LBA de la UABC*



En referencia a la principal dificultad actual a la que se enfrentan los egresados de LBA para ejercer su profesión, los empleadores mencionaron:

- Mercado laboral muy reducido, lugares remotos
- Horarios rotativos
- Competencia de otros países
- Sueldo bajos
- El campo laboral es reducido y la oferta muy amplia, en BCS además de la licenciatura en biotecnología en Acuicultura, también tenemos Biología Marina, Ing. En pesquería, quienes buscan oportunidad laboral. Sin mencionar a todos los Maestros en Ciencias que se titulan cada año, así como los extranjeros que se quedan en el país en busca de oportunidades

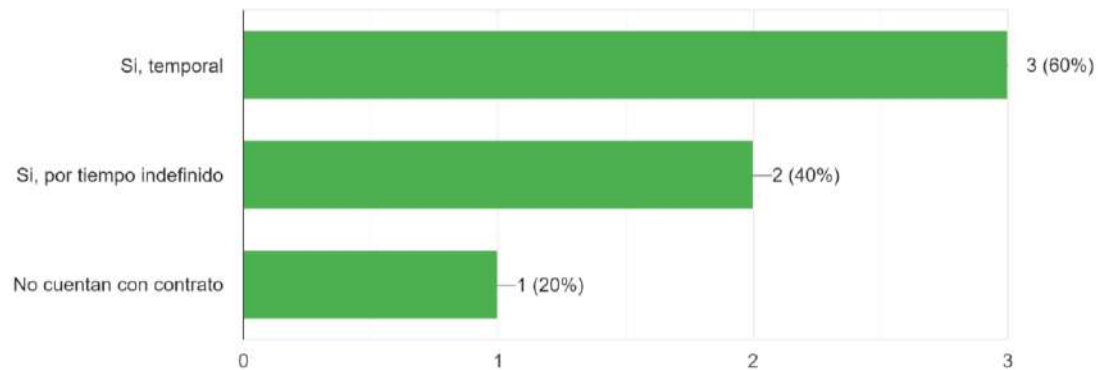
Respecto a la principal dificultad futura a la que se enfrentarán los egresados de LBA para ejercer su profesión, los empleadores señalaron:

- Horarios
- Competencia de otros países
- El campo laboral es reducido y la oferta muy amplia, en BCS además de la licenciatura en biotecnología en Acuicultura, también tenemos Biología Marina, Ing. En pesquería, quienes buscan oportunidad laboral. Sin mencionar a todos los Maestros en Ciencias que se titulan cada año, así como los extranjeros que se quedan en el país en busca de oportunidades

En la Figura 16 se observa el tipo de contrato que las organizaciones a las que pertenecen los empleadores ofrecen a los egresados de la Licenciatura. En general, imperan las empresas que sí ofrecen contrato, ya sea temporal o indefinido.

**Figura 16**

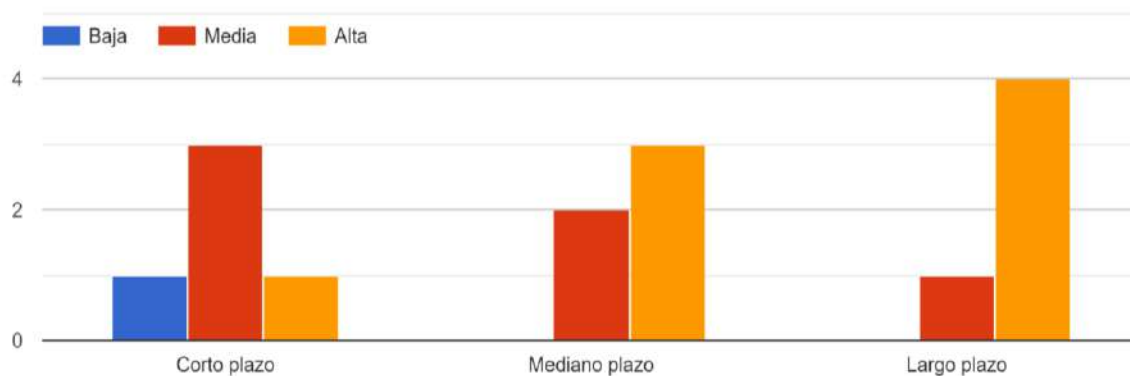
*Tipo de contrato que ofrecen las empresas a las que pertenecen los empleadores*



Aunado a lo anterior, se les cuestionó a los empleadores respecto a cómo consideran la demanda de egresados de la LBA. A corto plazo, 20% considera que será baja, 60% media y 20% alta; a mediano plazo, 40% considera que será media y 60% alta. Finalmente, a largo plazo, 20% considera que será media y 80% alta. Con base en los porcentajes, los empleadores auspician que la demanda subirá gradualmente (ver Figura 17).

**Figura 17**

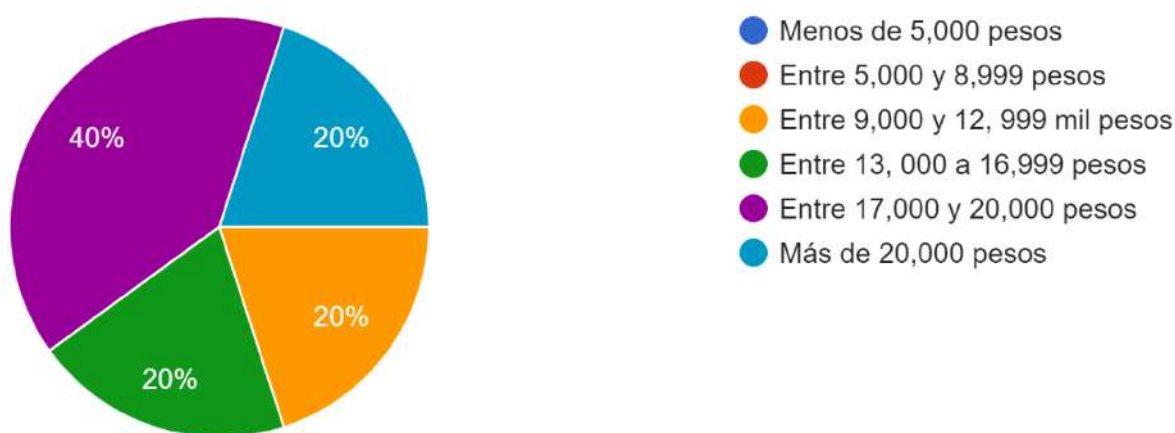
*Nivel de demanda de los egresados de LBA a corto, mediano y largo plazo*



En referencia al sueldo percibido por los egresados de la LBA en las organizaciones de los empleadores, el mayor porcentaje (40%) manifestó que estos perciben entre \$17,000 y \$20,000 pesos mensuales (ver Figura 18).

**Figura 18**

*Sueldo mensual de los egresados de la LBA*



También se les preguntó respecto a su experiencia como empleador de un egresado de LAB de la UABC, sin embargo, solo uno respondió la pregunta. Su apreciación personal se presenta textual a continuación: En general buena con ciertos detalles con algunos egresados por su falta de integridad, compromiso y visión.

**Oportunidades de Mejora que Tiene el Programa con Base en la Opinión de Empleadores.** Solo un empleador mencionó comentarios de mejora: Meter materias de administración de la producción, tópicos de ingeniería industrial por ejemplo... ver metodologías de manejo de inventarios, manejo de la cadena de suministro, desarrollo de habilidades para la toma de decisiones, análisis de datos de producción.

## Conclusiones

Los datos recopilados muestran que los empleadores participantes provienen de empresas tanto nuevas como establecidas, todas en el sector privado y de diversos tamaños. Esto indica que, a pesar de las crisis económicas antes y después de la pandemia (véase ONU, 2023), el sector se ha mantenido y sigue en desarrollo. Además, el 100% de las empresas participantes se dedican al hatchery y comercialización, lo que sugiere que los futuros profesionistas deberían considerar especializarse en estas áreas. Sin embargo, también se identifican posibles áreas de oportunidad poco exploradas o aprovechadas, como la producción de crustáceos, macroalgas, congelado, producción de peces o procesamiento.

Un dato relevante es que el 40% de las empresas no ha tenido experiencias de prácticas de vinculación, servicio social o profesional con estudiantes del PE, lo que indica un área de oportunidad en consideración a la importancia de esta actividad relacionada con el aseguramiento de la pertinencia social de la formación académica (UNESCO, 2009), la conexión de los universitarios al mundo laboral (Flores y Olimón, 2015), y su incidencia en el desarrollo económico, ya que estas actividades aumentan la competitividad de las empresas a partir de la transferencia de tecnología y conocimiento que pueden incorporar en sus procesos productivos (López-Leyva, 2005; Sarabia-Altamirano, 2016, Ricardo et al., 2021). Cabe resaltar que los empleadores que manifestaron no haber tenido estudiantes de la licenciatura en sus empresas son los mismos que señalaron no tener actualmente laborando personal egresado del programa; lo que es un punto más que realza la necesidad de favorecer dichas prácticas.

Aunado a lo anterior, los puestos que mayoritariamente ejercen los egresados dentro de las empresas son jefe de producción (60%) y gerente (40%), lo anterior da

indicios de la formación que requieren para el cumplimiento adecuado de sus funciones en el mundo laboral, tal como aspectos administrativos, trabajo en equipo, gestión, entre otros. En consonancia, los empleadores manifestaron una percepción menor de competencia de los egresados en aspectos administrativos. Incluso, una de las recomendaciones de mejora para el programa es incluir estos aspectos en la formación del estudiantado.

Respecto al nivel de satisfacción alineado al desempeño de los egresados de la LBA de la UABC, el 56.3% se centró en los niveles positivos de la escala (aquellos que se mostraron indecisos señalaron no haber contratado alguna vez egresados); en especial, se observa una mayor satisfacción en aspectos relacionados con conocimientos y habilidades teóricas, así como la resolución de conflictos, por el contrario, se observó una menor satisfacción en aspectos relacionados con habilidades de liderazgo y actividades de vinculación social.

En referencia a las actitudes y valores, en general fueron consideradas como importantes con un menor grado de interés por la solidaridad y humildad.

Respecto a la demanda profesional de los egresados de LBA en el ámbito estatal, nacional e internacional, los empleadores mayormente coinciden en que la labor como gestor de proyectos tiene una demanda actual media-alta que se mantendrá en el futuro; por su parte, el desempeño laboral como instrumentista tiene una demanda media que se mantendrá en el futuro. Sin embargo, la labor como docente se percibió como media-alta a nivel nacional, mientras que se percibió baja en otros niveles de desagregación tanto en la actualidad como a futuro. En este sentido, es importante considerar abarcar en la formación de los futuros egresados aspectos relacionados con la gestión de proyectos, ya que es una actividad que estarán más tendientes a realizar.

Las competencias que actualmente predominan en el ejercicio profesional de los egresados de la LBA son el trabajo técnico y técnicas de cultivo, mientras que a futuro señalan: administración de la producción, genómica, bacteriología, bioquímica molecular.

Por su parte, las funciones o actividades principales que realizan los egresados de la LBA en su organización son: 1) alimentación, 2) básico en toma de parámetros: temperatura, oxígeno, iluminación, tallas, 3) control de calidad, 4) criba, 5) desarrollo de nuevas tecnologías y dietas, 6) dirección, 7) gerencia, 8) gestión de la producción, 9) investigación, 10) manejo de la producción, 11) mantenimiento de la producción, 12) operarios, 13) postcosecha, 14) reproducción, y 15) supervisor de producción. Sin embargo, cuando se les solicitó a los empleadores señalar las competencias que solicitan en los egresados para ser contratados, tendieron a señalar aspectos ético-laborales, más que competencias o habilidades: 1) análisis e interpretación de datos, 2) compromiso, 3) disciplina, 4) iniciativa, 5) integridad, 6) manejo de instrumentos, 7) organización, 8) practicidad, 9) proactividad, 10) puntualidad, 11) responsabilidad, 12) tolerancia a la frustración, y 13) trabajo en equipo.

En opinión de los empleadores, el desempeño de los egresados de la LBA es mayormente regular (80%), aunque un 20% refiere que su desempeño es excelente. Sin embargo, estos porcentajes se contrastan con solo un 40% que manifestó estar satisfecho con el desempeño profesional de los egresados. Entre las fortalezas señaladas destaca los buenos conocimientos técnicos, factor que es resaltado en diversas partes de los resultados; mientras que en las áreas de mejora se denota falta de formación en aspectos administrativos, comprensión de procesos productivos y cuestiones actitudinales.

Es importante señalar que, aunque los empleadores han expresado satisfacción con el desempeño y la formación de los egresados de la LBA, solo un 20% está de



acuerdo en que la formación se alinea con las necesidades actuales. En cuanto a la formación alineada con las demandas futuras, el panorama es más positivo, pero aún hay áreas de mejora (20% totalmente de acuerdo, 20% de acuerdo, 60% neutral).

Entre las principales dificultades que los graduados enfrentarán para ejercer su profesión se destacan la dificultad para encontrar empleo, seguida de: 1) salarios poco atractivos, 2) alta competencia, 3) falta de formación en gestión de producción y toma de decisiones, 4) falta de oportunidades de ascenso, 5) horarios, y 6) falta de proactividad y responsabilidad. A futuro, se prevé que continuarán los problemas relacionados con la competencia laboral, la dificultad para ascender y los bajos salarios. No obstante, los empleadores también anticipan un aumento gradual en la demanda laboral en los próximos años.

El salario promedio informado por los empleadores coincide con los datos del IMCO (2023) para profesionistas de esta área, situándolos por encima del promedio nacional en comparación con otros profesionistas. Esto contrasta con uno de los problemas que los empleadores creen que los graduados enfrentarán: salarios poco atractivos. Además, el IMCO indica que los profesionales con contratos formales suelen ganar más que aquellos en esquemas informales. Según los empleadores, los graduados tienen contratos indefinidos o temporales en sus empresas, lo que representa un panorama más favorable para los profesionistas del sector.

## **Análisis de Egresados**

### **Objetivo**

Analizar las expresiones de los egresados de acuerdo con su desempeño laboral con la finalidad de retroalimentar el programa educativo.

### **Objetivos específicos**

- Realizar el estudio de egresados.
- Identificar la situación sociodemográfica y laboral de los egresados del programa educativo.
- Explicar el nivel de satisfacción de los egresados con la formación recibida, para resolver necesidades y problemáticas del mercado laboral y de la sociedad.
- Estimar la relación de las diversas modalidades de aprendizaje con la formación integral del egresado.
- Identificar el interés del egresado por su desarrollo profesional.
- Establecer las nuevas competencias predominantes y emergentes requeridas por el mercado laboral.
- Analizar las recomendaciones de los egresados para mejorar el programa educativo.

### **Método**

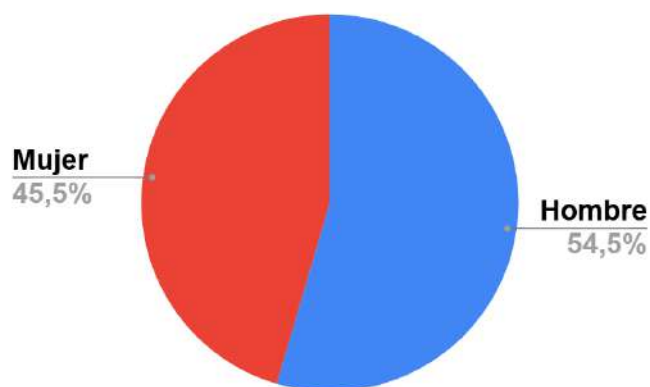
Se realizó una encuesta de seguimiento a 11 egresados del Programa Educativo Licenciatura en Biotecnología en Acultura, cifra correspondiente al 30% de la población de interés. El instrumento de evaluación se compuso de 37 reactivos tanto de opción múltiple como abiertos, 7 de ellos dirigidos a recabar aspectos sociodemográficos, 18 referentes a su formación y desarrollo profesional, 11 dirigidos a su experiencia laboral y 1 respecto a recomendaciones de mejora para el programa. Dicho instrumento fue montado y aplicado a través de la plataforma en línea *Google Forms* con apoyo de las autoridades educativas del PE.

## Resultados

**Datos Sociodemográficos.** La muestra se compuso de 5 mujeres y 6 hombres (ver Figura 19) de entre 23 a 26 años, con una moda de 24 años.

**Figura 19**

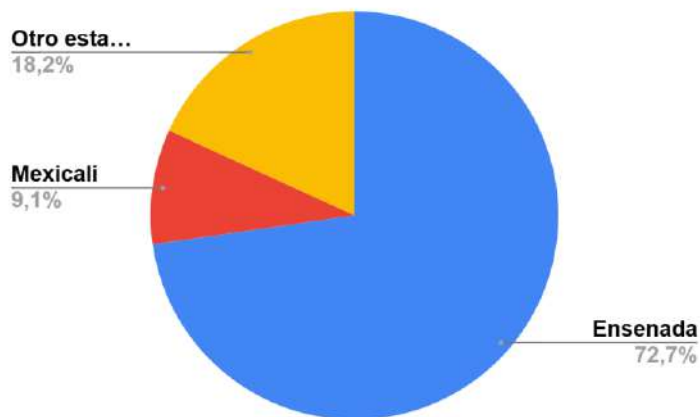
*Sexo biológico asignado al nacer*



Asimismo, 8 refirieron residir en Ensenada, 1 en Mexicali y 2 en otro estado del país (ver Figura 20), estos 2 últimos señalaron Sinaloa y Quintana Roo como su lugar de residencia. Ninguno manifestó residir en el extranjero.

**Figura 20**

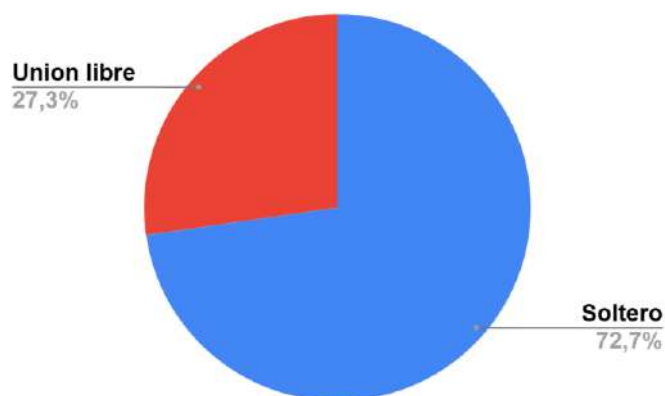
*Ciudad actual de residencia*



Finalmente, 8 de los encuestados señalaron su estado civil como “soltero”, mientras que 3 manifestaron estar en “unión libre” (ver Figura 21).

**Figura 21**

*Estado civil actual*



**Satisfacción con la Formación Recibida.** Los encuestados evaluaron su nivel de satisfacción respecto a distintos aspectos relacionados con la formación recibida durante su transcurso por la licenciatura. Como puede observarse en la Tabla 16, en general, el nivel de satisfacción de los egresados se concentró mayormente en puntuaciones positivas dentro de la escala de valoración (79.3%), un 18.9% se mostró indeciso y solo un 2.5% señaló insatisfacción total o parcial respecto a la formación recibida. Por indicador y nivel de satisfacción, destacan con mayor concentración de porcentaje de respuesta en aspectos positivos “Conocimientos teóricos adquiridos”, “Competencia para trabajar en equipo” y “Desarrollo de habilidades de pensamiento teórico”; por su parte, del 27.3% al 36.4% se mostró indeciso respecto al nivel de satisfacción en los indicadores “La participación en actividades de vinculación con sectores de la sociedad”, “La capacidad para la resolución de conflictos”, “La proporción entre la teoría y la práctica”, “La secuencia de las asignaturas o materias del plan de estudios” y “El desarrollo de la competencia del liderazgo”. Cabe señalar que solo 2

indicadores obtuvieron puntuaciones negativas dentro de la escala, “La participación en actividades de vinculación con sectores de la sociedad” y “Desarrollo de la creatividad”.

**Tabla 16**

*Nivel de satisfacción de los egresados de la LBA respecto a elementos de la formación recibida*

| Aspectos                                                                   | Nivel de satisfacción |    |    |    |    |
|----------------------------------------------------------------------------|-----------------------|----|----|----|----|
|                                                                            | TI                    | IS | ID | S  | TS |
| Conocimientos teóricos adquiridos                                          |                       |    |    | 6  | 5  |
| La aplicación de conocimientos                                             |                       |    | 1  | 7  | 3  |
| La proporción entre la teoría y la práctica                                |                       |    | 4  | 5  | 2  |
| La secuencia de las asignaturas o materias del plan de estudios            |                       |    | 4  | 5  | 2  |
| La participación en actividades de vinculación con sectores de la sociedad |                       | 2  | 3  | 4  | 2  |
| El desarrollo de competencias profesionales                                |                       |    |    | 9  | 2  |
| El desarrollo de la competencia del liderazgo                              |                       |    | 4  | 4  | 3  |
| Competencia para trabajar en equipo                                        |                       |    |    | 6  | 5  |
| La capacidad para la resolución de conflictos                              |                       |    | 3  | 5  | 3  |
| Desarrollo de habilidades de pensamiento teórico                           |                       |    | 1  | 5  | 5  |
| Desarrollo de la creatividad                                               | 1                     |    | 2  | 5  | 3  |
| Total                                                                      | 1                     | 2  | 22 | 61 | 35 |

*Nota.* Elaboración propia. TI= Totalmente insatisfecho, IS= Insatisfecho, ID= Indeciso, S= Satisfecho, TS= Totalmente satisfecho.

Respecto al nivel de competencia percibida por los egresados a partir de su formación académica en la LBA, en general, el 36.4% señaló sentirse totalmente competente, el 54.5% competente y el 9% indeciso; lo anterior refleja un panorama

mayormente positivo respecto a la autopercepción respecto a actividades propias del PE. Por indicador, el mayor porcentaje (63.6%) de respuesta en la escala totalmente competente se ubicó en “Cultivar organismos y/o generar productos”, le siguió “Aplicar métodos de control, manejo y prevención de enfermedades” con un 45.4%; por su parte, los únicos dos indicadores donde el 18.2%, respectivamente, se evaluaron como indecisos fue en “Implementar tecnologías de cultivo” y “Proponer proyectos en acuicultura que incorporen tecnologías o procedimientos sustentables”. Cabe resaltar que no se observó ninguna respuesta en las opciones de respuesta nada o poco competente (ver Tabla 17).

**Tabla 17**

*Nivel de competencia percibida como egresados de la LBA*

| Actividades                                                                                | Nivel de competencia |    |   |    |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|----|---|----|----|
|                                                                                            | NC                   | PC | I | C  | TC |
| Implementar tecnologías de cultivo                                                         |                      |    | 2 | 7  | 2  |
| Proponer proyectos en acuicultura que incorporen tecnologías o procedimientos sustentables |                      |    | 2 | 7  | 2  |
| Cultivar organismos y/o generar productos                                                  |                      |    |   | 4  | 7  |
| Aplicar métodos de control, manejo y prevención de enfermedades                            |                      |    |   | 6  | 5  |
| Total                                                                                      |                      |    | 4 | 24 | 16 |

*Nota.* Elaboración propia. NC= Nada competente, PC= Poco competente, I= Inseguro, C= Competente, TC= Totalmente competente.

Con relación a la percepción de los egresados del PE respecto al nivel de relevancia de las actividades académicas realizadas durante su formación, en general, el 12.5% señaló que las actividades le parecieron nada relevantes, el 10.2% se mostró neutral, el 11.4% refirió que mucho, mientras que el 37.5% señaló no haber tenido

experiencia con las actividades enlistadas, ningún respondiente se ubicó en la categoría un poco. Por actividad, el mayor porcentaje de respuesta respecto al nivel de relevancia lo obtuvo el indicador “prácticas profesionales” (63.6%), al que le siguieron “Proyectos de vinculación con valor en créditos” y “Segundo idioma” con un 45.4%; por el contrario, el mayor porcentaje de concentración en la escala de respuesta nada se observó en el indicador “Servicio social”, con un 27.3% (ver Tabla 18).

**Tabla 18**

*Percepción de los egresados de la LBA respecto al nivel de relevancia de las actividades académicas durante su formación*

| Actividades                                    | Nivel de relevancia |    |          |    |    |    |
|------------------------------------------------|---------------------|----|----------|----|----|----|
|                                                | N                   | UP | NM<br>NP | M  | T  | NE |
| Servicio social                                | 3                   |    | 2        | 2  | 4  |    |
| Prácticas profesionales                        |                     |    | 1        | 3  | 7  |    |
| Proyectos de vinculación con valor en créditos |                     |    | 1        | 4  | 5  | 1  |
| Intercambio académico                          | 1                   |    |          |    | 1  | 9  |
| Actividades artísticas o culturales            | 2                   |    | 2        |    | 2  | 5  |
| Actividades deportivas                         | 2                   |    | 1        |    | 1  | 7  |
| Segundo idioma                                 | 1                   |    | 2        | 1  | 5  | 2  |
| OTRO...                                        | 2                   |    |          |    |    | 9  |
| Total                                          | 11                  | 0  | 9        | 10 | 25 | 33 |

*Nota.* Elaboración propia. N= Nada, UP= Un poco, NMNP= Ni mucho ni poco, M= Mucho, T= Totalmente, NE= No tuve experiencia al respecto.

Respecto al nivel de importancia que los egresados otorgaron a las actitudes y valores enlistados, en general, 0% se ubicó en la opción de respuesta nada, 0.7% en un poco, 7.7% en ni mucho ni poco, 42.6% en mucho y 48.9% en totalmente. Si bien de

forma global los egresados consideran las actitudes y valores enlistados como importantes, se observa una especial concentración de respuesta (72.7%) en la categoría totalmente en los indicadores “Capacidad para el trabajo en equipo”, “Capacidad para la resolución de conflictos” y “Responsabilidad”; mientras que “Democracia” obtuvo una inusual concentración de respuesta (36.4%) en la categoría ni mucho ni poco.

**Tabla 19**

*Nivel de importancia de actitudes y valores en el ejercicio profesional desde la percepción de los egresados de la LBA*

| Actitudes y valores                        | Nivel de importancia |    |          |    |    |
|--------------------------------------------|----------------------|----|----------|----|----|
|                                            | N                    | UP | NM<br>NP | M  | T  |
| Capacidad para el trabajo en equipo        |                      |    |          | 3  | 8  |
| Capacidad para la resolución de conflictos |                      |    |          | 3  | 8  |
| Confianza                                  |                      |    |          | 6  | 5  |
| Democracia                                 |                      |    | 4        | 5  | 2  |
| Honestidad                                 |                      |    |          | 6  | 5  |
| Humildad                                   |                      |    | 2        | 4  | 5  |
| Justicia                                   |                      |    |          | 8  | 3  |
| Lealtad                                    |                      |    | 2        | 4  | 5  |
| Libertad                                   |                      |    | 1        | 5  | 5  |
| Perseverancia                              |                      |    |          | 5  | 6  |
| Respeto                                    |                      |    |          | 4  | 7  |
| Responsabilidad                            |                      |    |          | 3  | 8  |
| Solidaridad                                |                      | 1  | 2        | 5  | 3  |
| Total                                      |                      | 1  | 11       | 61 | 70 |



*Nota.* Elaboración propia. N= Nada, UP= Un poco, NMNP= Ni mucho ni poco, M= Mucho, T= Totalmente.

**Interés en el Desarrollo Profesional.** Con base en los datos obtenidos, se determinó que el 9.1% de los egresados de la LBA no cuenta con estudios de posgrado y no desea seguir estudiando, 18.2% no se sienten seguros de continuar sus estudios, 18.2% se encuentran en proceso de admisión a un posgrado, 9.1% se encuentra actualmente estudiando un posgrado, mientras que el 45.4% tiene interés en continuar con sus estudios (ver Tabla 20).

**Tabla 20**

*Situación académica actual*

| Situación actual                                                               | Recuento |
|--------------------------------------------------------------------------------|----------|
| Cuento con una Maestría                                                        | 0        |
| Cuento con un Doctorado                                                        | 0        |
| Cuento con un Posdoctorado                                                     | 0        |
| Me encuentro en proceso de admisión en un posgrado (maestría o doctorado)      | 2        |
| Me encuentro estudiando un posgrado (maestría o doctorado)                     | 1        |
| No cuento con estudios de posgrado, pero si me encuentro interesado(a) en ello | 5        |
| No cuento con estudios de posgrado y no tengo interés de continuar estudiando  | 1        |
| Estoy inseguro(a) de continuar con estudios de posgrado                        | 2        |

Si bien solo un egresado mencionó tener estudios de posgrado, no especificó el nombre del posgrado, 36.4% mencionan que el posgrado que estudian es totalmente acorde a su perfil profesional, 9.1% señala que si estudia un posgrado deberá ser uno acorde a su perfil profesional y otro 54.5% que actualmente no cuenta con estudios de

posgrado (ver Figura 22). Aunado a lo anterior, 18.2% mencionó haber contado con beca durante sus estudios de posgrado.

**Figura 22**

*Estudios de posgrado y su alineación con el perfil profesional*

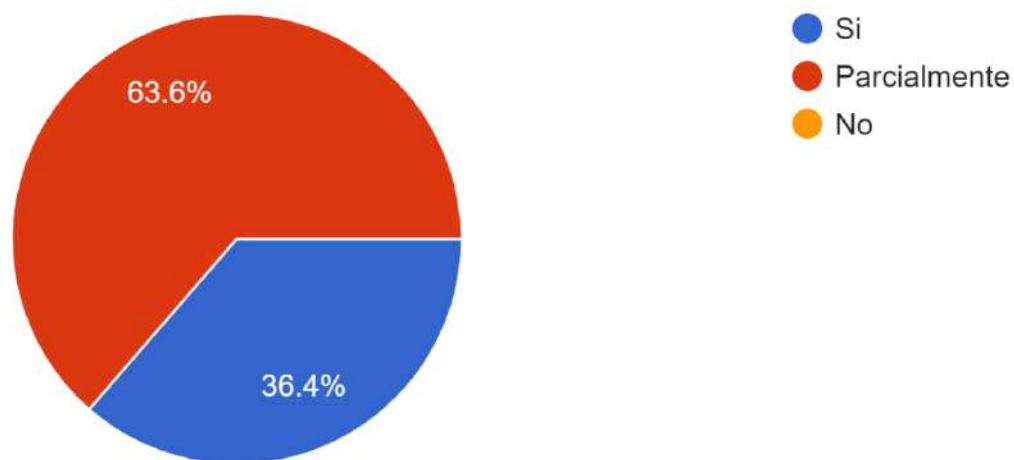


### **Impacto de las Diversas Modalidades de Aprendizaje en la Formación**

**Integral del Egresado.** En el ámbito profesional, 36.4% manifestaron que la formación recibida durante el trayecto académico en la LBA ha correspondido a los requerimientos demandados en su actividad profesional actual en referencia a la resolución de problemáticas laborales y sociales; por su parte, un 63.6% opina que solo de forma parcial (ver Figura 23).

**Figura 23**

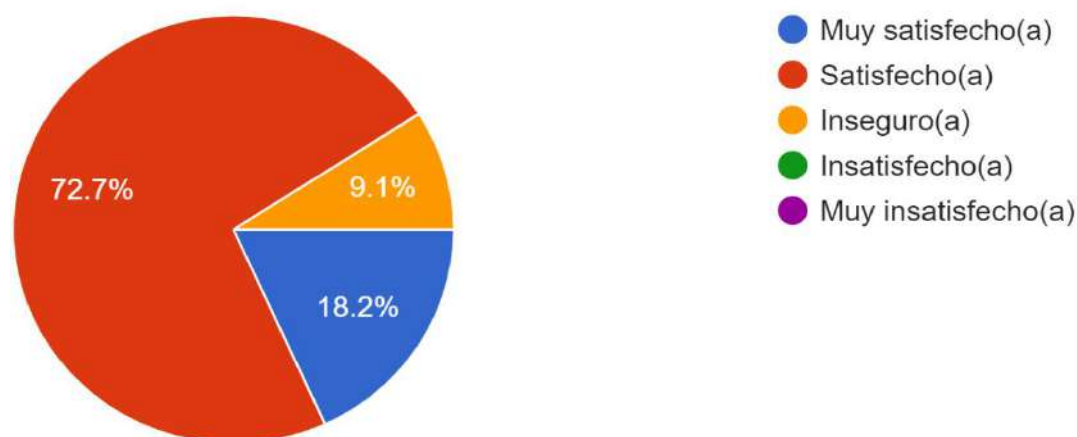
*Alineación de la formación académica en LBA con a los requerimientos que demanda tu actividad profesional actual*



Aunado a lo anterior, el 18.2% de los egresados manifestaron sentirse muy satisfechos con la formación profesional recibida durante su trayecto académico en el PE, 72.7% refirió sentirse satisfecho y 9.1% inseguro (ver Figura 24). En general, los porcentajes se mantuvieron mayormente positivos. Asimismo, se les solicitó a los egresados sustentar el nivel de satisfacción con el que se identificaron, el único participante que se señaló como indeciso comentó que “faltaron herramientas prácticas más apegadas a la realidad”; 8 egresados que se señalaron como satisfechos refirieron 4 aspectos a incluir: aspectos fiscales y empresariales, mayor enfoque hacia la investigación y academia, un enfoque más multidisciplinario y un mejor equilibrio entre los conocimientos teóricos y prácticos. Cabe señalar que un egresado, a pesar de que se señala como muy satisfecho, señaló que deberían hacer obligatorias algunas de las materias optativas para completar la formación (el otro omitió sus comentarios) (ver Tabla 21).

**Figura 24**

*Grado de satisfacción respecto a la formación profesional recibida durante la LBA*

**Tabla 21**

*Argumentos que sustentan el nivel de satisfacción de los egresados respecto a la formación recibida*

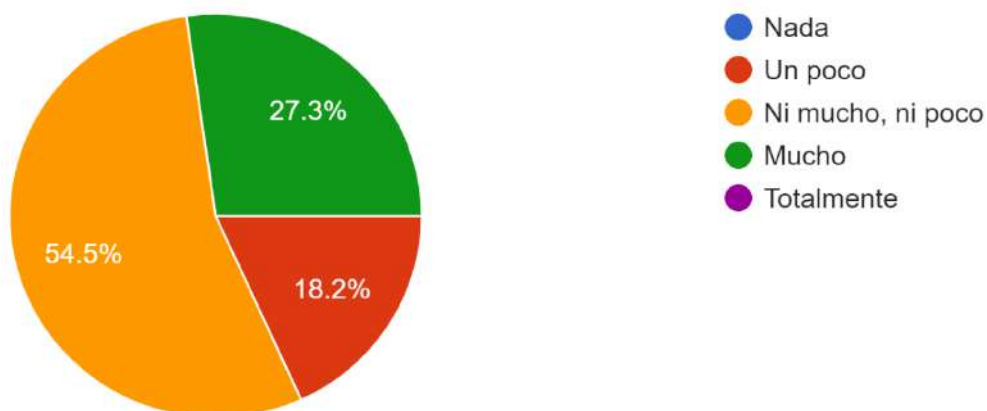
| Argumentos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Nivel de satisfacción |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| Deberían de incluir asignaturas más precisas tipo orientación respecto a las cuestiones fiscales que te enfrentas al egresar y sobre todo si eres emprendedor .                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Satisfecho            |
| Considero que aún se puede ampliar el conocimiento en la industria.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Satisfecho            |
| Hay un tema en particular que considero realmente importante para complementar el conocimiento adquirido dentro de la carrera, el cual es el "MARCO LEGAL" de todo lo que conlleva una empresa acuícola, al fin y al cabo somos acuicultores, tenemos el conocimiento para implementar técnicas de cultivo y demás, pero el tema burocrático y empresarial como tal, realmente no se toca, lo cual, creo que es fundamental para poder aún más ampliar la posibilidad de llevar actividades acuícolas exitosas y sobre todo, legales. | Satisfecho            |
| En lo personal creo que hacen falta otras materias tal y como realmente cómo formar una empresa ante el SAT y demás cosas.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Satisfecho            |
| Dentro del plan de estudios deberían agregar algunas materias que son optativas a obligatorias para poder complementar la formación                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Muy satisfecho        |

| Argumentos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Nivel de satisfacción |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| .                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Muy satisfecho        |
| Siento que faltaron herramientas prácticas más apegadas a la realidad.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Inseguro              |
| La formación recibida está muy enfocada al ámbito de la investigación y la academia, considero que la formación hacia el sector privado y la industria no es tan eficiente, lo que puede privar a los estudiantes de otra área de trabajo y oportunidades.                                                                                                                               | Satisfecho            |
| dado a que la carrera es multidisciplinaria permite el enfoque de los conocimientos a diferentes sectores partiendo de los recursos marinos, se puede aplicar tanto en el diseño, construcción y aplicación de laboratorios de cultivo, hasta aprovechamiento biotecnológico de especies de acuícolas en otros rubros de la ciencia (nutrición, medicina, veterinaria, cosmetología etc) | Satisfecho            |
| Adquirimos muchos conocimientos teóricos en la carrera.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Satisfecho            |
| Satisfecho ya que las materias de la licenciatura te abren un gran panorama de la parte teórica y en su mayoría te prepara a ser más consciente y razonable a la toma de decisiones en el mundo laboral.                                                                                                                                                                                 | Satisfecho            |

Asimismo, 18.2% de los egresados manifestaron que la formación obtenida durante la LBA promovió la continuidad de la formación académica con estudios de posgrado, 54.5% señaló que ni mucho ni poco, mientras que 27.3% refirió que mucho (ver Figura 25).

**Figura 25**

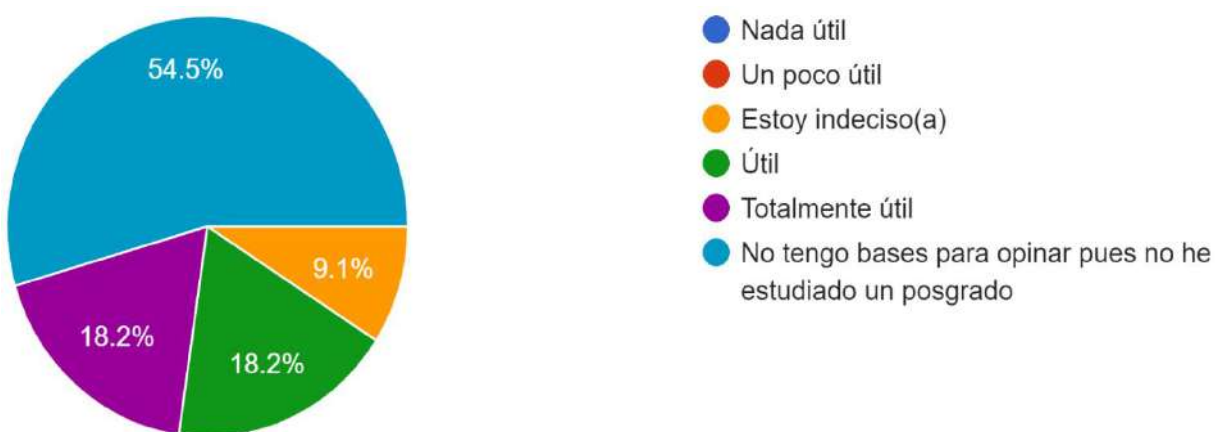
*Nivel de promoción de estudios de posgrado a través de la LBA*



Respecto al nivel de utilidad de la formación recibida para cursar estudios de posgrado, 54.5% señaló que no tiene bases para opinar al respecto, 9.1% se mostró indeciso, 18.2% refirió haber sido útil, mismo porcentaje para el rubro totalmente útil (ver Figura 26).

**Figura 26**

*Nivel de utilidad de la formación recibida para estudiar un posgrado*



Con base en la Tabla 22, en general, la percepción de los egresados respecto a la demanda profesional en el ámbito estatal se ubica en un 30.3% en no saber o no tenerlo

claro, 18.2% en baja demanda, 34.8% en demanda moderada y 16.7% en alta demanda. Por indicador y opción de respuesta, el mayor porcentaje (27.3%) en la opción de respuesta alta se concentró en el indicador “La demanda laboral a futuro como instrumentista”; en la opción media, los mayores porcentajes (45.4%) se concentraron en los indicadores “La demanda laboral actual como gestor(a) de proyectos” y “La demanda laboral a futuro como gestor(a) de proyectos”. En la opción baja los mayores porcentajes (45.4%) se ubicaron en el indicador “La demanda laboral actual como docente”, mientras en la opción de respuesta no lo sé o no lo tengo claro se concentraron (54.5%) en el indicador “La demanda laboral a futuro como instrumentista”. En especial, los porcentajes de respuesta tendieron a concentrarse en la opción de respuesta media.

**Tabla 22**

*Percepción de los egresados de la LBA respecto al nivel de demanda profesional en el ámbito estatal*

| Rubros                                                     | Nivel |    |    |    |
|------------------------------------------------------------|-------|----|----|----|
|                                                            | NS    | B  | M  | A  |
| La demanda laboral actual como instrumentista es           | 4     | 2  | 4  | 1  |
| La demanda laboral a futuro como instrumentista es         | 6     |    | 2  | 3  |
| La demanda laboral actual como gestor(a) de proyectos es   | 2     | 2  | 5  | 2  |
| La demanda laboral a futuro como gestor(a) de proyectos es | 4     |    | 5  | 2  |
| La demanda laboral actual como docente es                  | 1     | 5  | 4  | 1  |
| La demanda laboral a futuro como docente es                | 3     | 3  | 3  | 2  |
| Total                                                      | 20    | 12 | 23 | 11 |

*Nota.* Elaboración propia. NS= No lo sé o no lo tengo claro, B= Baja, M= Media, A= Alta.

Con base en la Tabla 23, en general, la percepción de los egresados respecto a la demanda profesional en el ámbito nacional se ubicó en un 27.3% en no saber o no tenerlo claro, 7.6% en baja demanda, 43.9% en demanda moderada y 21.2% en alta demanda. El cruce de las respuestas por indicador muestra que el mayor porcentaje (27.3%) en la opción de respuesta alta se concentró en los indicadores “La demanda laboral actual como instrumentista” y “La demanda laboral a futuro como instrumentista”; en la opción media, los mayores porcentajes (54.5%) se concentraron en los indicadores “La demanda laboral actual como gestor(a) de proyectos” y “La demanda laboral a futuro como gestor(a) de proyectos”. En la opción baja los porcentajes (9%) se mantuvieron homogéneos en casi todos los indicadores a excepción del indicador “La demanda laboral a futuro como docente”, ya que no fue seleccionado por ningún respondiente. Respecto a la falta de claridad en cuanto a la demanda laboral, los mayores porcentajes de respuesta (36.4%) se ubicaron en los indicadores “La demanda laboral a futuro como instrumentista” y “La demanda laboral a futuro como docente”. En especial, los porcentajes de respuesta tendieron a concentrarse en la opción de respuesta media.

**Tabla 23**

*Percepción de los egresados de la LBA respecto al nivel de demanda profesional en el ámbito nacional*

| Rubros                                                     | Nivel |   |   |   |
|------------------------------------------------------------|-------|---|---|---|
|                                                            | NS    | B | M | A |
| La demanda laboral actual como instrumentista es           | 3     | 1 | 4 | 3 |
| La demanda laboral a futuro como instrumentista es         | 4     | 1 | 3 | 3 |
| La demanda laboral actual como gestor(a) de proyectos es   | 2     | 1 | 6 | 2 |
| La demanda laboral a futuro como gestor(a) de proyectos es | 2     | 1 | 6 | 2 |



| Rubros                                      | Nivel |   |    |    |
|---------------------------------------------|-------|---|----|----|
|                                             | NS    | B | M  | A  |
| La demanda laboral actual como docente es   | 3     | 1 | 5  | 2  |
| La demanda laboral a futuro como docente es | 4     |   | 5  | 2  |
| Total                                       | 18    | 5 | 29 | 14 |

*Nota.* Elaboración propia. NS= No lo sé o no lo tengo claro, B= Baja, M= Media, A= Alta.

Con base en la Tabla 24, en general, la percepción de los egresados respecto a la demanda profesional en el ámbito internacional se ubicó en un 34.8% en no saber o no tenerlo claro, 1.5% en baja demanda, 25.7% en demanda moderada y 37.9% en alta demanda. El cruce de las respuestas por indicador y nivel de demanda mostró que en la opción alta el mayor porcentaje (54.5%) se concentró en el indicador “La demanda laboral a futuro como gestor(a) de proyectos”; en la opción media, el mayor porcentaje (36.4%) se concentró en el indicador “La demanda laboral actual como docente”. En la opción baja, solo el indicador “La demanda laboral actual como gestor(a) de proyectos” fue puntuado (9%). Respecto a la falta de claridad en cuanto a la demanda laboral, el mayor porcentaje de respuesta (45.4%) se ubicó en el indicador “La demanda laboral a futuro como docente”. En especial, a diferencia del ámbito estatal y local, los porcentajes de respuesta tendieron a concentrarse en la opción de respuesta alta demanda.

**Tabla 24**

*Percepción de los egresados de la LBA respecto al nivel de demanda profesional en el ámbito internacional*

| Aspectos                                                   | Nivel |   |    |    |
|------------------------------------------------------------|-------|---|----|----|
|                                                            | NS    | B | M  | A  |
| La demanda laboral actual como instrumentista es           | 4     |   | 3  | 4  |
| La demanda laboral a futuro como instrumentista es         | 4     |   | 2  | 5  |
| La demanda laboral actual como gestor(a) de proyectos es   | 3     | 1 | 3  | 4  |
| La demanda laboral a futuro como gestor(a) de proyectos es | 3     |   | 2  | 6  |
| La demanda laboral actual como docente es                  | 4     |   | 4  | 3  |
| La demanda laboral a futuro como docente es                | 5     |   | 3  | 3  |
| Total                                                      | 23    | 1 | 17 | 25 |

*Nota.* Elaboración propia. NS= No lo sé o no lo tengo claro, B= Baja, M= Media, A= Alta.

En particular, se les solicitó a los participantes que mencionaran las competencias que consideran que predominan en el ejercicio profesional de los egresados de la LBA, los resultados arrojaron: reducción de residuos y sostenibilidad, habilidades prácticas y valores, enfoque multidisciplinario de la profesión, así como la toma de decisiones y trabajo en equipo (ver Tabla 25).

**Tabla 25**

*Competencias que predominan en el ejercicio profesional de los egresados de LBA acorde a su percepción*

| Respuestas |
|------------|
| H          |

---

## Respuestas

---

Todo lo relacionado con el cultivo, desde los reproductores hasta la cosecha

Sinceramente, hablando desde lo personal, yo como egresada y orgullosa de mi profesión, estoy implementando mucho de los conocimientos adquiridos en el transcurso de la carrera, siempre considerando el bienestar económico de la empresa donde estoy trabajando y sobre todo el bienestar del planeta al reducir la mayor cantidad de residuos que a la larga son contaminantes del agua.

Lo práctico sin duda me ha ayudado demasiado como "habilidad".

Resolución de problemas rápidamente, proactivo, trabajo en equipo, respeto, buenas prácticas de manejo.

Todo aquello tocante a economía.

Son eficientes en la solución de problemas, sin embargo carecen de valores fundamentales como la honestidad.

Resolución de problemas, creatividad, trabajo en equipo, confianza, actitud, responsabilidad, física de fluidos, plomería, sanidad e inocuidad.

La perseverancia, innovación, determinación, honestidad, humildad, considero que son clave para cualquier empleo en cualquier ámbito, en el área de docencia, investigación e industria. De acuerdo a mis experiencias. En torno a conocimientos es el modo del que tú lo uses, como dije anteriormente dado que es multidisciplinaria permite involucrarte en muchos sectores, por lo cual tanto lo práctico como lo teórico son relevantes.

Conocimientos teóricos sobre zoología acuática y administrativos, además la actitud honesta y responsable de un egresado junto con el buen trabajo en equipo.

Toma de decisiones oportunas y razonables, trabajo en equipo, responsabilidad, respeto, solidaridad, compañerismo.

---

Asimismo, se les solicitó que mencionaran las competencias que consideran que predominarán en el futuro en el ejercicio profesional de los egresados de la LBA, los resultados se orientaron a la nutrición y patologías/inocuidad, habilidades socioemocionales, segundo idioma, administración, finanzas y sistemas acuícolas, así como trabajo en equipo (ver Tabla 26).

**Tabla 26**

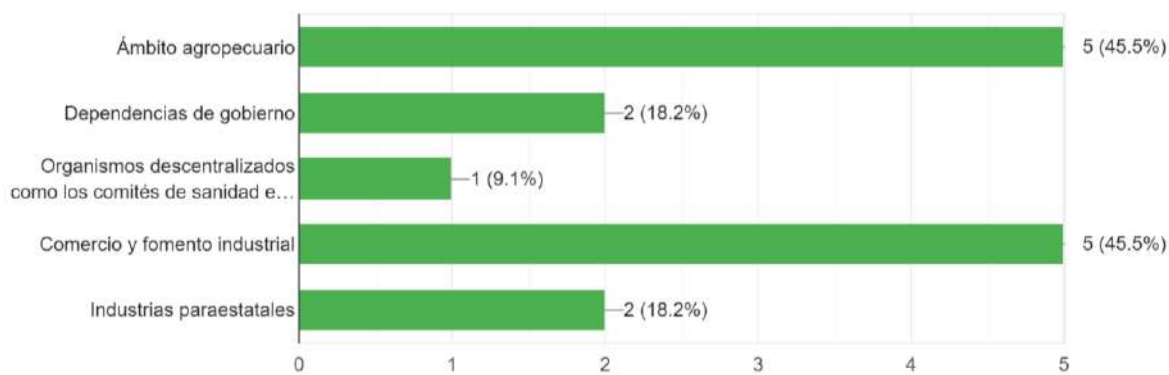
*Competencias que predominarán a futuro en el ejercicio profesional de los egresados de LBA acorde a su percepción*

| Respuestas                                                                                                                                                                                                                                             |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| J                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Relacionado a la nutrición y patologías/inocuidad.                                                                                                                                                                                                     |
| Todo, absolutamente todo lo aprendido se implementa en el área profesional.                                                                                                                                                                            |
| .                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Socioemocionales, conocimientos de inglés obligatorios dentro del plan.                                                                                                                                                                                |
| Todo aquello tocante a economía.                                                                                                                                                                                                                       |
| Fortalecer la honestidad ante la vida laboral, así como la humildad requerida para trabajar con personas con diferentes niveles de estudios.                                                                                                           |
| Liderazgo, manejo de bases de datos, conocer proveedores especializados                                                                                                                                                                                |
| La cuestión de administración y finanzas, son indispensables para forjar un proyecto bien cimentado, aunado claro a lo teórico, en cultivo de especies y la cuestión bioquímica además de la cuestión práctica en específico de sistemas o ingeniería. |
| Ingeniería en sistemas acuícolas.                                                                                                                                                                                                                      |
| Trabajo en equipo, responsabilidad, lealtad, compañerismo, humildad, respeto.                                                                                                                                                                          |

**Experiencia Laboral.** Respecto al ámbito al que pertenecen las instituciones públicas donde se desempeñan los egresados, 45.5% refirió estar en el sector agropecuario, 18.2% en dependencias de gobierno, 9.1% en organismos descentralizados, 45.5% en comercio y fomento a la industria, y 18.2% en industrias paraestatales (ver Figura 27). Como puede observarse, imperan las empresas del ámbito agropecuario y dedicadas al comercio y fomento industrial.

**Figura 27**

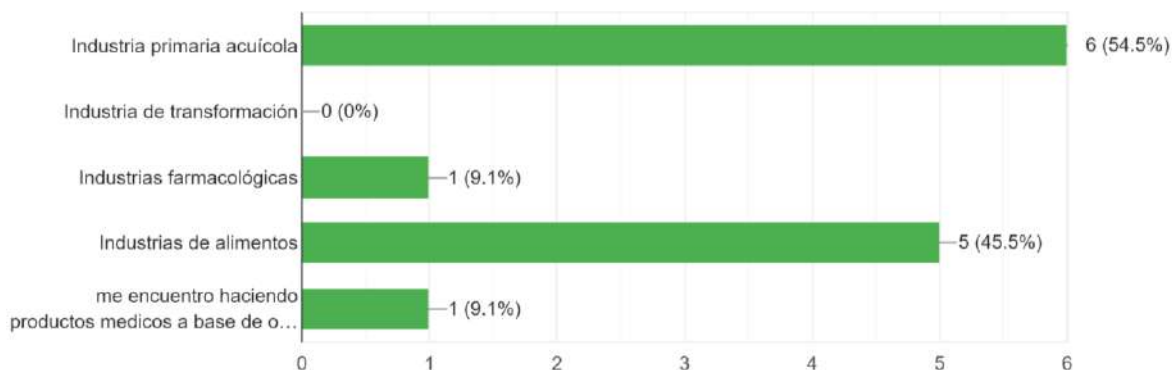
*Ámbito al que pertenecen las instituciones públicas donde se desempeñan los egresados de LBA*



De acuerdo con la Figura 28, 54.5% de las instituciones privadas donde se desempeñan los egresados de LBA pertenecen a la industria primaria acuícola, 9.1% a industrias farmacológicas, 45.5% a industrias de alimentos, y 9.1% a productos médicos. Como puede observarse, imperan las industrias que pertenecen a la producción primaria acuícola.

**Figura 28**

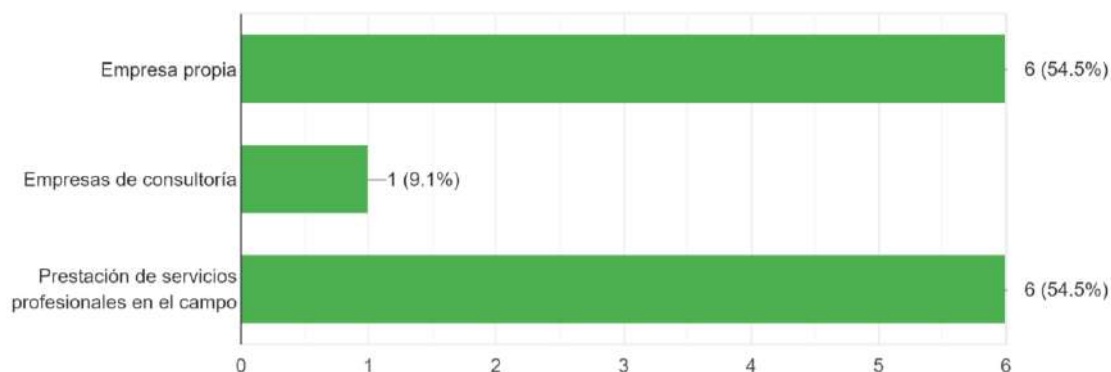
*Ámbito al que pertenecen las instituciones privadas donde se desempeñan los egresados de LBA*



De acuerdo con la Figura 29, 54.5% de los egresados que se desempeñan por cuenta propia tienen empresas propias, 9.1% empresas de consultoría, mientras que 54.5% se dedican a la prestación de servicios profesionales en el campo.

**Figura 29**

*Actividades que realizan los egresados que se desempeñan como profesionistas independientes*



Respecto a los puestos de trabajo que actualmente desempeñan, los egresados refirieron el siguiente listado:

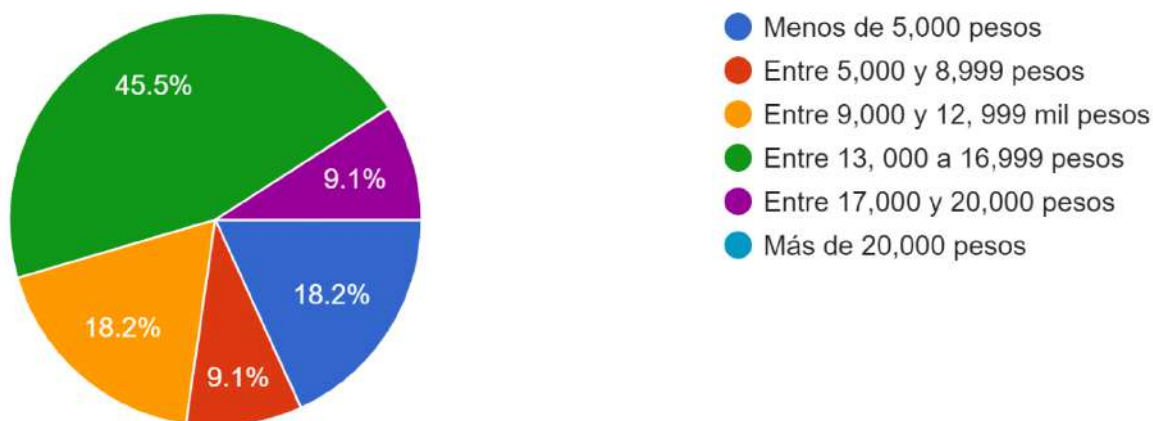
- Auxiliar de aseguramiento de calidad en campo
- Cofundador
- Control de calidad en comercializadora de pescados y mariscos
- Estudiante de posgrado
- Gerente técnico
- Gerente y socio
- Inspector de Calidad en planta de producción de harina de pescado
- Profesional de apoyo para la producción y engorda de Pez payaso.
- Técnico
- Técnico en innovación acuícola

- Técnico en sistema RAS de trucha arcoiris

Asimismo, los egresados señalaron su ingreso promedio mensual, como se observa en la Figura 30, el mayor porcentaje (45.5%) percibe entre \$13,000 y \$16,999. Destaca que un 18.2% manifiesta percibir menos de \$5,000 mensuales, solo uno refirió obtener entre \$17,000 y \$20,000 mensuales, a su vez que ninguno manifestó obtener más de \$20,000 mensuales.

**Figura 30**

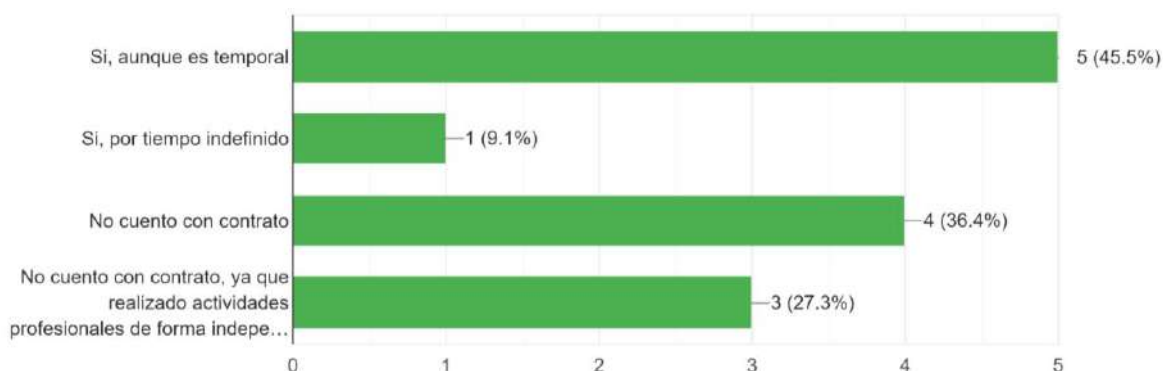
*Sueldo mensual percibido*



Respecto a las condiciones laborales, 45.5% manifestaron tener un contrato temporal, 9.1% laborar con contrato indefinido, 36.4% no contar con contrato y 27.3% no contar con contrato por laborar de forma independiente (ver Figura 31).

**Figura 31**

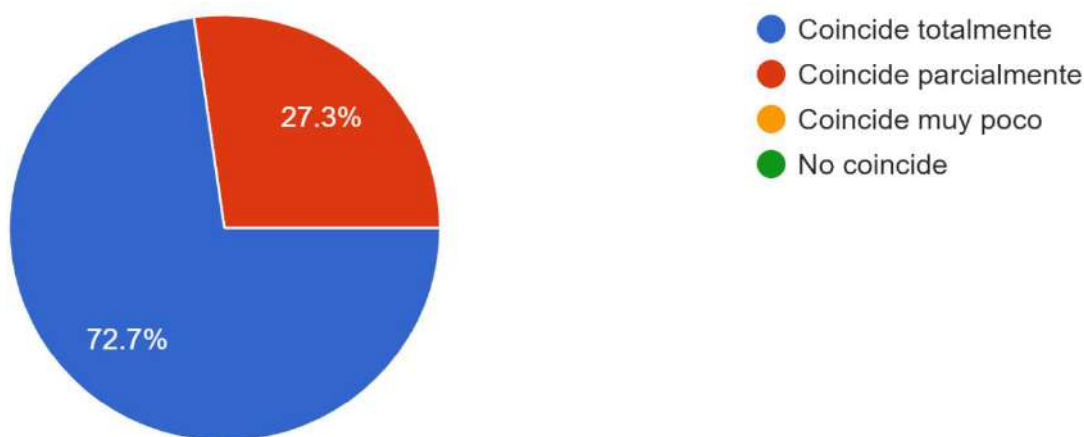
*Tipo de contrato con el que cuentan los egresados de LBA*



En lo referente a la coincidencia de la actividad profesional actual con la LBA, 72.7% señaló que coincide totalmente, mientras que el 27.3% refirió que la coincidencia es parcial (ver Figura 32).

**Figura 32**

*Coincidencia de la actividad profesional actual con la LBA*



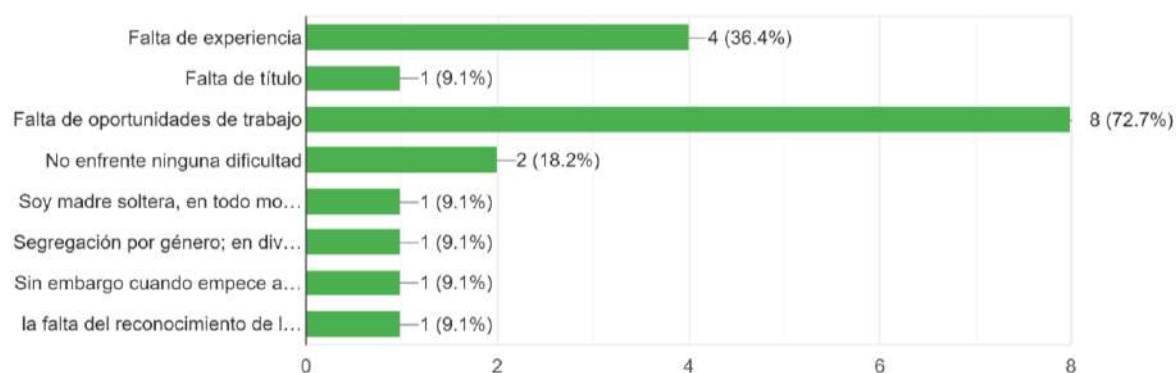
En lo tocante a las dificultades a las que se tuvieron que enfrentar los egresados al ejercer su profesión, el mayor porcentaje (72.7%) señaló la falta de oportunidades de trabajo, seguido por la falta de experiencia de trabajo (36.4%). Sólo un 9.1% señaló falta de título, ser madre soltera, segregación por género, falta de prestaciones o falta de



reconocimiento de la carrera. Un 18.2% manifestó no haber tenido ninguna dificultad (ver Figura 33).

**Figura 33**

*Dificultades enfrentadas al ejercer la profesión*



A continuación, se enlistan las empresas en que los egresados refieren laborar:

- Lindeaacua
- BajaOrnamentals
- Laboratorio EDMEER
- Baja Marine Foods
- Aqua Noble Seafoods
- Anónimo
- BAJA TROUT
- Parque Acuícola Owen S.A. de C.V.
- Pesca Pacífico

**Recomendaciones al Perfil de Egreso del Programa Educativo.** Por último, los egresados refirieron las 5 recomendaciones para la mejora del programa educativo:

- Mayor presencia en la industria.
- Una materia que se enfoque en el marco de lo legal y burocrático de las UPAS.
- Ampliar las actividades prácticas y la visita a granjas de diferentes tipos de cultivo.
- El plan de estudios presenta las cuatro biotecnologías (macroalgas, moluscos, crustáceos y peces) en el mismo semestre, sin embargo, cada una requiere tiempo extra clase para el mantenimiento de los sistemas. No es eficiente para los estudiantes el llevar las cuatro materias el mismo semestre, de lo contrario los estudiantes quedan sobresaturados de actividades y/o terminan dándole menor prioridad a alguna materia con su respectivo sistema, lo que también resulta en un impacto negativo en el trabajo en equipo con sus compañeros
- Mayor énfasis a materias de administración, gestión de proyectos y Pymes. Sin descuidar la cuestión biológica, considero que las SIGS son esenciales hoy día al menos conocimiento básico.

## Conclusiones

A partir de la encuesta a egresados de la LBA, se destaca un nivel de satisfacción positivo respecto a la formación recibida (79.3%), sobre todo, en lo referente a conocimientos y habilidades relacionadas con la teoría, así como en el trabajo en equipo. Sin embargo, se evidencia una discordancia con actividades de vinculación y relacionadas con el desarrollo de la creatividad. Lo anterior indica una percepción de la carrera mayormente orientada al ámbito académico. Asimismo, los egresados manifestaron una mayor competencia en la implementación de competencias básicas, en contraparte a una baja autopercepción en competencias relacionadas con la aplicación de tecnologías.

Cabe señalar que, respecto a las actividades realizadas durante la carrera, un porcentaje considerable (37.5%) señaló no haber tenido experiencia con las actividades referidas, asimismo, se observó una mayor valoración de relevancia en actividades que

implican vinculación con el medio laboral y referentes a segundo idioma. Aunado a lo anterior, de forma general se observó alta percepción de importancia hacia actitudes y valores referentes a la responsabilidad, resolución y trabajo en equipo. Los datos recuperados al momento señalan un mayor requerimiento por parte de los egresados hacia una formación con mayor contacto con el mundo laboral y el desarrollo de competencias laborales genéricas y específicas que les permitan incidir en su campo de estudio.

Si bien un alto porcentaje (72.7%) de egresados señaló sentirse satisfechos y totalmente satisfechos con la formación recibida, es importante considerar que también un elevado porcentaje (63.6%) de egresados señaló que la formación recibida durante su trayecto académico sólo está parcialmente relacionada con el campo laboral. En este sentido, manifestaron la necesidad de incluir aspectos fiscales y empresariales, mayor enfoque hacia la investigación y academia, un enfoque más multidisciplinario y un mejor equilibrio entre los conocimientos teóricos y prácticos.

En referencia a la demanda laboral, los porcentajes indican una perspectiva de mayor demanda fuera del estado y del país. Dentro del estado se percibe una demanda actual media como gestor de proyectos, con vistas a una mayor demanda a futuro como instrumentista. Mientras que a nivel nacional se percibe como alta y actual la labor como instrumentista, con vistas a mantenerse en el futuro. En contraparte, a nivel internacional se evidenció una demanda alta a futuro como gestor de proyectos y media actual como gestor de proyectos. Bajo este panorama, la formación académica debería autogestionarse acorde a las expectativas de desarrollo profesional y vivienda de cada estudiante.

Con base en las competencias que los egresados consideran que predominan en su ejercicio profesional actual y futuro, se observa la necesidad de desarrollo de

habilidades prácticas (especialmente relacionadas con la reducción de residuos, sostenibilidad, nutrición, patologías/inocuidad, sistemas acuícolas, administración y finanzas), valores, multidisciplinariedad, y habilidades personales (como toma de decisiones, trabajo en equipo y socioemocionales).

Respecto al interés por continuar con su formación académica, el mayor porcentaje refirió desear la continuación de sus estudios, estar en proceso de admisión o actualmente cursando uno (en suma: 90.9%). Sin embargo, solo el 18.2% refirió que la formación obtenida durante la LBA promovió la continuidad de la formación académica, mismo porcentaje que señaló que la carrera le había sido de utilidad para sus estudios de posgrado. En este sentido, es necesario considerar dentro de las aristas de formación ofrecida por el PE, una visión hacia la continuidad académica (tal como demanda el mundo laboral actual y futuro), el desarrollo de competencias que les permitan incursionar exitosamente estudios de posgrados en el área e incluso, ofrecer un posgrado que facilite dicha continuidad.

En referencia a las empresas donde actualmente laboran, se observa una tendencia hacia empresas públicas directamente relacionadas con el sector agropecuario, de industrias de alimentos en el sector privado y a la prestación de servicios profesionales en el campo de forma independiente. Dentro del puesto que impera se observa el de técnico en sus diferentes especialidades, con un sueldo promedio mensual general de \$13,000 a \$16,999, a este respecto, menos de la mitad señaló tener contrato temporal. Asimismo, el 72.7% manifestó falta de oportunidades laborales.

Ahora bien, en contraste el 63.6% que refirieron que la carrera solo coincidía parcialmente con el campo laboral, el 72.7% señaló que su trabajo actual coincide totalmente con su carrera.

Finalmente, las recomendaciones generadas por los egresados apuntan a una reestructuración del plan de estudios con vistas a integrar asignaturas con enfoque administrativo y de gestión, una mejor distribución del plan de estudios y el aumento de actividades en campo.

## **Análisis Documental de Oferta y Demanda**

### **Objetivo**

Analizar la oferta de programas educativos a la Licenciatura en Biotecnología en Acuicultura de la Facultad de Ciencias Marinas (FCM) de la Universidad Autónoma de Baja California (UABC).

### **Objetivos específicos**

- Identificar la oferta de programas educativos iguales y/o afines al programa educativo que se pretende modificar o actualizar con el propósito de determinar la posición competitiva que se pretende lograr con el programa educativo.
- Analizar la matrícula de programas educativos iguales y/o afines al programa educativo que se modificará o actualizará con el fin de identificar el comportamiento de la oferta educativa.

### **Método**

Con el fin de analizar la oferta educativa de la matrícula de programas educativos afines al de LBA en instituciones de educación superior afiliadas o no al *Anuario Estadístico de Educación Superior de la Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior* (ANUIES), se realizó una investigación documental dentro de las bases de datos publicadas por la ANUIES dentro de los ciclos escolares 2017-2018 al ciclo 2022-2023. A continuación, se describen los criterios de búsqueda:

- Variables de población escolar:
  - Matrícula
  - Egresados
  - Titulados
- Nivel de estudios:
  - Licenciatura universitaria y tecnológica
- Campo amplio de formación:
  - Agronomía y veterinaria
- Campo específico de formación
  - Agronomía, horticultura, silvicultura y pesca
- Campo detallado de formación
  - Pesca y acuacultura
- Otras variables solicitadas:
  - Estado
  - Nombre de la institución
  - Nombre del programa de estudio

El análisis se presenta a nivel nacional, regional y estatal, en la cual se ubica el programa de LBA de la FCM de la UABC.

## **Resultados**

Los resultados arrojaron 24 Programas Educativos (PE) ofertados en México iguales o afines a la Licenciatura en Biotecnología en Acuacultura, nueve de ellos se ubican dentro de la región noroeste, uno en la región noreste, dos en la región occidente, tres en la región oriente, cuatro en la región suroeste, cinco en la región sureste, ninguno en las regiones centro sur y centro norte (ver Tabla 27). Ninguno de los PE registrados ostenta el mismo nombre del PE analizado, el más cercano se denomina *Licenciatura en*

*Ingeniería en Biotecnología Acuática* y se ubica en Sonora. Como puede observarse, durante los ciclos analizados dejaron de ofertarse cinco PE: *Ingeniería en Pesquería* y *Licenciatura en Acuicultura* en la región noroeste, *Ingeniería en Pesquerías* en la región oriente, e *Ingeniería en Pesquerías opción Acuicultura* e *Ingeniería en Pesquerías opción Tecnología de Captura* en la región sureste. Asimismo, no se observa la creación de algún PE durante los ciclos analizados.

### **Conclusiones**

En suma, se observan 24 programas iguales o afines ofertados dentro de los períodos abarcados por el análisis. A nivel nacional, resaltan los PE ubicados en Sinaloa, Baja California, Baja California Sur y Oaxaca. Dentro de la región noroeste, donde se circunscribe el PE analizado, destacan cuatro programas circunscritos dentro de Sinaloa, Baja California (PE analizado) y Baja California Sur. A nivel estatal, destaca la *Licenciatura en Biotecnología en Acuicultura* como la única en su rama, además mantiene cifras que se comparan a los de otros programas de relevancia en México.

**Tabla 27**

*Oferta a nivel nacional de licenciaturas iguales o afines a la Licenciatura en Biotecnología en Acuicultura de la Universidad Autónoma de Baja California*

|          |                     |                                             |                                              | PERIODOS |    |    |       |    |    |       |    |    |       |     |     |       |    |    |       |    |    |
|----------|---------------------|---------------------------------------------|----------------------------------------------|----------|----|----|-------|----|----|-------|----|----|-------|-----|-----|-------|----|----|-------|----|----|
| Región   | Estado              | Institución                                 | Programa                                     | 17-18    |    |    | 18-19 |    |    | 19-20 |    |    | 20-21 |     |     | 21-22 |    |    | 22-23 |    |    |
|          |                     |                                             |                                              | M        | E  | T  | M     | E  | T  | M     | E  | T  | M     | E   | T   | M     | E  | T  | M     | E  | T  |
| Noroeste | Baja California     | Universidad Autónoma de Baja California     | Licenciatura en Biotecnología en Acuicultura | 198      | 13 | 22 | 199   | 23 | 24 | 234   | 18 | 23 | 217   | 154 | 166 | 213   | 17 | 19 | 223   | 21 | 17 |
|          | Baja California Sur | Universidad Autónoma de Baja California Sur | Ingeniería en Pesquerías                     | 138      | 4  | 11 | 138   | 7  | 22 | 145   | 11 | 9  | 115   | 4   | 33  | 86    | 23 | 5  | 66    | 9  | 18 |
|          | Sinaloa             | Instituto Tecnológico de Mazatlán           | Ingeniería en Pesquerías                     | 67       | 2  | 1  | 65    | 2  | 8  | 79    | 3  | 5  | 68    | 2   | 4   | 57    | 2  | 0  | 65    | 1  | 0  |
|          |                     | Universidad Autónoma de Sinaloa             | Biólogo Acuicultor                           | 284      | 54 | 48 | 317   | 62 | 55 | 303   | 21 | 36 | 341   | 19  | 57  | 240   | 37 | 11 | 270   | 20 | 33 |



|         |            |                                    |                                                      | PERIODOS |    |    |       |    |    |       |    |    |       |   |    |       |    |    |       |    |    |
|---------|------------|------------------------------------|------------------------------------------------------|----------|----|----|-------|----|----|-------|----|----|-------|---|----|-------|----|----|-------|----|----|
| Región  | Estado     | Institución                        | Programa                                             | 17-18    |    |    | 18-19 |    |    | 19-20 |    |    | 20-21 |   |    | 21-22 |    |    | 22-23 |    |    |
|         |            |                                    |                                                      | M        | E  | T  | M     | E  | T  | M     | E  | T  | M     | E | T  | M     | E  | T  | M     | E  | T  |
|         | Sonora     | Universidad Autónoma de Sinaloa    | Licenciatura en Biología Pesquera                    | 336      | 33 | 46 | 325   | 38 | 45 | 334   | 26 | 60 | 388   | 0 | 48 | 269   | 40 | 19 | 257   | 25 | 50 |
|         |            | Instituto Tecnológico de Guaymas   | Ingeniería en Acuicultura                            | 57       | 8  | 8  | 56    | 6  | 9  | 41    | 7  | 11 | 41    | 2 | 7  | 38    | 10 | 2  | 29    | 3  | 2  |
|         |            | Instituto Tecnológico de Guaymas   | Ingeniería en Pesquería                              | 1        | 1  | 0  | 0     | 1  | 0  |       |    |    |       |   |    |       |    |    |       |    |    |
|         |            | Universidad Estatal de Sonora      | Licenciatura en Acuicultura                          | 3        | 11 | 33 | 0     | 31 | 4  |       |    |    |       |   |    |       |    |    |       |    |    |
|         |            | Universidad Estatal de Sonora      | Licenciatura en Ingeniería en Biotecnología Acuática | 67       | 0  | 0  | 57    | 0  | 12 | 75    | 1  | 4  | 66    | 0 | 8  | 54    | 10 | 8  | 28    | 8  | 10 |
| Noreste | Tamaulipas | Universidad Tecnológica del Mar de | Licenciatura en Ingeniería Acuícola                  | 34       | 12 | 17 | 45    | 5  | 16 | 54    | 2  | 7  | 22    | 2 | 16 | 24    | 13 | 13 | 13    | 1  | 19 |





|        |         |                                                   |                                                                   | PERIODOS |   |   |       |   |    |       |    |   |       |   |   |       |   |   |       |   |   |
|--------|---------|---------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|----------|---|---|-------|---|----|-------|----|---|-------|---|---|-------|---|---|-------|---|---|
| Región | Estado  | Institución                                       | Programa                                                          | 17-18    |   |   | 18-19 |   |    | 19-20 |    |   | 20-21 |   |   | 21-22 |   |   | 22-23 |   |   |
|        |         |                                                   |                                                                   | M        | E | T | M     | E | T  | M     | E  | T | M     | E | T | M     | E | T | M     | E | T |
|        |         |                                                   | opción<br>Acuicultura                                             |          |   |   |       |   |    |       |    |   |       |   |   |       |   |   |       |   |   |
|        |         | Instituto<br>Tecnológico de<br>Lerma              | Ingeniería en<br>Pesquerías<br>opción<br>Tecnología de<br>Captura | 0        | 1 | 0 | 0     | 1 | 0  |       |    |   | 0     | 1 | 0 |       |   |   |       |   |   |
|        |         | Instituto<br>Tecnológico<br>Superior de<br>Centla | Ingeniería en<br>Pesquerías                                       | 34       | 0 | 0 | 32    | 0 | 0  | 32    | 0  | 0 | 31    | 0 | 0 | 23    | 7 | 0 | 21    | 4 | 9 |
|        | Tabasco | Universidad<br>Juárez Autónoma<br>de Tabasco      | Ingeniería en<br>Acuicultura                                      | 71       | 5 | 3 | 75    | 8 | 10 | 70    | 10 | 7 | 60    | 1 | 7 | 58    | 7 | 3 | 78    | 5 | 7 |

*Nota.* Elaborado con base en la información obtenida de la ANUIES (2023) de los anuarios estadísticos 2017-2018, 2018-2019, 2019-2020, 2020-2021, 2021-2022, 2022-2023. M= Matriculados, E= Egresados, T= Titulados.

Aunado a lo anterior, se observan 19 programas que han mantenido su funcionamiento a los largo de los seis periodos académicos analizados (2027-2018 al 2022-2023) (ver Tabla 27). En especial, cinco programas se encuentran en las primeras proposiciones acorde a la matrícula general reportada dentro de los seis periodos señalados (ver Tabla 28), como puede observarse, destacan cuatro programas de la región noroeste y uno de la región suroeste. En la región noroeste resalta la *Licenciatura en Biología Pesquera* de la Universidad Autónoma de Sinaloa con 1909 matriculados; sin embargo, la *Licenciatura en Biotecnología en Acuicultura* de la Universidad Autónoma de Baja California resalta con una mayor cantidad y proporción de egresados y titulados dentro de los mismos periodos respecto a la matrícula general de todos los programas. *Aunado a lo anterior, dentro del Estado se destaca la Licenciatura en Biotecnología en Acuicultura* de la Universidad Autónoma de Baja California como única en su enfoque.

**Tabla 28**

*PE con mayor matrícula general durante los periodos escolares 2017-2018 y 2022-2023*

| Región   | Estado          | Institución                             | Programa                                     | M    | E   | T   |
|----------|-----------------|-----------------------------------------|----------------------------------------------|------|-----|-----|
| Noroeste | Sinaloa         | Universidad Autónoma de Sinaloa         | Licenciatura en Biología Pesquera            | 1909 | 162 | 268 |
|          | Sinaloa         | Universidad Autónoma de Sinaloa         | Biólogo Acuicultor                           | 1755 | 213 | 240 |
|          | Baja California | Universidad Autónoma de Baja California | Licenciatura en Biotecnología en Acuicultura | 1284 | 246 | 271 |

| Región   | Estado              | Institución                                 | Programa                  | M   | E  | T  |
|----------|---------------------|---------------------------------------------|---------------------------|-----|----|----|
|          | Baja California Sur | Universidad Autónoma de Baja California Sur | Ingeniería en Pesquerías  | 688 | 58 | 98 |
| Suroeste | Oaxaca              | Instituto Tecnológico de Salina Cruz        | Ingeniería en Acuicultura | 469 | 61 | 52 |

*Nota.* Elaborado con base en la información obtenida de la ANUIES (2023) de los anuarios estadísticos 2017-2018, 2018-2019, 2019-2020, 2020-2021, 2021-2022, 2022-2023. M= Matriculados, E= Egresados, T= Titulados.

## Análisis Empírico de Oferta y Demanda

### Objetivo general

- Analizar la demanda vocacional para cursar el programa educativo.

### Objetivos específicos

- Determinar la preferencia vocacional la población estudiantil potencial a ingresar al programa educativo.
- Determinar las vocaciones a nivel estatal para cursar el programa educativo.

### Método

Se llevo a cabo un estudio empírico para dar cuenta de la demanda y preferencia vocacional de los potenciales a egresar de Bachillerato 2024, la técnica de recolección de datos fue la encuesta, el estudio fue realizado por la agencia consultora Explora, así pues, en la siguiente sección se describen los resultados más relevantes, mismos que fueron extraídos del documento, aun no publicado, denominado: *Megatendencias, Vocaciones Profesionales y Productivas, 2024*. En cuanto a análisis de las vocaciones estatales, se retoman los resultados del estudio realizado Consejo Coordinador Empresarial de Baja

California para definir en conjunto con el Gobierno del Estado tres niveles de vocaciones: consolidadas, por impulsar y por incubar, en cada uno de los municipios del estado.

## **Resultados**

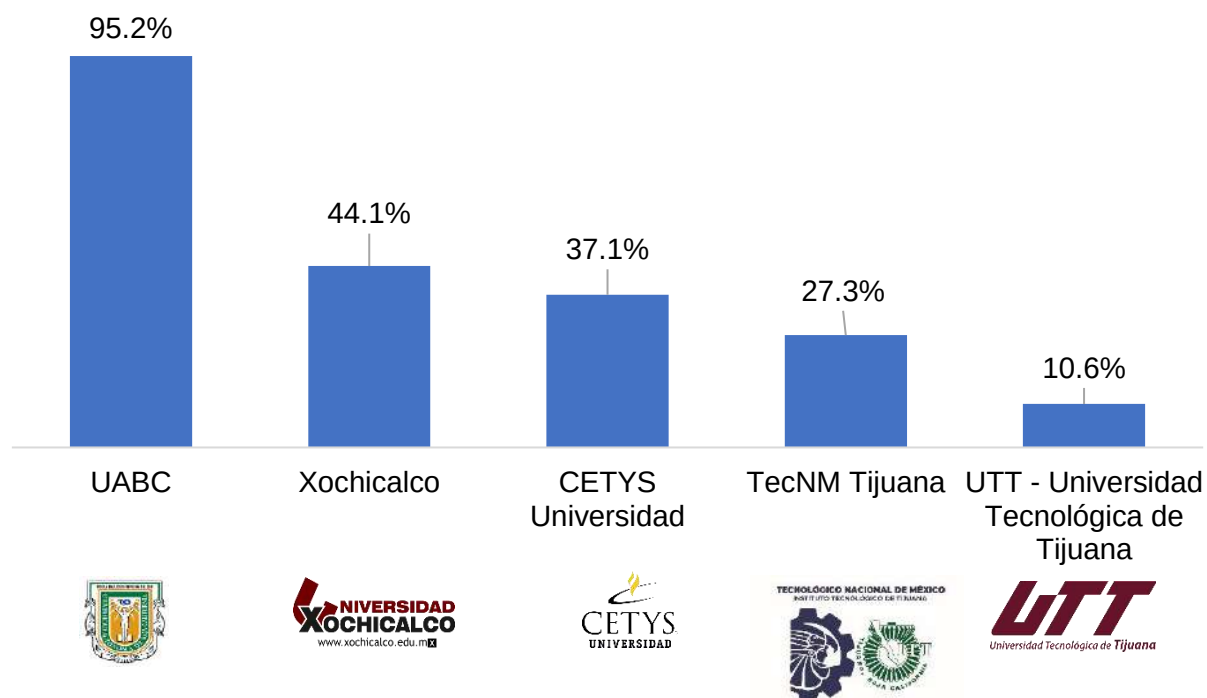
### ***Demanda Vocacional de los Potenciales a Egresar de Bachillerato 2024***

Las escuelas de bachillerato, tanto públicas como privadas, que participaron en el estudio empírico pertenecen a los siguientes sistemas educativos: el 33.5% al Colegio de Bachilleres de Baja California (CoBachBC), el 28.5% al Centro de Bachillerato Tecnológico Industrial y de Servicios (CBTis), el 22.2% a la Preparatoria Federal Lázaro Cárdenas (PFLC), el 13.2% al Colegio de Estudios Científicos y Tecnológicos del Estado de Baja California (CECyTE BC) y el 2.7% a los Centros de Estudios Tecnológicos Industrial y de Servicios (CETis).

El primer resultado que compete comunicar es referente a las universidades con mayor reconocimiento por parte de los estudiantes potenciales a egresar de bachillerato son: Universidad Autónoma de Baja California en primer lugar con el 95.2% (ver Figura 34). Mientras que, en la Tabla 29, se presentan la distribución de porcentajes por municipios.

**Figura 34**

*Top cinco de reconocimiento de universidades en el estado*



*Nota.* Elaboración propia con los resultados de la encuesta aplicada a alumnos potenciales a egresar de bachillerato. *Nota:* Suma de menciones.

**Tabla 29**

*Top cinco de reconocimiento de universidades en el estado por municipio*

| Institución                              | Mexicali | Tijuana | Ensenada | Tecate | Rosarito |
|------------------------------------------|----------|---------|----------|--------|----------|
| UABC                                     | 95.8%    | 94.7%   | 96.1%    | 95.8%  | 95.0%    |
| Universidad Xochicalco                   | 38.6%    | 44.4%   | 64.1%    | 16.9%  | 20.1%    |
| CETYS Universidad                        | 55.1%    | 35.9%   | 31.2%    | 21.1%  | 13.2%    |
| TecNM Tijuana                            | 0.0%     | 43.9%   | 0.2%     | 9.9%   | 15.1%    |
| UTT - Universidad Tecnológica de Tijuana | 0.0%     | 16.2%   | 3.7%     | 14.1%  | 0.0%     |



*Nota.* Elaboración propia con los resultados de la encuesta aplicada a alumnos potenciales a egresar de bachillerato. *Nota:* Suma de menciones.

En segunda instancia, el 96.3% de los estudiantes próximos a egresar del bachillerato planean continuar con sus estudios, mientras que solo el 3.7% ha manifestado que no lo hará, estos resultados se visualizan en la Figura 35. Mientras que, en la Tabla 30, se presentan tales resultados para cada municipio.

**Figura 35**

*Porcentaje de alumnos potenciales a egresar de bachillerato que planea continuar con sus estudios profesionales*

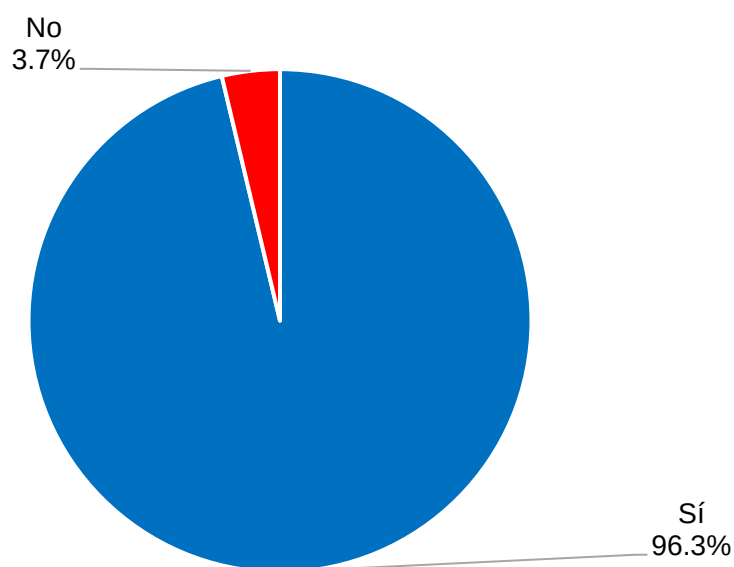


**Tabla 30**

*Porcentaje de alumnos potenciales a egresar de bachillerato que planea continuar con sus estudios profesionales por municipio*

| <i>Mexicali</i> | <i>Tijuana</i> | <i>Ensenada</i> | <i>Tecate</i> | <i>Rosarito</i> |
|-----------------|----------------|-----------------|---------------|-----------------|
|-----------------|----------------|-----------------|---------------|-----------------|

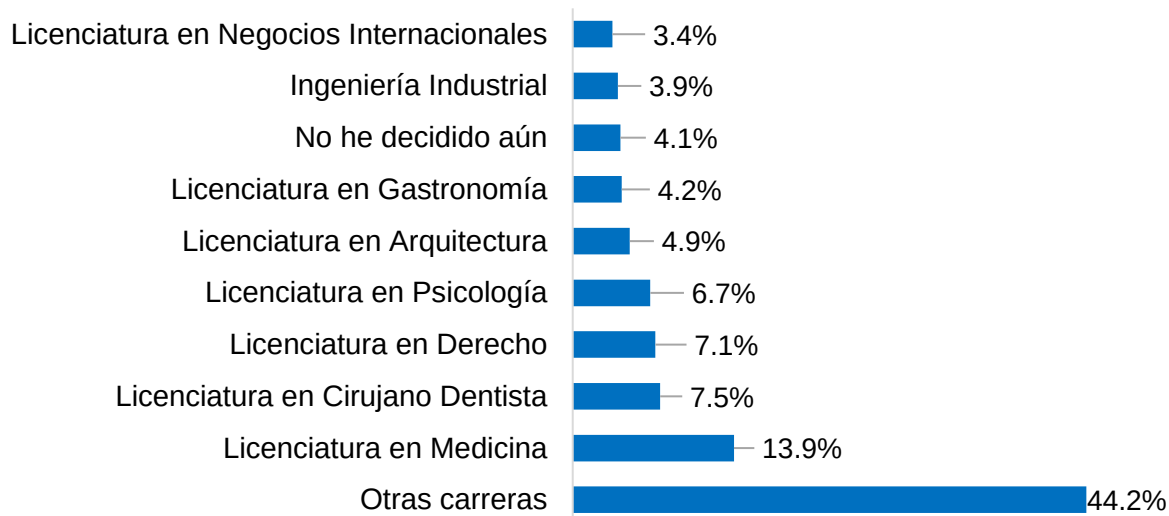
|           |       |       |       |       |       |
|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|
| <i>Sí</i> | 96.0% | 96.3% | 96.6% | 97.2% | 95.6% |
| <i>No</i> | 4.0%  | 3.7%  | 3.4%  | 2.8%  | 4.4%  |

*Nota. Elaboración propia con los resultados de la encuesta aplicada a alumnos potenciales a egresar de bachillerato.*

En términos generales, el programa de la Licenciatura en Medicina es el que goza de mayor preferencia entre los estudiantes próximos a egresar del bachillerato, con un 13.9%. Le sigue la Licenciatura en Cirujano Dentista con un 7.5%, Derecho con un 7.1%, Psicología con un 6.7%. Cabe destacar que el 4.1% de los estudiantes aún no ha decidido su área de estudio (ver Figura 36). Mientas que, en la Tabla 31 se presentan el desglose completo de las carreras de preferencia de los estudiantes próximos a egresar de bachillerato.

### **Figura 36**

*Principales programas de demanda-preferencia de los estudiantes próximos a egresar de bachillerato*



*Nota. Elaboración propia con los resultados de la encuesta aplicada a alumnos potenciales a egresar de bachillerato.*

**Tabla 31***Desglose de carreras de preferencia de los estudiantes próximos a egresar de bachillerato*

| Programa                                           | %    |
|----------------------------------------------------|------|
| Licenciatura en Contaduría                         | 2.8% |
| Licenciatura en Administración de Empresas         | 2.6% |
| Médico Veterinario Zootecnista                     | 2.4% |
| Licenciatura en Nutrición                          | 2.2% |
| Ingeniería Mecatrónica                             | 1.8% |
| Licenciatura en Enfermería                         | 1.5% |
| Ingeniero Civil                                    | 1.4% |
| Licenciatura en Criminología                       | 1.4% |
| Ingeniería en Sistemas Computacionales             | 1.3% |
| Licenciatura en Comercio Exterior y Aduanas        | 1.2% |
| Ingeniería Mecánica                                | 1.2% |
| Licenciatura en Química Farmacéutica Biológica     | 1.1% |
| Licenciatura en Mercadotecnia                      | 1.1% |
| Licenciatura en Ciencias de la Comunicación        | 1.0% |
| Licenciatura en Ciencias de la Educación           | 1.0% |
| Cosmetología                                       | 1.0% |
| Licenciatura en Diseño Gráfico                     | 0.9% |
| Licenciatura en Enseñanza de Lenguas               | 0.8% |
| Licenciatura en Fisioterapia                       | 0.8% |
| Piloto Aviador                                     | 0.8% |
| Licenciatura en Criminalística                     | 0.7% |
| Licenciatura en Actividad Física y Deportes        | 0.7% |
| Licenciatura en Economía                           | 0.7% |
| Ingeniería Aeroespacial                            | 0.6% |
| Ingeniero Agrónomo                                 | 0.6% |
| Ingeniería en Ciencias Computacionales             | 0.5% |
| Ingeniería Electromecánica                         | 0.5% |
| Ingeniería en Software                             | 0.5% |
| Ingeniería Eléctrica                               | 0.5% |
| Sobrecargo                                         | 0.4% |
| Ingeniería Electrónica                             | 0.4% |
| Licenciatura en Diseño de Modas                    | 0.4% |
| Licenciatura en Diseño Industrial                  | 0.4% |
| Ingeniero Químico                                  | 0.4% |
| Licenciatura en Artes Plásticas                    | 0.4% |
| Ingeniería Automotriz                              | 0.4% |
| Licenciatura en Pedagogía                          | 0.3% |
| Ingeniería Aeronáutica                             | 0.3% |
| Artes Cinematográficas y Producción Audiovisual    | 0.3% |
| Licenciatura en Educación Preescolar               | 0.3% |
| Ingeniería Bioquímica                              | 0.3% |
| Licenciatura en Biología Marina                    | 0.3% |
| Ingeniería Biomédica                               | 0.3% |
| Licenciatura en Administración de Recursos Humanos | 0.2% |
| Licenciatura en Física                             | 0.2% |

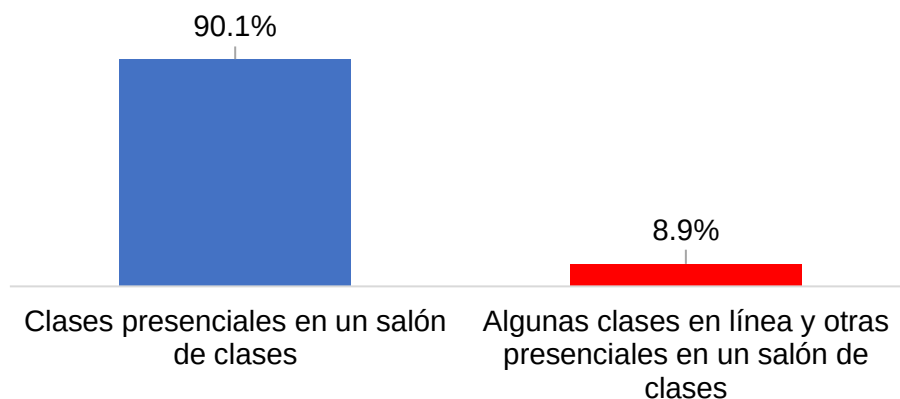
| Programa                                                       | %     |
|----------------------------------------------------------------|-------|
| Licenciatura en Relaciones Internacionales                     | 0.2%  |
| Licenciatura en Administración Pública y Ciencias Políticas    | 0.2%  |
| Licenciatura en Artes Visuales                                 | 0.2%  |
| Licenciatura en Música                                         | 0.2%  |
| Bioingeniería                                                  | 0.2%  |
| Licenciatura en Psicopedagogía                                 | 0.2%  |
| Licenciatura en Traducción e Interpretación                    | 0.2%  |
| Ingeniería en Mantenimiento Industrial                         | 0.2%  |
| Licenciatura en Comercio Internacional                         | 0.1%  |
| Ingeniería en Audio                                            | 0.1%  |
| Licenciatura en Biología                                       | 0.1%  |
| Licenciatura en Danza                                          | 0.1%  |
| Ingeniero en Logística                                         | 0.1%  |
| Ingeniería en Tecnologías Computacionales                      | 0.1%  |
| Ingeniería en Nanotecnología                                   | 0.1%  |
| Licenciatura en Gestión Turística                              | 0.1%  |
| Ingeniería en Logística Comercial Global                       | 0.1%  |
| Licenciatura en Lengua y Literatura de Hispanoamérica          | 0.1%  |
| Biofísica                                                      | 0.1%  |
| Licenciatura en Astrofísica                                    | 0.1%  |
| Licenciatura en Diseño y Arte para Videojuegos                 | 0.1%  |
| Licenciatura en Cine y Animación Digital                       | 0.1%  |
| Licenciatura en Diseño de Interiores                           | 0.1%  |
| Licenciatura en Dirección de Empresas de Entretenimiento       | 0.1%  |
| Ingeniería Naval                                               | 0.1%  |
| Ingeniería en Diseño Industrial                                | 0.1%  |
| Ingeniería Química Industrial                                  | 0.1%  |
| Licenciatura en Teatro                                         | 0.1%  |
| Licenciatura en Trabajo Social                                 | 0.1%  |
| Ingeniería Aeronaval                                           | 0.1%  |
| Ingeniería en Ciberseguridad                                   | 0.1%  |
| Licenciatura en Idiomas                                        | 0.1%  |
| Licenciatura en Inteligencia de Negocios                       | 0.1%  |
| Licenciatura en Matemáticas                                    | 0.1%  |
| Licenciatura en Bienes Raíces                                  | 0.1%  |
| Oceanología                                                    | 0.1%  |
| Doblaje                                                        | 0.04% |
| Licenciatura en Administración de Agronegocios                 | 0.04% |
| Licenciatura en Matemáticas                                    | 0.04% |
| Licenciatura en Animación                                      | 0.04% |
| Licenciatura en Arte Dramático                                 | 0.04% |
| Licenciatura en Biología Ambiental                             | 0.04% |
| Licenciatura en Arte y Teatro                                  | 0.04% |
| Ingeniería en Biotecnología                                    | 0.04% |
| Licenciatura en Ciencias Forenses                              | 0.04% |
| Ingeniería en Entornos Visuales y Negocios Digitales           | 0.04% |
| Ingeniería en Sistemas Audiovisuales                           | 0.04% |
| Licenciatura en Animación Digital y Efectos Visuales           | 0.04% |
| Licenciatura en Artes Musicales con orientación en Composición | 0.04% |
| Licenciatura en Negocios Digitales                             | 0.04% |

| Programa                                           | %     |
|----------------------------------------------------|-------|
| Licenciatura en Psicología Clínica                 | 0.04% |
| Licenciatura en Psicología Organizacional          | 0.04% |
| Licenciatura en Docencia de la Matemática          | 0.04% |
| Licenciatura en Educación Artística                | 0.04% |
| Licenciatura en Imagenología                       | 0.04% |
| Ingeniería en Animación Digital y Efectos Visuales | 0.04% |
| Ingeniería en Comercio Internacional               | 0.04% |
| Ingeniería en Gestión Empresarial                  | 0.04% |
| Ingeniería Aeronáutica en Manufactura              | 0.04% |
| Ingeniería de Manufactura                          | 0.04% |
| Ingeniería Matemática                              | 0.04% |
| Ingeniería Mecánica Naval                          | 0.04% |
| Ingeniería en Comunicaciones y Electrónica         | 0.04% |
| Ingeniero Hidrógrafo                               | 0.04% |
| Ingeniería Informática                             | 0.04% |
| Magisterio                                         | 0.04% |
| Licenciatura en Docencia de las Ciencias           | 0.04% |
| Licenciatura en Sistemas Computacionales           | 0.04% |
| Licenciatura en Lingüística                        | 0.04% |
| Licenciatura en Optometría                         | 0.04% |
| Licenciatura en Multimedia y Animación Digital     | 0.04% |
| Ingeniería en Desarrollo de Videojuegos            | 0.04% |
| Licenciatura en Tecnología y Producción Musical    | 0.04% |
| Licenciatura en Sociología                         | 0.04% |
| Biología Marina                                    | 0.04% |
| Policía Estatal                                    | 0.04% |

*Nota.* Elaboración propia con los resultados de la encuesta aplicada a alumnos

potenciales a egresar de bachillerato. Nota: Suma de menciones.

En cuanto a la modalidad en que consideran estudiar, el 90.1% de los estudiantes prefiere las clases presenciales en un salón de clases, mientras que el 8.9% considera que una combinación de clases en línea y presenciales se ajustaría mejor a su estilo de vida (ver Figura 37).

**Figura 37***Modalidad en que consideran estudiar*

*Nota.* Elaboración propia con los resultados de la encuesta aplicada a alumnos potenciales a egresar de bachillerato.

El análisis de las preferencias vocacionales de 2024 refleja una preferencia por el campo de ciencias de la salud con un 35.4% de las preferencias reflejando un interés por carreras que contribuyen al bienestar físico y mental. Por otro lado, las ciencias sociales y administrativas (24.8%) mantienen un interés significativo, con un interés hacia carreras globalizadas como Negocios Internacionales y Comercio Exterior. Sin embargo, los programas tradicionales como Administración de Empresas comienzan a perder terreno frente a alternativas más especializadas.

En el ámbito tecnológico, las ingenierías (16.8%) presentan un interés moderado, pero destacan áreas emergentes como sistemas computacionales, software y ciberseguridad, reflejando una alineación con la creciente digitalización de la economía. Los programas de artes, diseño y humanidades (7.1%) destacan por su diversificación, mostrando un notable incremento en áreas como Gastronomía y Arquitectura, que responden tanto a necesidades culturales como

prácticas. Por otro lado, las ciencias naturales y exactas (3.4%) y los programas emergentes (menos del 1%) señalan nichos de mercado con alto potencial, especialmente en sostenibilidad y economía digital. No obstante, es necesario un mayor esfuerzo de promoción para captar el interés del público en estas áreas.

### Principales resultados de vocaciones regionales

Se identificaron las vocaciones regionales para cada municipio, las vocaciones a tres niveles: consolidadas, por impulsar y por incubar. En las Tablas 32, 33, 34, 35 y 36 se muestran estas vocaciones para Tijuana, Tecate y Rosarito, Ensenada (que incluye San Quintín) y Mexicali (que incluye San Felipe) respectivamente.

**Tabla 32**

*Tijuana. Vocaciones productivas*

| Tijuana                                                                                                                               |                                                                         |                        |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|------------------------|
| Vocaciones productivas                                                                                                                |                                                                         |                        |
| Consolidadas                                                                                                                          | Por impulsar                                                            | Por incubar            |
| 1.Otras industrias manufactureras (SCIAN 339).                                                                                        | Servicios de Intermediación para el Transporte de Carga                 | Biotecnología          |
| 2.Fabricación de equipo de transporte (SCIAN 336).                                                                                    | Fabricación de Equipo de Generación y Distribución de Energía Eléctrica | Economía Azul          |
| 3.Fabricación de equipo de computación, comunicación, medición y de otros equipos, componentes y accesorios electrónicos (SCIAN 334). | Fabricación de Computadoras y Equipo Periférico                         | Economía Naranja       |
| 4.Comercio al por menor en tiendas de autoservicio y departamentales (SCIAN 462).                                                     | Fabricación de Aparatos Eléctricos de Uso Doméstico                     | Energías Renovables    |
| 5.Servicios de apoyo a los negocios (SCIAN 561).                                                                                      | Fabricación de Accesorios de Iluminación                                | Ex Turismo Negocios    |
| 6.Industria del papel (SCIAN 322).                                                                                                    | Transporte Aéreo Regular                                                | Gastronomía De Destino |

| Tijuana                                                                                              |                                                                                      |                                                                              |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| Vocaciones productivas                                                                               |                                                                                      |                                                                              |
| Consolidadas                                                                                         | Por impulsar                                                                         | Por incubar                                                                  |
| 7.Fabricación de productos metálicos (SCIAN 332).                                                    | Fabricación de Productos Metálicos Forjados y Troquelados                            | Generar Identidad (Ciudad)                                                   |
| 8.Industria del plástico y del hule (SCIAN 326).                                                     | Fabricación de Equipo Aeroespacial                                                   | Industria De La Salud (Disp. Med - Servicios)                                |
| 9.Servicios de preparación de alimentos y bebidas (SCIAN 722).                                       | Moldeo por Fundición de Piezas Metálicas                                             | Industria Litio/Acceso                                                       |
| 10.Comercio al por menor de vehículos de motor, refacciones, combustibles y lubricantes (SCIAN 468). | Fabricación de Motores de Combustión Interna, Turbinas y Transmisiones               | Industrias Tecnológicas                                                      |
|                                                                                                      | Fab. de Eq. de A/C, Calefacción, y de Refrigeración Industrial y Comercial           | Infraestructura De La Movilidad                                              |
|                                                                                                      | Fabricación de Herrajes y Cerraduras                                                 | Innovación - Patentes                                                        |
|                                                                                                      | Fabricación de Equipo de Comunicación                                                | Investigación - Desarrollo En Lo Anterior (Industria, Educación & Servicios) |
|                                                                                                      | Fabricación de otra Maquinaria y Equipo para la Industria en General                 | Logística                                                                    |
|                                                                                                      | Fabricación de Automóviles y Camiones                                                | Robótica                                                                     |
|                                                                                                      | Industria Básica del Aluminio                                                        | Salud - Integración Del Sector Salud                                         |
|                                                                                                      | Fabricación de Productos de Hierro y Acero                                           | Tecnologías De La Información (AI)                                           |
|                                                                                                      | Fab. de Inst de Medición, Control, Navegación, y Eq. Méd. Electrónico                | Vehículos Eléctricos/Electromovilidad                                        |
|                                                                                                      | Servicios Relacionados con el Transporte Aéreo                                       |                                                                              |
|                                                                                                      | Comercio al por Mayor de Mob y Eq. de Cómputo y de Ofna, y de Maq. y Eq. de Uso Gral |                                                                              |



| Tijuana                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |             |
|------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| Vocaciones productivas |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |             |
| Consolidadas           | Por impulsar                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Por incubar |
|                        | Fabricación de otros<br>Equipos y Accesorios<br>Eléctricos<br>Fabricación de Equipo<br>de Audio y de Video<br>Recubrimientos y<br>Terminados Metálicos<br>Fabricación de otros<br>Productos Metálicos<br>Fabricación de<br>Componentes<br>Electrónicos<br>Intermediación de<br>Comercio al por Mayor<br>Exclusivamente a<br>Través de Internet<br>Edición de Software y<br>Edición de Software<br>Integrada con la<br>Reproducción<br>Servicios de Limpieza<br>Servicios Combinados<br>de Apoyo en<br>Instalaciones<br>Fabricación de<br>Maquinaria y Equipo<br>para el Comercio y los<br>Servicios |             |

*Nota.* Consejo Coordinador Empresarial Baja California, 2023. Política de Desarrollo

Empresarial. Baja California.

### Tabla 33

*Tecate. Vocaciones productivas*

| Tecate                                                 |                                               |                               |
|--------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|-------------------------------|
| Vocaciones productivas                                 |                                               |                               |
| Consolidadas                                           | Por impulsar                                  | Por incubar                   |
| 1. Industria de las bebidas y del tabaco (SCIAN 312).  | Fabricación de Equipo Aeroespacial            | Tecnologías de la Información |
| 2. Fabricación de equipo de computación, comunicación, | Fabricación de Motores de Combustión Interna, | Comercio Electrónico          |

| Tecate                                                                                                     |                                                                                 |                                                                         |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| Vocaciones productivas                                                                                     |                                                                                 |                                                                         |
| Consolidadas                                                                                               | Por impulsar                                                                    | Por incubar                                                             |
| medición y de otros equipos, componentes y accesorios electrónicos (SCIAN 334).                            | Turbinas y Transmisiones                                                        |                                                                         |
| 3.Industria alimentaria (SCIAN 311).                                                                       | Fabricación de Equipo de Comunicación                                           | Prototipado y Diseño Industrial Digital                                 |
| 4.Fabricación de productos metálicos (SCIAN 332).                                                          | Fabricación de Aparatos Eléctricos de Uso Doméstico                             | Industria 4.0 Centro De Capacitación De Alta Tecnología                 |
| 5.Industria del plástico y del hule (SCIAN 326).                                                           | Suministro de Gas Natural por Ductos al Consumidor Final                        | Regulación Gubernamental Para El Aprovechamiento De Energías Renovables |
| 6.Otras industrias manufactureras (SCIAN 339).                                                             | Fab. de Instrumentos de Medición, Control, Navegación, y Eq. Médico Electrónico | Sistemas De Gestión De Calidad                                          |
| 7.Servicios de apoyo a los negocios (SCIAN 561).                                                           | Fabricación de otros Equipos y Accesorios Eléctricos                            | Turismo Gastronómico Y Naturaleza                                       |
| 8.Comercio al por menor en tiendas de autoservicio y departamentales (SCIAN 462).                          | Fabricación de Equipo de Audio y de Video                                       |                                                                         |
| 9.Servicios de preparación de alimentos y bebidas (SCIAN 722).                                             | Tratamiento y Disposición Final de Residuos                                     |                                                                         |
| 10.Fabricación de accesorios, aparatos eléctricos y equipo de generación de energía eléctrica (SCIAN 335). | Recubrimientos y Terminados Metálicos                                           |                                                                         |
|                                                                                                            | Fabricación de Maquinaria y Equipo para la Industria Metalmeccánica             |                                                                         |
|                                                                                                            | Fabricación de otros Productos Metálicos                                        |                                                                         |

| Tecate                 |                                                                                    |             |
|------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| Vocaciones productivas |                                                                                    |             |
| Consolidadas           | Por impulsar                                                                       | Por incubar |
|                        | Fabricación de Componentes Electrónicos                                            |             |
|                        | Fabricación de Equipo de Generación y Distribución de Energía Eléctrica            |             |
|                        | Fabricación de Herrajes y Cerraduras                                               |             |
|                        | Fabricación de Accesorios de Iluminación                                           |             |
|                        | Fabricación de Productos Metálicos Forjados y Troquelados                          |             |
|                        | Procesamiento Electrónico de Información, Hospedaje y otros Servicios Relacionados |             |

*Nota.* Consejo Coordinador Empresarial Baja California, 2023. Política de Desarrollo Empresarial. Baja California.

**Tabla 34**

*Rosarito. Vocaciones productivas*

| Playas de rosarito                                                                                                             |                                           |                               |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|-------------------------------|
| Vocaciones productivas                                                                                                         |                                           |                               |
| Consolidadas                                                                                                                   | Por impulsar                              | Por incubar                   |
| 1.Comercio al por mayor de materias primas agropecuarias y forestales, para la industria, y materiales de desecho (SCIAN 434). | Fabricación de Equipo de Audio y de Video | Tecnologías de la Información |

| Playas de rosarito                                                                                  |                                                                               |                                         |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| Vocaciones productivas                                                                              |                                                                               |                                         |
| Consolidadas                                                                                        | Por impulsar                                                                  | Por incubar                             |
| 2.Fabricación de muebles, colchones y persianas (SCIAN 337).                                        | Fabricación de otra Maquinaria y Equipo para la Industria en General          | Comercio Electrónico                    |
| 3.Servicios de preparación de alimentos y bebidas (SCIAN 722).                                      | Fabricación de Componentes Electrónicos                                       | Prototipado y Diseño Industrial Digital |
| 4.Fabricación de equipo de transporte (SCIAN 336).                                                  | Servicios Combinados de Apoyo en Instalaciones                                | Turismo Negocios                        |
| 5.Comercio al por menor en tiendas de autoservicio y departamentales (SCIAN 462).                   | Fabricación de Accesorios de Iluminación                                      | Gastronomía De Destino                  |
| 6.Comercio al por menor de vehículos de motor, refacciones, combustibles y lubricantes (SCIAN 468). | Fabricación de Maquinaria y Equipo para el Comercio y los Servicios           | Generar Identidad (Ciudad)              |
| 7.Servicios de alojamiento temporal (SCIAN 721).                                                    | Fabricación de Productos Metálicos Forjados y Troquelados                     | Economía Azul                           |
| 8.Servicios Inmobiliarios (SCIAN 531).                                                              | Procesamiento Electrónico de Información, Hospedaje y otros Serv Relacionados | Economía Naranja                        |

*Nota.* Consejo Coordinador Empresarial Baja California, 2023. Política de Desarrollo Empresarial. Baja California.

### Tabla 35

*Ensenada-San Quintín. Vocaciones productivas*

| Ensenada-San Quintín<br>Vocaciones productivas                                    |                                                                          |                |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|----------------|
| Consolidadas                                                                      | Por impulsar                                                             | Por incubar    |
| 1.Agricultura (SCIAN 111).                                                        | Fabricación de Equipo Aeroespacial                                       | Acuacultura    |
| 2.Comercio al por menor en tiendas de autoservicio y departamentales (SCIAN 462). | Fab. de Inst. de Medición, Control, Navegación, y Eq. Médico Electrónico | Cultura Y Arte |

| Ensenada-San Quintín<br>Vocaciones productivas                                                                               |                                                                         |                                                                 |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| Consolidadas                                                                                                                 | Por impulsar                                                            | Por incubar                                                     |
| 3.Comercio al por menor de vehículos de motor, refacciones, combustibles y lubricantes (SCIAN 468).                          | Servicios de Intermediación para el Transporte de Carga                 | Desarrollo Científico Y Tecnológico / Economía Del Conocimiento |
| 4.Comercio al por mayor de materias primas agropecuarias y forestales para la industria y materiales de desecho (SCIAN 434). | Transporte de Gas Natural por Ductos                                    | Diversidad De Áreas Naturales                                   |
| 5.Telecomunicaciones (SCIAN 517).                                                                                            | Fabricación de Componentes Electrónicos                                 | Economía Azul (Bio, Nanotech)                                   |
| 6.Servicios de preparación de alimentos y bebidas (SCIAN 722).                                                               | Fabricación de Equipo de Generación y Distribución de Energía Eléctrica | Ecoturismo                                                      |
| 7.Fabricación de productos a base de minerales no metálicos (SCIAN 327).                                                     | Fabricación de Resinas y Hules Sintéticos, y Fibras Químicas            | Industria Agroalimentaria                                       |
| 8.Comercio al por menor de abarrotes, alimentos, bebidas y hielo y tabaco (SCIAN 431).                                       | Fabricación de Herrajes y Cerraduras                                    | Industrias Creativas                                            |
| 9.Servicios de apoyo a los negocios (SCIAN 561).                                                                             | Fabricación de Accesorios de Iluminación                                | Innovación Tech                                                 |
| Industria del plástico y del hule (SCIAN 326).                                                                               | Servicios de Limpieza                                                   | Logística                                                       |
|                                                                                                                              | Servicios Relacionados con la Intermediación Crediticia no Bursátil     | Turismo De Gastronomía                                          |
|                                                                                                                              | Fabricación de Calderas, Tanques y Envases Metálicos                    | Turismo De Salud                                                |
|                                                                                                                              |                                                                         | Vitivinicultura / Agricultura                                   |

*Nota.* Consejo Coordinador Empresarial Baja California, 2023. Política de Desarrollo

Empresarial. Baja California.

**Tabla 36**

*Mexicali-San Felipe. Vocaciones productivas*

| Mexicali-San Felipe<br>Vocaciones productivas      |                               |                             |
|----------------------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------|
| Consolidadas                                       | Por impulsar                  | Por incubar                 |
| 1.Fabricación de equipo de transporte (SCIAN 336). | Fabricación y Reproducción de | Agroindustria De Alto Valor |

| Mexicali-San Felipe                                                                                                                   |                                                                                           |                                                                       |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|
| Vocaciones productivas                                                                                                                |                                                                                           |                                                                       |
| Consolidadas                                                                                                                          | Por impulsar                                                                              | Por incubar                                                           |
| 2.Comercio al por mayor de materias primas agropecuarias y forestales, para la industria, y materiales de desecho (SCIAN 434).        | Medios Magnéticos y Ópticos<br>Fabricación de Equipo Aeroespacial                         | Automotriz/Eu´S                                                       |
| 3.Agricultura (SCIAN 111).                                                                                                            | Fabricación de Automóviles y Camiones                                                     | Bioingeniería                                                         |
| 4.Fabricación de equipo de computación, comunicación, medición y de otros equipos, componentes y accesorios electrónicos (SCIAN 334). | Fabricación de Equipo de A/C, Calefacción, y de Refrigeración Ind y Com.                  | Centros De Innovación Especializados En Industria 4.0                 |
| 5.Industria Alimentaria (SCIAN 311).                                                                                                  | Fabricación de Aparatos Eléctricos de Uso Doméstico                                       | Creación De Producto/Patentes A Mercados Globales                     |
| 6.Comercio al por menor en tiendas de autoservicio y departamentales (SCIAN 462).                                                     | Fabricación de Instrumentos de Medición, Control, Navegación, y Equipo Médico Electrónico | Desarrollo De Infraestructura Para Producción De Energías Alternas    |
| 7.Servicios de apoyo a los negocios (SCIAN 561).                                                                                      | Comercio al Mayoreo de Mob. y Eq. de Cómputo y de Ofna, y de Maq. y Eq. Uso Gral          | Dispositivos Médicos                                                  |
| 8.Industria química (SCIAN 325).                                                                                                      | Servicios de Intermediación para el Transporte de Carga                                   | Electromovilidad                                                      |
| 9.Comercio al por menor de vehículos de motor, refacciones, combustibles y lubricantes (SCIAN 468).                                   | Fabricación de Equipo de Audio y de Video                                                 | Energético (Energías Renovables, Solar)                               |
| 10.Industria de las bebidas y del tabaco (SCIAN 312).                                                                                 | Industria Básica del Hierro y del Acero                                                   | Industria Aeroespacial                                                |
|                                                                                                                                       | Recubrimientos y Terminados Metálicos                                                     | Industrias Creativas                                                  |
|                                                                                                                                       | Fabricación de otra Maquinaria y Equipo para la Industria en General                      | Logística (Comercio Exterior/Aduanero, Transporte, Almacenaje, CEDIS) |
|                                                                                                                                       | Fabricación de otros Productos Metálicos                                                  | Mecatrónica                                                           |

| Mexicali-San Felipe    |                                                                         |                                                            |
|------------------------|-------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|
| Vocaciones productivas |                                                                         |                                                            |
| Consolidadas           | Por impulsar                                                            | Por incubar                                                |
|                        | Fabricación de Componentes Electrónicos                                 | Sector Salud/Biomédico/Healthcare                          |
|                        | Fabricación de Equipo de Generación y Distribución de Energía Eléctrica | Semiconductores                                            |
|                        | Fabricación de Herrajes y Cerraduras                                    | Servicios Profesionales                                    |
|                        | Fabricación de Productos de Hierro y Acero                              | Tecnologías De La Información -Desarrollo De Software - IT |
|                        | Fabricación de Accesorios de Iluminación                                | Turismo Médico & Aventura                                  |
|                        | Servicios Relacionados con el Transporte Aéreo                          |                                                            |
|                        | Servicios de Limpieza                                                   |                                                            |
|                        | Fabricación de Pulpa, Papel y Cartón                                    |                                                            |

*Nota.* Consejo Coordinador Empresarial Baja California, 2023. Política de Desarrollo

Empresarial. Baja California.

## Conclusiones

En lo que concierne a los resultados del estudio empírico de oferta y demanda, cabe destacar que, en el caso de Tijuana, la biotecnología se configura como una vocación productiva por incubar; mientras en que Ensenada, acuicultura se distingue como una vocación productiva también por incubar. La Universidad Autónoma de Baja California (UABC) concentra una mayoría significativa de las preferencias estudiantiles, y por tanto vocacionales, consolidándose como la institución líder en la región, destacando por su prestigio, calidad académica y amplia oferta educativa. En cuanto al estudio empírico de preferencias vocacionales, los resultados dan cuenta de una marcada preferencia por el campo de ciencias de la salud, reflejando el interés del estudiantado en

carreras que contribuyen al bienestar físico y mental. Por otro lado, las ciencias naturales y exactas (3.4%) y los programas emergentes (menos del 1%) dan cuenta de nichos de mercado con alto potencial, especialmente en sostenibilidad y economía digital. No obstante, es necesario un mayor esfuerzo de promoción para captar el interés del público en estas áreas. Por otro lado, áreas emergentes como tecnología y diseño comienzan a ganar terreno, aunque aún se encuentran en niveles relativamente bajos. Cabe decir que en el estudio vocacional no se preguntó a los estudiantes de bachillerato potenciales a egresar directamente por su preferencia respecto a la Licenciatura en Biotecnología en Acuicultura, no obstante, el 4.1% de los estudiantes aún no ha decidido su área de estudio.



## Estudio de Referentes

El estudio de referentes se conforma de tres actividades: análisis de la profesión y su prospectiva, comparativo de programas educativos y análisis de organismos nacionales e internacionales afines. Los resultados de dichas indagaciones tienen el propósito general de fundamentar la actualización del programa educativo.

### Análisis de la Profesión y su Prospectiva

#### *Objetivo*

Analizar las características de la profesión de la Licenciatura en Biotecnología en Acuicultura, sus campos, prácticas y prospectiva.

#### *Método*

Se llevó a cabo una revisión documental en bases de datos de acceso abierto con el fin de identificar información relevante en torno a los siguientes elementos: descripción y entorno de la profesión, competencias y campos de acción, profesiones afines y prospectiva.

#### *Resultados*

**Características, Campos de Estudio y Campo Profesional de la Biotecnología en Acuicultura.** El objetivo principal de la biotecnología en acuicultura es cubrir la demanda de alimentos provenientes de especies acuáticas. Las principales áreas en las que se ha aplicado la biotecnología en la producción acuícola y la gestión pesquera son: la mejora genética y el control de la reproducción; la bioseguridad y el control de enfermedades; la gestión ambiental y la biorremediación; y la preservación de la biodiversidad y la gestión pesquera (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura, 2010).

Asimismo, la Comisión Nacional de Pesca y Acuicultura (CONAPESCA, 2018, p. 278) define a la actividad en acuicultura como:

Cultivo de la fauna y flora acuáticas, mediante el empleo de métodos y técnicas para su desarrollo controlado en todo estudio biológico y ambiente acuático y en cualquier tipo de instalaciones de acuerdo con lo anterior, debe considerarse como acuicultura a la producción controlada de postlarvas, crías, larvas, huevos, semillas, cepas, algales y esporas en laboratorio, o el desarrollo y engorda de éstos en estanques artificiales, lagos, presas, así como en instalaciones ubicadas en bahías, estuarios y lagunas costeras, en el medio marino.

En cuanto a las características del programa Educativo de Biotecnología en Acuicultura, la Universidad Autónoma de Baja California (s. f.) busca formar profesionales capaces de brindar respuesta a los retos de desarrollo y consolidación de la acuicultura en México. Los egresados son profesionistas con una sólida formación teórica y práctica aplicada que se especializan en 1) la aplicación de tecnologías de cultivo modernas; 2) la elaboración de proyectos que incorporen tecnologías o procedimientos sustentables, mediante el uso de herramientas tecnológicas y de gestión para resolver las problemáticas de los sectores productivo y social; 3) el cultivo de organismos y/o generación de productos con base en la biotecnología para contribuir a la producción de alimentos de origen marino de alta calidad; y 4) la aplicación de métodos de control, manejo y prevención de enfermedades en los sistemas acuícolas.

La Licenciatura en Biotecnología en Acuicultura ha incorporado algunos de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la Agenda 2030 (ONU, s. f.), alineándose con los esfuerzos globales para promover la sostenibilidad. En específico, se prioriza la conservación y uso sostenible de los océanos, mares y recursos marinos (ODS 14) y la

erradicación del hambre mediante la mejora de la seguridad alimentaria y la nutrición (ODS 2).

Entre los diversos marcos para definir las Competencias para el Desarrollo Sostenible, Wiek et al. (2011) establecen 5 competencias clave:

1. Pensamiento sistémico: capacidad de analizar sistemas complejos en diferentes dominios y diferentes escalas.
2. Anticipatorio o competencia para pensar en el futuro: capacidad de analizar colectivamente, evaluar y visualizar escenarios sostenibles para el futuro.
3. Normativa o competencia de pensamiento de valores: capacidad para mapear colectivamente, especificar, conciliar y negociar valores, principios, metas y objetivos.
4. Pensamiento estratégico o competencia orientada a la acción: capacidad para diseñar e implementar intervenciones, transiciones y gobernanza transformadora.
5. Competencia interpersonal: capacidad para motivar, habilitar y facilitar la colaboración en la investigación y resolución de problemas.

Asimismo, los autores sugieren una sexta competencia que integre las cinco anteriores en la resolución de problemáticas para el desarrollo sostenible.

La industria acuícola demanda profesionistas de vanguardia que puedan integrarse a un campo laboral en expansión, aportando sus conocimientos especializados y definiendo estrategias de desarrollo profesional. Estos profesionales no solo contribuyen a la eficiencia y sostenibilidad de la producción acuícola, sino que también son actores clave en la implementación de innovaciones tecnológicas y prácticas sostenibles.

El programa en Biotecnología en Acuicultura de la UABC (s.f.) suscribe el campo profesional de los egresados en tres sectores:

- Sector público: ámbito agropecuario, dependencias de gobierno, organismos descentralizados como los comités de sanidad e inocuidad acuícola del país, comercio y fomento industrial e industrias paraestatales.
- Sector privado: industria primaria acuícola, industria de transformación, industrias farmacológicas e industrias de alimentos.
- Profesional independiente: empresa propia, empresas de consultoría y prestación de servicios profesionales en el campo.

**Profesiones Afines.** En sintonía con las directrices de la Asociación Nacional de Profesionales del Mar (ANPROMAR, 2008), la licenciatura en Biotecnología en Acuicultura pertenece a los Programas del ámbito marítimo-pesquero y acuícola. De acuerdo con su clasificación por niveles de producción, el programa educativo de mayor relación es Ingeniería en Pesquerías.

Igualmente, en México, otros programas afines al ámbito de las ciencias del mar son los siguientes (Zarza, 2021):

- Licenciatura en Biotecnología Acuícola/ Licenciatura en Biotecnología en Acuicultura
- Ingeniería en Acuicultura
- Biólogo Acuicultor
- Ingeniero Bioquímico en Ciencias Marítimas Alimentarias
- Ingeniero en Recursos acuáticos
- Ingeniería en Sistemas Costeros

- Licenciatura en Gestión de Zona Costera / Licenciatura en Manejo Sustentable de Zonas Costeras
- Ingeniería Oceánica
- Licenciatura Gestión de Recursos Marinos y Portuarios
- Licenciatura en Hidrobiología
- Licenciatura en Ecología Marina
- Licenciatura en Ciencias Marítimas

**Escenario y Prospectiva en el Contexto Nacional.** En el año de 1971 se crea la Dirección de Acuicultura a cargo de la Secretaría de Recursos Hidráulicos, y en 1981, se traslada a la Secretaría de Pesca. En 1995 cambia su nombre a Dirección General de Acuicultura bajo el mando de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAP) y en 2000 forma parte de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) (Zarza y Serrano, 2017). Finalmente, en 2018 cambia su nombre a Comisión Nacional de Pesca y Acuicultura (CONAPESCA) y se convierte en un órgano administrativo desconcentrado de la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER).

Bajo este contexto, el Programa Nacional de Pesca y Acuicultura 2020-2024 establecen los siguientes objetivos prioritarios (Secretaría de Gobernación, 2020):

1. Contribuir como actividad de pesca y acuicultura a la seguridad alimentaria prioritariamente a la población ubicada en zonas rurales.
2. Mejorar el ingreso y reducir la pobreza de comunidades pesqueras y acuícolas.
3. Garantizar el aprovechamiento sustentable de los recursos pesqueros y acuícolas de interés comercial.

De manera conjunta en el estado de Baja California se replica esta visión en el *Programa Estatal de Pesca y Acuacultura 2022-2027* (Secretaría de Pesca y Acuacultura [SEPESCA], 2022), cuyos 7 objetivos buscan garantizar el desarrollo sustentable y sostenible de las actividades económicas relacionadas con la pesca y la acuacultura en la entidad.

1. Contar con un sector pesquero y acuícola fortalecido, con desarrollo de capacidades en organización, administración, equipamiento, infraestructura y procesos productivos en los diferentes municipios del Estado.
2. Desarrollar el ambiente de negocios y de capacidades técnicas y organizacionales, para favorecer oportunidades de comercialización de productos y servicios del sector pesquero y acuícola del Estado a nivel local, nacional e internacional.
3. Contar con unidades de producción y de proceso de productos acuícolas y pesqueros establecidos en el Estado, libres de enfermedades e inocuos al consumo humano, generando alimentos nutritivos, sanos y de calidad.
4. Fortalecer el sector pesquero y acuícola, promoviendo la vinculación científica, tecnológica, productiva y comercial para el crecimiento sostenible y ordenado de sus actividades.
5. Contribuir al desarrollo sostenible pesquera y acuícola del Estado, basado en el marco de la legalidad, promoviendo medidas de vigilancia para la prevención de actos ilícitos.
6. Contar con la infraestructura operativa que permita potenciar la cadena de valor de las actividades productivas y comerciales del sector pesquero y acuícola en el Estado.

7. Contribuir al desarrollo económico, crecimiento y fortalecimiento de la pesca deportiva en el Estado, mediante el fomento, organización y promoción de la actividad.

Por último, en el escenario internacional de acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura (2010), FAO por sus siglas en inglés, existe un amplio consenso en que la acuicultura tiene el potencial de satisfacer la creciente demanda mundial de alimentos acuáticos saludables y nutritivos, y contribuir al crecimiento de las economías nacionales.

### **Conclusiones**

Los egresados del PE de Biotecnología en Acuicultura son profesionistas con una formación integral que se especializa en la aplicación de tecnologías de cultivo, así como en la administración organizacional para responder a los retos de producción y explotación potencial del sector acuícola en el país. El PE forma profesionales capaces de gestionar y desarrollar soluciones biotecnológicas técnicamente factibles, con una perspectiva ambiental, social y económicamente sostenible.

La profesión de Biotecnología en Acuicultura presenta un panorama prometedor y dinámico debido a la creciente demanda de productos acuícolas sostenibles, la preferencia por dietas más saludables, el interés gubernamental por impulsar el sector acuícola a nivel nacional y estatal, el avance tecnológico, el crecimiento del comercio internacional de productos acuícolas y las oportunidades en el mercado laboral (Secretaría de Gobernación, 2020; Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura, 2010).

Este sector en expansión genera una necesidad imperante de profesionales capacitados en biotecnología acuícola que puedan innovar y aplicar conocimientos avanzados para enfrentar los desafíos del sector, como el cambio climático, las enfermedades emergentes, y la gestión sostenible de los recursos acuáticos.

## **Análisis Comparativo de Programas Educativos**

### **Objetivo**

Realizar un análisis comparativo para identificar las mejores prácticas y características en los programas educativos nacionales e internacionales afines a la licenciatura de Biotecnología en Acuicultura, en conformidad con los criterios de calidad,

### **Método**

Se realizó una búsqueda de cinco programas educativos nacionales y cinco internacionales iguales o afines a la licenciatura en Biotecnología en Acuicultura. Las fuentes de información fueron: páginas web de las universidades, documentos universitarios oficiales, planes de estudio y mapas curriculares. Para el análisis de los PE se elaboraron 2 tipos de tablas comparativas, la primera de ellas describe sus características principales: objetivos, perfil de egreso y campo laboral; la segunda sintetiza algunas de las mejores prácticas de los programas educativos. En ambos casos, los referentes se agruparon en nacionales e internacionales.

### **Resultados**

Fueron identificados cinco programas nacionales afines al PE en Biotecnología en Acuicultura. Estos son: Bioingeniería en Acuicultura (Universidad Autónoma de Baja California Sur), Licenciatura en Biólogo Acuicultor (Universidad Autónoma de Sinaloa (UAS), Ingeniería en Acuicultura (Universidad Autónoma de Nayarit y Universidad del



Papaloapan) e Ingeniería en Acuacultura (Universidad Juárez Autónoma de Tabasco). La comparación de sus objetivos, perfil de egreso y campo laboral se muestra en la Tabla 37.

**Tabla 37***Características de programas nacionales afines al PE en Biotecnología en Acuicultura*

| Institución                                         | Programa                     | Objetivos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Perfil de egreso                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Campo laboral                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|-----------------------------------------------------|------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad Autónoma de Baja California Sur (UABCS) | Bioingeniería en Acuicultura | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Formar profesionistas de excelencia, con un enfoque interdisciplinario, en el ámbito de la Bioingeniería en Acuicultura que sean capaces de planear el desarrollo y manejo sustentable de la actividad, con responsabilidad, ética profesional y compromiso social.</li> <li>• Propósitos específicos de formación:<br/>Conocer el entorno social y natural para el acceso a los recursos, servicios y procesos biológicos de los sistemas de producción que permitan estrategias de conservación de especies amenazadas o en peligro de extinción.<br/>Conocer la normatividad y legislación para un manejo eficiente de los recursos de manera sustentable.<br/>Conocer los procesos de producción y proponer el incremento de valor agregado de los productos en cadena productiva que fomente la acuicultura como una actividad económica.</li> </ul> | <p>El egresado de Bioingeniería en Acuicultura tendrá la capacidad de:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Analizar el entorno ecológico, económico y social, para comprender la importancia de la fragilidad ambiental y el desarrollo sustentable, con base en el conocimiento del entorno regional.</li> <li>• Aplicar la normatividad y la legislación vigente para desarrollar un manejo y acuicultura sustentable.</li> <li>• Evaluar los procesos de producción y comercialización para generar nuevos productos.</li> <li>• Aplicar el conocimiento de estrategias para resolver problemas de investigación, innovación y desarrollo tecnológico en el área de biotecnología.</li> <li>• Evaluar de manera crítica el sentido primordial de la tarea universitaria para valorar su presencia en todo aquello en lo que esta realiza, actúa o procede, incluyendo el conocimiento de la sociedad y el saber mismo</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistemas productivos: empresas e incluso emprendimiento en negocios.</li> <li>• Investigación: Universidades y/o instituciones nacionales e internacionales.</li> <li>• Proyectos de innovación y desarrollo tecnológico.</li> <li>• Organismos públicos nacionales o internacionales, así como instituciones no gubernamentales.</li> </ul> |

| Institución | Programa | Objetivos                                                                                                                                                                                                                                                                       | Perfil de egreso | Campo laboral |
|-------------|----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|---------------|
|             |          | <p>Diseñar y formular proyectos de investigación, innovación y desarrollo tecnológico que den estrategias y solución en la aplicación de desarrollos biotecnológicos.</p> <p>Fomentar una formación integral promoviendo su participación en actividades extracurriculares.</p> |                  |               |

|                                       |                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|---------------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad Autónoma de Sinaloa (UAS) | Licenciatura en Biólogo Acuacultor | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Formar profesionales en el campo de la producción de organismos acuáticos, orientado hacia el uso sustentable de los mismos, con una formación interdisciplinaria que le permite aplicar los conocimientos sobre la biología de los recursos e interacciones ecológicas, haciendo uso de esquemas productivos que respetan el entorno ambiental, teniendo en cuenta los aspectos sociales, económicos y normativos en el proceso de producción. Altamente competitivos, críticos y comprometidos socialmente, con una visión científica y humanista, contribuyendo en la seguridad alimentaria con criterios de inocuidad y trazabilidad de sus productos.</li> <li>• Capacitar al educando para la evaluación, explotación y administración en forma racional de las especies marinas potencialmente capturables, asegurando un rendimiento máximo sostenido.</li> <li>• El egresado de la Licenciatura en Biólogo Acuacultor en su área de desempeño profesional cultiva y maneja recursos acuícolas con un enfoque sustentable. Aplica, desarrolla y transfiere biotecnología para la producción sustentable de organismos acuáticos. Posee una formación interdisciplinaria que permite incorporar aspectos sociales, económicos y normativos a la actividad acuícola. Ejerce su conocimiento ponderando los valores éticos para brindar mayores beneficios a la comunidad, con respeto a la ley y los códigos que dirigen su desempeño; reconoce el valor de la salud y del equilibrio medioambiental para el crecimiento y estabilidad personal física y emocional, de manera que dicha armonía se extienda hacia su entorno de manera sostenida y sustentable; cultiva el compañerismo, el trabajo en equipo y la coordinación de esfuerzos bajo la aspiración de mejorar las tareas académicas, los entornos laborales y la convivencia social en beneficio para la consecución de metas que impactan en las formas de entablar y mantener relaciones humanas positivas; asume con responsabilidad y ética el manejo de las Tecnologías del Aprendizaje y el Conocimiento y es capaz de reconducir las Tecnologías de la Información y Comunicación para la adquisición y actualización del conocimiento de manera permanente para su vida y su profesión; asimila, de manera autónoma y convencida, la necesidad de promover conductas que le orienten hacia el desarrollo del saber, del hacer y del convivir como formas</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Labora en granjas acuícolas de producción donde dirige y/o cultiva peces, moluscos y crustáceos.</li> <li>• Brinda asesoría a consultorías en formulación de proyectos para el diseño, aspectos de producción y cultivo de granjas acuícolas.</li> <li>• Trabaja en organismos del sector público y privado, como CONAPESCA, INAPESCA, comercializadoras, universidades.</li> </ul> |
|---------------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

| Institución                           | Programa                  | Objetivos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Perfil de egreso                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Campo laboral                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|---------------------------------------|---------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                       |                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | trascendentales de la existencia, en lo inmediato y en lo futuro y desarrolla nuevos enfoques interdisciplinarios y construye propuestas innovadoras a partir de la transdisciplina, desde las organizaciones gubernamentales, empresariales y sociales que inciden en el aprovechamiento, conservación y preservación de los recursos naturales marinos y costeros, articulando las escalas local y global de la evaluación y manejo.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Universidad Autónoma de Nayarit (UAN) | Ingeniería en Acuicultura | <ul style="list-style-type: none"> <li>Formar profesionales en diversas disciplinas que los ayudarán a diseñar, construir, evaluar y manejar diferentes sistemas de producción acuícola, así como adquirir habilidades científicas que los harán desarrollar su ingenio, en conjunto con un amplio sentido bioético, respetuoso del medio ambiente y con un alto compromiso social.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Diseñar, construir, evaluar y manejar sistemas y modelos de producción acuícola integrales (ciclos cerrados) con fines de aprovechamiento sustentable y repoblamiento de sistemas naturales, mediante el desarrollo de habilidades para la investigación científica, el conocimiento técnico de los aspectos de ingeniería y de la tecnología actual apropiada, que facilite su transferencia tecnológica en la construcción y operación de sistemas de cultivo de manera eficiente, con un amplio sentido de la bioética, compromiso social, y respeto al medio ambiente.</li> <li>Proponer, gestionar, elaborar, administrar, fiscalizar y coordinar proyectos de producción acuícola como actividad generadora de empleo, desarrollo económico y social que provean de proteína animal de alto valor nutricional para consumo humano, a través del conocimiento de aspectos de ingeniería y tecnología con un enfoque interdisciplinario.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Unidades de producción acuícola en el país</li> <li>Dependencias del sector de gobierno federal, estatal o municipal de gestión sustentable y administración de los recursos acuícolas: Secretaría de agricultura, ganadería, desarrollo rural, pesca y alimentación (SAGARPA) Secretaría de medio ambiente y recursos naturales (SEMARNAT) Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca (CONAPESCA) SEDER SEDECO</li> <li>Investigación científica</li> <li>Acuicultura comercial</li> </ul> |

| Institución                       | Programa                  | Objetivos | Perfil de egreso                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Campo laboral                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|-----------------------------------|---------------------------|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad del Papaloapan (UNPA) | Ingeniería en Acuicultura |           | <p>El Ingeniero en Acuicultura será capaz de:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Participar en la creación, dirección y asesoría de empresas de producción acuícola.</li> <li>• Desarrollar actividades de fomento investigación, diagnóstico, evaluación y regulación tendientes al manejo y conservación de los recursos naturales.</li> <li>• Formar técnicos, profesionistas y participando en los proyectos de investigación, básica y de desarrollo biotecnológico.</li> <li>• Asesorar la formulación de políticas y estrategias para el aprovechamiento de los recursos acuáticos así como su normalización.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• El egresado puede ejercer su profesión en forma independiente al crear su propia empresa de producción agrícola. También puede desempeñarse en los siguientes campos: La consultoría y asesoría técnica para la producción acuícola en empresas públicas o privadas sean regionales, estatales o nacionales, la promoción y administración de empresas acuícolas, la investigación científica y tecnológica en centros dedicados a la actividad acuícola, la docencia en instituciones de educación superior de enseñanza pecuaria.</li> </ul> |

| Institución                                   | Programa                  | Objetivos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Perfil de egreso                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Campo laboral                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|-----------------------------------------------|---------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT) | Ingeniería en Acuacultura | <ul style="list-style-type: none"> <li>Formar profesionistas altamente capacitados, capaces de promover, desarrollar y administrar proyectos acuícolas de manera eficiente, con los conocimientos y habilidades técnicas para evaluar, diseñar y supervisar sistemas de cultivo y manejo de pesquerías; con las competencias para operar eficazmente los sistemas de producción a partir de criterios de nutrición, reproducción, crecimiento, sanidad y calidad del agua, respetando el entorno.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Será capaz de proporcionar alternativas viables para incrementar la producción y optimizar el aprovechamiento racional de los organismos acuáticos a través de la adecuada integración de las técnicas de cultivo y el manejo de las pesquerías.</li> <li>Contará con los conocimientos y habilidades técnicas para evaluar, diseñar y supervisar sistemas de cultivo; operar eficazmente los sistemas de producción a partir de criterios de nutrición, reproducción, crecimiento, sanidad y calidad del agua, respetando el entorno.</li> <li>Asimismo será capaz de integrarse en proyectos de investigación a través de equipos interdisciplinarios para la adecuación, validación y/o innovación de tecnologías.</li> <li>Podrá orientar a grupos productivos en relación a aspectos técnicos, financieros y legales.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Unidades de producción de: crustáceos, peces, moluscos, reptiles y anfibios.</li> <li>Acuarios públicos y privados.</li> <li>Centros de producción acuícola del ámbito federal, estatal, municipal y privados.</li> <li>Secretaría de ganadería, agricultura, desarrollo rural, pesca y alimentación.</li> <li>Despachos de consultoría en acuacultura, desarrollo rural y normatividad acuícola.</li> <li>Centros de investigación en el área acuícola.</li> <li>Laboratorios de sanidad y/o nutrición acuícola.</li> </ul> |

*Nota.* Elaborado con base en información obtenida de la Universidad Autónoma de Baja California Sur (2022), Universidad Autónoma de Sinaloa (2016), Universidad Autónoma de Nayarit (2018), Universidad del Papaloapan (s.f.) y Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (2016).

En el mismo sentido, la Tabla 38 desglosa las características de cinco programas internacionales afines al PE en Biotecnología en Acuacultura.

**Tabla 38**

*Características de programas latinoamericanos afines al PE en Biotecnología en Acuicultura*

| Institución y País                        | Programa                                          | Objetivos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Perfil de egreso                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Campo laboral                                                                                                                                               |
|-------------------------------------------|---------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Concepción (IBMA)<br>Chile | Ingeniero/a en Biotecnología Marina y Acuicultura | <ul style="list-style-type: none"> <li>Formar profesionales de manera integral con especial énfasis en ciencias básicas y biotecnología marina, para su aplicación en el campo de los sistemas acuícolas. Proporcionar una sólida formación teórica y práctica aplicada al desarrollo de herramientas moleculares y biotecnológicas integradas a la ingeniería de procesos, problemáticas en la conservación, cultivo de organismos marinos y dulceacuícolas en general.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Se caracteriza por ser un profesional formado de manera integral desde el primer año de estudios en ciencias básicas y biotecnología marina para su aplicación en el campo de los sistemas acuícolas. Esto permite continuar con una formación más específica, teórica y práctica, aplicada al desarrollo de herramientas moleculares y biotecnológicas integradas a la ingeniería de procesos, problemáticas en la conservación, cultivo de organismos marinos y dulceacuícolas en general.</li> <li>Esto conlleva a la formación de un profesional emprendedor, innovador, altamente competente en biotecnología marina y acuícola, líder en su campo, capaz de gestionar y desarrollar soluciones biotecnológicas técnicamente factibles, económica, social y ambientalmente sustentables.</li> <li>Además, contará con las competencias necesarias para incorporarse en programas de formación de posgrado en diversas instituciones tanto nacionales como internacionales.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Investigación</li> <li>Producción de Recursos</li> <li>Conservación y Manejo de recursos</li> <li>Gestión</li> </ul> |



|                                                   |                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                           |
|---------------------------------------------------|---------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad Católica del Norte (UCN)<br><br>Chile | Ingeniería en Acuicultura | <p>Objetivos del Departamento de Acuicultura:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Formación y capacitación de profesionales en acuicultura.</li> <li>• Desarrollo de investigación aplicada y transferencia de tecnologías para la cría, propagación, manejo y administración de los recursos hidrobiológicos económicamente importantes para la acuicultura nacional, tanto nativos como introducidos.</li> <li>• Fomento y divulgación del conocimiento generado en acuicultura a la comunidad nacional e internacional a través de la asistencia técnica, la participación y la organización de eventos y la generación de publicaciones.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Se caracteriza por ser un(a) profesional emprendedor(a) e innovador(a) en el desarrollo y optimización de sistemas de cultivo en organizaciones productivas acuícolas; orientando su quehacer al bien común, al equilibrio social y a la preservación del entorno.</li> <li>• Es emprendedor(a), concentrando sus esfuerzos en el desarrollo de oportunidades tendientes a innovar en actividades productivas, utilizando para esto sus sólidos conocimientos en acuicultura.</li> <li>• Participa de equipos multidisciplinarios cuando las actividades lo requieran, considerando el aporte de otras disciplinas en su quehacer para lograr productos de calidad.</li> <li>• El/la Ingeniero(a) en Acuicultura de la UCN, desarrolla actividades productivas acuícolas, a través del diseño de sistemas de cultivos para especies hidrobiológicas de interés económico y social; siendo capaz de resolver problemas considerando la variabilidad de la actividad acuícola, la legislación vigente y las nuevas tecnologías, apoyado por una sólida formación en ingeniería, tecnología de cultivo y biología de recursos hidrobiológicos.</li> <li>• Administra recursos, personas y tiempos relacionados con actividades acuícolas, apoyado en sólidos conocimientos de gestión en el área.</li> <li>• En su acción equilibra el cuidado del medio ambiente y las demandas de la organización, asegurando un producto de calidad y el óptimo uso de los recursos.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Centros de Cultivo</li> <li>• Empresas Productivas</li> <li>• Organismos Públicos</li> <li>• Docencia e Investigación</li> </ul> |
|---------------------------------------------------|---------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

| Institución y País                    | Programa                 | Objetivos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Perfil de egreso                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Campo laboral                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|---------------------------------------|--------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad Andrés Bello<br><br>Chile | Ingeniero en Acuicultura | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Formar profesionales altamente calificados para el desarrollo y equilibrio de las actividades de cultivo, manejo y repoblamiento de especies hidrobiológicas, tanto de aguas costeras como interiores; ya sea para perfeccionar las técnicas empleadas o desarrollar nuevos procedimientos y productos, incorporando nuevas especies a las cadenas de valor.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Profesional con sólidos conocimientos en acuicultura marina y de aguas continentales. Su formación le permite resolver problemas y enfrentar el diseño, instalación, organización y control de sistemas de cultivos de recursos hidrobiológicos.</li> <li>• Puede desempeñarse en la administración y gestión empresarial en este rubro y está capacitado, además, para cumplir funciones en instituciones relacionadas con la investigación, desarrollo, manejo y conservación de recursos naturales y ambientales asociados a la acuicultura.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Empresas privadas, universidades, institutos de investigación y organismos públicos dedicados al desarrollo de la acuicultura productiva y a tecnologías innovadoras de cultivo.</li> <li>• Instituciones que trabajan en nuevas especies comerciales y en la recuperación de recursos hidrológicos.</li> </ul> |

| Institución y País                     | Programa    | Objetivos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Perfil de egreso                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Campo laboral                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|----------------------------------------|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Córdoba<br><br>Colombia | Acuicultura | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Formar profesionales integrales con altas calidades académicas, técnicas, humanísticas, con fundamento científico, criterios de sostenibilidad, capaces de producir y transformar productos acuícolas.</li> <li>● Diseñar y crear empresas acuícolas que respondan a las necesidades de orden nacional e internacional, interactuando inter y transdisciplinariamente, mejorando la calidad de vida de las comunidades y entornos de manera sostenible.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Profesional con sensibilidad social, sentido ético, antropológico y ambiental, comprometido con el desarrollo humano y regional, el respeto y la defensa del bienestar de los organismos acuáticos.</li> <li>● Posee conocimientos y habilidades para: garantizar la producción de organismos acuícolas, la generación, gerencia y administración de empresas acuícolas, el diseño y construcción de infraestructura de proyectos acuícolas, la sanidad y adecuada nutrición de organismos acuícolas, la utilización de tecnologías limpias y sostenibles.</li> <li>● Interviene en el control y protección de los alimentos, preservación de la salud pública y del ambiente, actúa con mentalidad empresarial, capacidad de gestión y liderazgo para solucionar los problemas del entorno, apoyado en la investigación y transferencia tecnológica.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Investigador en institutos, universidades, empresas pecuarias y centros de investigación en las áreas de la producción y transformación de productos acuícolas.</li> <li>● Gerencia en la producción de semilla, biomasa y/o reproductores en empresas acuícolas.</li> <li>● Líder en gestión, creación, innovación y transformación de empresas acuícolas.</li> <li>● Asesor en diseño y construcción de empresas acuícolas.</li> <li>● Planificador y ejecutor de proyectos de desarrollo del sector agropecuario de explotación en piscicultura, carcinocultura, malacocultura, en instituciones del sector agropecuario.</li> <li>● Promotor y ejecutor de planes y programas de repoblamiento de sistemas naturales y/ o artificiales.</li> </ul> |

| Institución y País                         | Programa            | Objetivos                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Perfil de egreso                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Campo laboral                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|--------------------------------------------|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad Científica del Sur<br><br>Perú | Ingeniería acuícola | Formar Ingenieros Acuícolas líderes en el diseño y la aplicación de propuestas y soluciones para la producción sostenible de alimentos e insumos industriales en ambientes acuáticos, en procura de satisfacer las necesidades actuales y futuras de la humanidad, de manera eficiente, competitiva y sostenible. | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Profesionales capaces de diseñar y aplicar soluciones para la producción sostenible de alimentos e insumos industriales en entornos acuáticos. Con sólida formación científica y humanista que les permite producir recursos hidrobiológicos con criterios de eficiencia, sostenibilidad, inocuidad, trazabilidad y alta calidad.</li> <li>● Los egresados se destacan por su capacidad para desempeñarse en el sector público y privado, participando en diversas fases del proceso de producción acuícola.</li> <li>● Tienen habilidades para gestionar, planificar, ejecutar y monitorear, así como para innovar en sistemas y metodologías de cultivo. Esto les permite lograr productos diversificados y con mayor valor agregado, siempre con una visión de desarrollo sostenible y ética profesional.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Diseño y gestión de proyectos de acuicultura sostenible.</li> <li>● Exportaciones acuícolas.</li> <li>● Consultorías y evaluación de proyectos.</li> <li>● Investigación de procesos para la alimentación de especies marinas.</li> <li>● Gestión de empresas de envasado y transporte de productos marinos.</li> <li>● Proyectos de protección de la biodiversidad marina.</li> </ul> |

*Nota.* Elaborado con base en información obtenida de la Universidad de Concepción (s.f.), Universidad Católica del Norte (s.f.), Universidad Andrés Bello (s. f.), Universidad de Córdoba (s. f.) y Universidad Científica del Sur (s. f.).

En lo que respecta a la identificación de buenas prácticas en los programas nacionales, la Tabla 39 describe fortalezas en los currículums y señala aquellos que poseen acreditaciones vigentes.

**Tabla 39**

*Mejores prácticas de programas nacionales afines al PE en Biotecnología en Acuicultura*

| Institución                                         | Programa, duración y créditos.                                  | Mejores prácticas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Acreditación                                                                                                 |
|-----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad Autónoma de Baja California Sur (UABCS) | Bioingeniería en Acuicultura (9 semestres) (Créditos n/a)       | <ul style="list-style-type: none"> <li>Entre las materias optativas ofertadas se encuentra: Técnicas de ingeniería genética, Inmunobiología en la acuicultura, Biotecnología acuícola, Acuaponia y Buceo.</li> <li>Oferta a sus estudiantes pasantías en el programa Verano de Investigación Científica y tecnológica del Pacífico.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                   | Comités interinstitucionales para la Evaluación de la Educación Superior<br>Vigencia 2023-12-14 / 2027-01-31 |
| Universidad Autónoma de Sinaloa (UAS)               | Licenciatura en Biólogo Acuicultor (9 semestres) (Créditos n/a) | <ul style="list-style-type: none"> <li>Con base en la profesionalización de su planta docente, la Escuela de Ciencias del Mar ha signado convenios de desarrollo con la Comunidad Económica Europea en proyectos de investigación, distinguiéndose nacional e internacionalmente por sus programas de Protección a la tortuga marina y a otras especies en peligro de extinción.</li> <li>El uso compartido de los laboratorios en investigación y docencia han permitido involucrar a los estudiantes hacia la vocación científica y elección de tesis como modalidad de titulación.</li> </ul> | Comités interinstitucionales para la Evaluación de la Educación Superior<br>Vigencia 2022-11-24 2027-12-31   |
| Universidad Autónoma de Nayarit (UAN)               | Ingeniería en Acuicultura (9 semestres) (Créditos 337)          | <ul style="list-style-type: none"> <li>Sus líneas de formación son:<br/>Manejo de sistemas acuícolas<br/>Biología de las especies comerciales<br/>Acuicultura sustentable<br/>Diseño y construcción de sistemas acuícolas<br/>Desarrollo de habilidades para la investigación<br/>Ecosistemas acuáticos</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                               | Asociación Nacional de Profesionales del Mar, ANPROMAR, A. C.<br>01/03/2024                                  |

| Institución                                   | Programa, duración y créditos.                          | Mejores prácticas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Acreditación                                                                |
|-----------------------------------------------|---------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|
| Universidad del Papaloapan (UNPA)             | Ingeniería en Acuicultura (10 semestres) (Créditos n/a) | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Optativas:               <ul style="list-style-type: none"> <li>Cultivo de especies exóticas "Acuarismo"</li> <li>Reproducción de organismos Acuícolas</li> <li>Cultivos de Apoyo II</li> <li>Fertilización Acuícola</li> <li>Cultivo larvario de crustáceos</li> </ul> </li> </ul>                                                                                                                                                                                                                      | n/a                                                                         |
| Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT) | Ingeniería en Acuicultura (4 a 7 años) (Créditos 432)   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Su plan de estudios flexible pretende desarrollar la capacidad para crear técnicas y herramientas para la solución de problemas tecnológicos sin descuidar el aspecto social y ambiental en las soluciones, respondiendo a las nuevas políticas educativas nacionales e institucionales. Su currículo se considera flexible, en cuanto a contenidos, espacios y tiempos y está conformado por cuatro áreas de formación: General, Integral Profesional, Sustantiva Profesional y Transversal.</li> </ul> | Asociación Nacional de Profesionales del Mar, ANPROMAR, A. C.<br>06/05/2019 |

*Nota.* Elaborado con base en información obtenida de la Universidad Autónoma de Baja California Sur (2022), Universidad Autónoma de Sinaloa (2016), Universidad Autónoma de Nayarit (2018), Universidad del Papaloapan (s.f.), Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (2016), Comités interinstitucionales para la Evaluación de la Educación Superior (2023) y Asociación Nacional de Profesionales del Mar (2020).

Asimismo, la Tabla 40 sintetiza la revisión correspondiente a las mejores prácticas de los programas educativos internacionales y su duración.

**Tabla 40**

*Mejores prácticas de programas internacionales afines al PE en Biotecnología en Acuicultura*

| Institución                                   | Programa y duración                                              | Mejores prácticas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|-----------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Concepción (IBMA)<br>Chile     | Ingeniero/a en Biotecnología Marina y Acuicultura (10 semestres) | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Bachiller en Aplicación de las Ciencias del Mar en 4 semestres, Licenciado/a en Biotecnología Marina y Acuicultura en 8 semestres y al título profesional de Ingeniero/a en Biotecnología Marina y Acuicultura en 10 semestres.</li> <li>● A través de prácticas profesionales, el estudiante se familiariza con su campo laboral y complementa estas experiencias con la formulación y desarrollo de un proyecto de investigación conducente al título profesional.</li> </ul>                 |
| Universidad Católica del Norte (UCN)<br>Chile | Ingeniería en Acuicultura (10 semestres)                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>● El Departamento de Acuicultura ha generado tecnologías y procesos aplicables al sector productivo; en este sentido, busca generar nuevas líneas de investigación en el cultivo de Moluscos, Peces, Algas y Crustáceos, poseer una vinculación con el sector productivo y fomentar la formación de capital humano a través de la carrera de Ingeniería en Acuicultura.</li> </ul>                                                                                                                |
| Universidad Andrés Bello<br>Chile             | Ingeniero en Acuicultura (10 semestres)                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>● El Centro de Investigaciones Marinas Quintay (CIMARQ) es un importante pilar de la carrera, donde los alumnos desarrollan actividades prácticas y de investigación, junto a diversas actividades de vinculación con el medio y difusión. En CIMARQ se han desarrollado tecnologías para el cultivo, repoblamiento y transporte vivo de peces e invertebrados marinos como la cabrilla, congrio, erizo, jaiba, lapa, langostam lenguado, locate, loco en Chile continental e insular.</li> </ul> |

| Institución                                | Programa y duración                   | Mejores prácticas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|--------------------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Córdoba<br><br>Colombia     | Acuicultura<br>(10 semestres)         | <ul style="list-style-type: none"> <li>• El programa ha realizado ajustes a su currículo en tres oportunidades y desde el segundo semestre del 2019 ofrece la tercera versión del plan curricular.</li> <li>• La flexibilidad curricular facilita el desarrollo de la autonomía de los estudiantes tanto en su elección académica como en sus métodos y ritmos de trabajo para racionalizar los planes de estudio y adelantar procesos de transferencia y homologación.</li> <li>• Desde el primer semestre, la transversalidad se promueve en el estudiante mediante el desarrollo las habilidades y competencias que van a aplicar su vida profesional y personal a través de los cursos básicos y específicos de su período de formación. Áreas de conocimiento: ciencias básicas, básica profesional, profesional específica y socio-humanística.</li> <li>• El programa orienta la formación investigativa para desarrollar o fortalecer las siguientes líneas de investigación: Sistemas de producción acuícola, Sanidad acuícola y calidad de agua, Reproducción y mejoramiento genético, Nutrición y alimentación y Gestión ambiental.</li> </ul> |
| Universidad Científica del Sur<br><br>Perú | Ingeniería acuícola<br>(10 semestres) | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Enfoque del plan de estudios: Recursos Hidrobiológicos y Sostenibilidad, Gestión Empresarial Acuícola, Ciencia y Proyección de Organismos Acuáticos, Producción y Tecnología.</li> <li>• Único programa en Perú que integra: Ingeniería, Biología y Administración.</li> <li>• Acceso al Centro Experimental Acuícola VITAPRO, donde se desarrolla una metodología de digestibilidad in vitro ayudando a los estudiantes a practicar con casos reales conectados con la industria.</li> <li>• Posee laboratorio de Investigación de Cultivos Marinos (Pisco) y Biología Molecular, Ecología Marina, Oceanografía y Larvicultura.</li> <li>• Convenios internacionales con universidades líderes de Brasil y Chile. Convenios nacionales con PRODUCE, PNIPA, IMARPE, VITAPRO e Innovate Perú.</li> <li>• Metodología funcional: enfoque internacional que brinda oportunidades de empleabilidad. Seis opciones de doble grado internacional.</li> </ul>                                                                                                                                                           |

*Fuente:* elaborado con base en información obtenida de la Universidad de Concepción (s. f.), Universidad Católica del Norte (s. f.), Universidad Andrés Bello (s. f.), Universidad de Córdoba (s. f.) y Universidad Científica del Sur (s. f.).



## Conclusiones

En el contexto nacional, tres de los programas comparados comparten el nombre de Ingeniería en Acuicultura/Acuicultura, uno de ellos se denomina Licenciatura en Biólogo Acuicultor, y el quinto es Bioingeniería en Acuicultura. En todos los casos se observan altas similitudes en los objetivos, perfil de egreso y campo laboral. A excepción del programa de Ingeniería en Acuicultura de la Universidad del Papaloapan (UNPA), todos mencionan explícitamente poseer un enfoque interdisciplinario, buscar el desarrollo sostenible y formar profesionales con compromiso social. Asimismo, las cinco carreras coinciden en que el campo laboral de la profesión se encuentra en diversos organismos e instituciones del sector público, industrias del sector privado y empresas independientes.

Los programas de las tres Universidades Autónomas de Baja California Sur, Sinaloa y Nayarit tienen una duración de 9 semestres; mientras que el de la Universidad del Papaloapan se estructura en 10 semestres y el de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, al poseer un plan de estudios flexible, puede tener una duración de 4 a 7 años.

De acuerdo con el Padrón de Programas Acreditados de los Comités interinstitucionales para la Evaluación de la Educación Superior (CIEES), los programas de Bioingeniería en Acuicultura y Licenciatura en Biólogo Acuicultor cuentan con acreditaciones vigentes. De igual manera, los programas de Ingeniería en Acuicultura de la Universidad Autónoma de Nayarit y el de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco se encuentran acreditados por la Asociación Nacional de Profesionales del Mar (ANPROMAR).

Finalmente, en el escenario internacional, tres de los cinco programas de referencia se encuentran en Chile, uno en Colombia y el último en Perú. Todos ellos poseen una duración de 10 semestres y únicamente el programa de la Universidad de

Concepción comparte el énfasis en biotecnología. Entre las mejores prácticas a resaltar se encuentran la vinculación con el sector productivo, la colaboración con centros de investigación especializados, flexibilidad curricular (selección de cursos optativos y homologación) y la opción de doble grado con universidades internacionales.

## Análisis de Organismos Nacionales E Internacionales

### Objetivo

Analizar los referentes nacionales e internacionales que señalan las competencias, contenidos de dominio y prácticas de la licenciatura en Biotecnología en Acuicultura para apoyar la actualización del plan de estudios.

### Método

Una vez identificados los organismos relacionados al gremio en Biotecnología en Acuicultura se realizó una búsqueda documental de las prácticas y competencias nucleares que la profesión exige en la actualidad.

### Resultados

En la Tabla 41 se describen algunos aspectos para el análisis de programas en ciencias agropecuarias de acuerdo con el Marco de referencia para la Evaluación, el cual fue elaborado por uno de los Comités Interinstitucionales para la Evaluación de la Educación Superior (2001).

#### Tabla 41

*Marco de referencia, CIEES*

---

Organización: Comités Interinstitucionales para la Evaluación de la Educación Superior (CIEES), Comité de Ciencias Agropecuarias  
 Documento: Marco de referencia para la Evaluación  
 Contenido de interés: Aspectos clave para la evaluación de programas en ciencias agropecuarias.

---

---

|                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|----------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Desafíos de la educación e investigación agropecuaria, pesquera y acuícola | <ul style="list-style-type: none"> <li>· Unificación de la formación profesional que brindan las instituciones de educación superior con las necesidades de los sistemas de producción.</li> <li>· Integración de conocimientos y relación activa con los avances de la ciencia y la tecnología para aplicar a la realidad productiva.</li> <li>· Desarrollo de: 1. Habilidades cognitivas complejas, 2. Actitudes que permitan afrontar responsabilidades y compromisos éticos, sociales, humanos y ambientales, 3. Capacidades para proponer, actuar y transformar colectivamente la realidad productiva que se ha de abordar. Por ejemplo, falta de vinculación y utilización de unidades productivas (barcos, plantas industriales, granjas, etcétera).</li> <li>· Promoción de los programas de actualización y educación continua.</li> <li>· Planes de estudio que integren contenidos relativos a la administración, organización de productores y la comercialización de productos e insumos.</li> </ul> <p>Formar profesionales capaces de:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Contribuir a la reorientación de la matriz tecnológica de la agricultura, la producción animal, la pesca y la acuicultura.</li> <li>2. Promover un desarrollo agropecuario sustentable.</li> <li>3. Asumir el compromiso de contribuir a reducir la pobreza en México</li> </ol> |
| Vertientes principales para la investigación                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>· Investigación biotecnológica para el cultivo de especies nativas.</li> <li>· Investigación en producción orgánica: revaloración, adaptación y mejoramiento de las tecnologías autóctonas.</li> <li>· Investigación en producción campesina: generar innovaciones tecnológicas apropiadas a la diversidad ambiental y a los recursos humanos y económicos.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |

Áreas del conocimiento que deberán ser cubiertas en la formación profesional

1. Ciencias naturales y exactas básicas: proporcionar el conocimiento fundamental de la naturaleza de los fenómenos, incluyendo sus expresiones cuantitativas; deberán incluir matemáticas, química, física y biología en niveles adecuados, aplicados a la solución de los problemas de los productores. Estos cursos, en conjunto, deben cubrir un mínimo de dos semestres (no necesariamente los iniciales). No deben ser repetitivos de lo que se imparte en el nivel medio superior. El contenido de estos cursos deberá prever el uso del cómputo como herramienta. Comprenderán 25% del programa.
2. Ciencias naturales y exactas fundamentales del programa: estos estudios deberán conectar las ciencias básicas y las de aplicación de la carrera con otros aspectos relativos a la disciplina específica. Comprenderán 30% del programa.
3. Ciencias naturales y exactas aplicadas del programa: deberán considerar los procesos de aplicación de las ciencias fundamentales del programa para proyectar y manejar racionalmente, con respecto a la ecología, sistemas de producción agropecuaria y pesquera, así como metodologías de diseño de la producción, patología, de seguridad e higiene. Comprenderán 30% del programa.
4. Ciencias sociales y humanidades aplicadas del programa: deberán incluirse contenidos de ciencias sociales y humanísticas, tales como filosofía, antropología, administración, economía, sociología, y ética, que deberán guardar un balance adecuado. Comprenderán 10% del programa.  
Se sugiere incorporar las ciencias sociales dentro de algunos cursos que componen el currículum, o bien, diseñar talleres, módulos o seminarios donde se analicen las relaciones y aportes de estas ciencias con la producción agropecuaria, pesquera y acuícola.
5. Otros contenidos: deben complementar la formación según las necesidades del mercado laboral y requerimientos de comunicación y relaciones entre diversas sociedades (informática, idiomas). Comprenderán 5% del programa.

|                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Infraestructura requerida                                                                      | <p>En los programas de acuacultura, laboratorio de físico-química, de nutrición o bromatología, de zoología general y de patología. Asimismo, se deberá contar con un taller para el mantenimiento de equipo, con bodega, y con vehículo para transporte de crías, tractor, lancha y camioneta. La infraestructura más importante de este programa es la granja acuícola, que debe tener las unidades de producción de crías, recepción, reproducción (una por cada grupo zoológico) y crecimiento, y contar con laboratorio general, bodega y talleres.</p> <p>Además, instalaciones con acuarios, sistema de oxigenación y equipo de campo como salinómetros, oxímetros, medidor de pH, etcétera.</p> |
| Consideración en el plan de estudios para la vinculación con los sectores social y productivo. | <p>La vinculación del plan de estudios con los sectores social y productivo debe ser una preocupación permanente del programa, por lo que el plan de estudios debe precisar cuáles son los mecanismos de vinculación concretos con estos sectores (visitas técnicas, prácticas en empresas, unidades productivas, convenios, prácticas profesionales, opinión de productores respecto al plan de estudios, servicios de asistencia a productores, etc.). El plan deberá hacer explícito y evidenciar por lo menos cinco acciones concretas de vinculación con los sectores social y productivo.</p>                                                                                                     |

*Nota.* Elaborado con base en información obtenida de Comités Interinstitucionales para la Evaluación de la Educación Superior (2001).

Por otra parte, en la Tabla 42 se describen las 14 competencias genéricas que la Asociación Nacional de Profesionales del Mar (ANPROMAR) propone integrar de forma transversal en los currículos universitarios.

#### **Tabla 42**

*Marco de referencia, ANAPROMAR*

|                                                                                                          |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Organización: Asociación Nacional de Profesionales del Mar (ANAPROMAR)                                   |
| Documento: Metodología para la acreditación de las Licenciaturas del área de las Ciencias del Mar        |
| Contenido de interés: Competencias genéricas, que de forma transversal deben presentarse en el currículo |

- 
1. Promoción de los valores que permitan el cumplimiento del compromiso ético.
  2. Fomento de la responsabilidad social y compromiso ciudadano.
  3. Capacidad creativa.
  4. Capacidad de investigación.
  5. Capacidad de aprender y actualizarse permanentemente (estrategias para aprender a aprender y de habilidades del pensamiento).
  6. Capacidad de abstracción, análisis y síntesis.
  7. Habilidades en el uso de las TIC.
  8. Capacidad de comunicación oral y escrita.
  9. Capacidad de comunicación en un segundo idioma.
  10. Capacidad de trabajo en equipos multidisciplinarios.
  11. Compromiso con la preservación del medio ambiente.
  12. Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas.
  13. Compromiso con su medio socio – cultural.
  14. Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.
- 

*Nota.* elaborado con base en información obtenida de la Asociación Nacional de Profesionales del Mar (2016).

Aunado a las competencias genéricas mencionadas, la Organización Internacional del Trabajo OIT (2021), define un listado de habilidades básicas para egresados de la educación superior, véase Tabla 43.

**Tabla 43**

*Marco de referencia, OIT*

|                                                                                          |                                                                                                                                                                                                  |
|------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Organización: Organización Internacional del Trabajo (OIT)                               |                                                                                                                                                                                                  |
| Documento: Marco Global de Habilidades Básicas para la Vida y el Trabajo en el Siglo XXI |                                                                                                                                                                                                  |
| Contenido de interés: Habilidades básicas para egresados de la educación superior        |                                                                                                                                                                                                  |
| Habilidades sociales y emocionales                                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>· Comunicación</li> <li>· Colaboración y trabajo en equipo</li> <li>· Resolución de conflictos y negociación</li> <li>· Inteligencia emocional</li> </ul> |

---

|                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Habilidades cognitivas y metacognitivas                                           | <ul style="list-style-type: none"> <li>· Alfabetización fundamental en aritmética, salud, finanzas, ciencia, cultura y civismo</li> <li>· Pensamiento analítico y crítico</li> <li>· Pensamiento creativo e innovador</li> <li>· Pensamiento estratégico</li> <li>· Resolución de problemas y toma de decisiones</li> <li>· Metacognición</li> <li>· Recopilar, organizar y analizar información</li> <li>· Planeación y organización</li> <li>· Gestión de metas profesionales</li> </ul> |
| Habilidades digitales básicas                                                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>· Uso de <i>hardware</i> básicos</li> <li>· Uso de <i>softwares</i> básicos</li> <li>· Uso seguro y ético de los medios digitales</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Habilidades básicas para trabajos responsables con el medio ambiente <sup>1</sup> | <ul style="list-style-type: none"> <li>· Conciencia ambiental</li> <li>· Reducción y gestión de residuos</li> <li>· Eficiencia energética e hídrica</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |

*Nota.* Elaborado con base en información obtenida de la Organización Internacional del Trabajo (2021).

<sup>1</sup> La clasificación de trabajos responsables con el medio ambiente corresponde a la traducción al español del término *green jobs*, el cual pertenece al texto de referencia.

## Conclusiones

Uno de los principales referentes es el Comité de Ciencias Agropecuarias que forma parte de los Comités Interinstitucionales para la Evaluación de la Educación Superior. Si bien, su Marco de Referencia para la Evaluación data del año 2001, este brinda una visión global y vigente de los aspectos clave a considerar en la actualización de programas educativos relacionados a las ciencias agropecuarias a la vez que brinda indicadores básicos de calidad. Ejemplo de lo anterior son las áreas de conocimiento que deben cubrir las mallas curriculares, la infraestructura requerida en los espacios universitarios, la vinculación con los sectores social y productivo y la integración de temáticas de investigación prioritarias para la disciplina. Aunado a esto, el documento presenta algunos de los desafíos de la educación e investigación acuícola entre los que



se destaca la promoción del desarrollo agropecuario sustentable, la integración de los avances tecnológicos y la vinculación entre las necesidades de los sistemas de producción y la formación profesional que ofertan los PE.

Por su parte, ANPROMAR (2016) sugiere la presencia de 14 competencias genéricas en los programas educativos de Ciencias del Mar. Desde competencias relacionadas al compromiso ciudadano y cuidado del medio ambiente, hasta capacidades para la investigación.

En la misma sintonía, la OIT (2021), propuso el Marco Global de Habilidades Básicas para la Vida y el Trabajo en el Siglo XXI, en este documento se definen un conjunto de habilidades esenciales para la vida personal y laboral contemporánea. Las 4 habilidades principales son: Sociales y emocionales, Cognitivas y metacognitivas, Digitales básicas y Básicas para empleos comprometidos con el cuidado del medio ambiente, mismas que de acuerdo con la OIT, promueven una fuerza laboral resiliente y capacitada para los retos del futuro.

## Evaluación Interna del Programa Educativo

### Evaluación de Fundamentos y Condiciones de Operación del Programa Educativo

#### *Objetivo*

Evaluar los fundamentos y condiciones de operación del programa educativo de Biotecnología en Acuicultura para fundamentar su actualización. De forma específica se busca analizar los propósitos, misión y visión del programa educativo, así como las condiciones de operación del programa a partir de las experiencias y opiniones de los estudiantes y docentes.

#### *Objetivos Específicos*

- Analizar los propósitos, misión, visión del programa educativo
- Analizar las condiciones generales de operación del programa educativo

#### *Método*

Para la evaluación de los fundamentos y condiciones de operación del programa educativo se llevaron a cabo dos investigaciones: documental y empírica. A través de estas, se analizaron la misión, visión, objetivos, perfil de ingreso, perfil de egreso, matrícula total y de nuevo ingreso, presupuesto y recursos, así como la estructura organizacional de operación.

Para la investigación documental, se consultaron fuentes de información como el plan de estudios 2018-1 de la Licenciatura en Biotecnología en Acuicultura y el Modelo educativo de la UABC (UABC, 2018b). Para el análisis y ordenamiento de información se acudió a la técnica de *Análisis de Contenido* con base en dos categorías: 1) Propósitos

del programa, misión y visión, y 2) Condiciones generales de operación del programa. Para ello se describen y analizan cada uno de los indicadores de las categorías como lo establece la *Metodología de los estudios de fundamentación para la creación, modificación y actualización de programas educativos de licenciatura* (Serna y Castro, 2018).

La investigación empírica se realizó a través de la técnica de la encuesta, para lo cual fue necesario diseñar dos cuestionarios; uno dirigido a la población de los académicos del programa educativo y otro a los estudiantes en curso, con la finalidad de identificar algunas características sociodemográficas.

El cuestionario dirigido a docentes y el cuestionario para estudiantes en la sección demográfica se conformó por 4 y 5 reactivos respectivamente, ambos de opción múltiple y preguntas de respuesta abierta.

La aplicación de los instrumentos se llevó a cabo mediante la plataforma *Google Forms*. Se obtuvieron las respuestas de 22 profesores y 19 estudiantes. Los datos recabados fueron analizados a través de estadística descriptiva; se agruparon los datos cuantitativos, en porcentajes o frecuencias. El procedimiento permitió organizar y analizar el contenido de la información generada.

## **Resultados**

**Misión y Visión.** Si bien la LBA, no posee misión y visión propia, el programa educativo responde a las metas de la Facultad en Ciencias Marinas, las cuales se describen de la siguiente manera:

**Misión.** Formar profesionistas de excelencia en el área de ciencias del mar y medio ambiente, capaces de generar, aplicar y transferir de manera colaborativa el conocimiento de los procesos naturales y antropogénicos mediante el uso de la ciencia, la

tecnología y la innovación, para plantear soluciones sustentables a los problemas que estos generan, con responsabilidad social y compromiso ético.

**Visión.** En el año 2030, la Facultad de Ciencias Marinas de la UABC continúa siendo reconocida en los ámbitos nacional e internacional, por la formación de profesionistas líderes, capaces de generar, aplicar y transferir el conocimiento, por su vinculación con los sectores social, gubernamental y privado, y por su contribución al desarrollo sustentable de la sociedad bajacaliforniana y del país.

**Perfil de Ingreso.** Como parte de los requisitos que conforman el perfil de ingreso, los interesados en estudiar el programa de Biotecnología en Acuicultura deberán ser egresados del nivel medio superior y es deseable que posean las siguientes características (UABC, 2023):

- Conocimientos básicos: biología, química, matemáticas, física, computación.
- Habilidades: razonamiento lógico, organización en su trabajo y tiempos, comprensión oral y escrita, disciplina y trabajo en equipo.
- Valores y aptitudes: interés por las ciencias naturales, disciplina para trabajar con organismos vivos, respeto al medio ambiente

**Perfil de Egreso.** De acuerdo con el Plan de Estudios 2018-1 (UABC, 2023) de la carrera, el egresado del programa de la Licenciatura en Biotecnología en Acuicultura es un profesional que se especializa en la aplicación de técnicas biotecnológicas en la acuicultura y la gestión sostenible de los recursos acuáticos. El campo laboral se describe como muy específico y centrado en el sector acuícola y la conservación de los ecosistemas acuáticos, donde puede desempeñar roles relacionados con la cría y cultivo de especies acuáticas, la mejora genética de organismos acuáticos y la gestión de sistemas de producción acuícola. También puede contribuir al desarrollo de tecnologías y

procesos innovadores para mejorar la producción y la sostenibilidad de la acuicultura, investigación científica, estudio de la genética de las especies acuáticas, mejora de las prácticas de manejo acuícola o la conservación de las poblaciones de organismos acuáticos en peligro; así como participar en proyectos de conservación marina y gestión de recursos acuáticos.

Dado lo anterior, es competente para:

- Implementar tecnologías de cultivo, adaptando las existentes a las necesidades socioeconómicas del país, para la producción de especies de importancia comercial, cuidando la sustentabilidad del entorno con ética y responsabilidad.
- Proponer proyectos en acuicultura que incorporen tecnologías o procedimientos sustentables, mediante el uso de herramientas tecnológicas y de gestión para resolver las problemáticas de los sectores productivo y social, con actitud emprendedora y conciencia social.
- Cultivar organismos y/o generar productos con base en la biotecnología aplicada en la acuicultura para contribuir a la producción de alimentos de alta calidad, con actitud honesta y responsable.
- Aplicar métodos de control, manejo y prevención de enfermedades en los sistemas acuícolas mediante diagnósticos de las principales enfermedades que afectan a los organismos de importancia comercial en acuicultura para beneficiar la producción, con honestidad y respeto al medio ambiente.

**Campo Laboral.** Acorde al Plan de Estudios 2018-1 de la Licenciatura en Biotecnología en Acuicultura (UABC, 2023), el profesionista egresado puede desempeñarse dentro de los siguientes sectores y actividades.

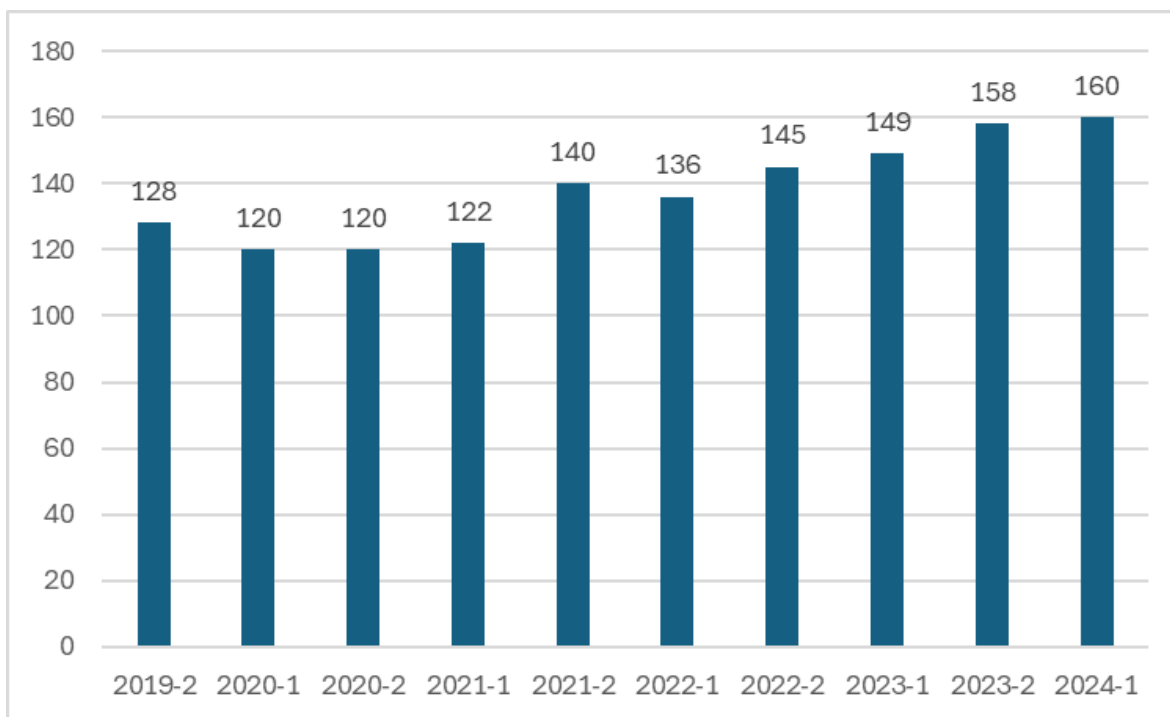
- Sector público
  - Industria primaria acuícola
  - Industria de transformación
  - Industrias farmacológicas
  - Industrias de alimentos
- Sector privado
  - Ámbito agropecuario
  - Dependencias de gobierno
  - Organismos descentralizados como los comités de sanidad acuícola del país
  - Comercio y fomento industrial
  - Industrias paraestatales
- Profesional independiente
  - Empresa propia
  - Empresas de consultoría
  - Prestación de servicios profesionales en campo

#### **Condiciones Generales de Operación del Programa Educativo.**

***Matrícula Total y de Primer Ingreso.*** Con base en la Figura 34, la matrícula general estudiantil del PE se ha mantenido relativamente estable desde el periodo 2019-2 con un aumento del 20% de matrícula total al periodo 2024-1. Si bien se observan leves decrementos entre los periodos de 2020-1 a 2022-1 (periodo compatible con el impacto inicial de la pandemia), en los últimos cuatro periodos se observa un incremento que muestra una leve tendencia a la alza; cabe mencionar que en los próximos años esta condición podría cambiar dado que en los últimos periodos se ha observado una disminución de estudiantes matriculados en la carrera (ver Figura 38).

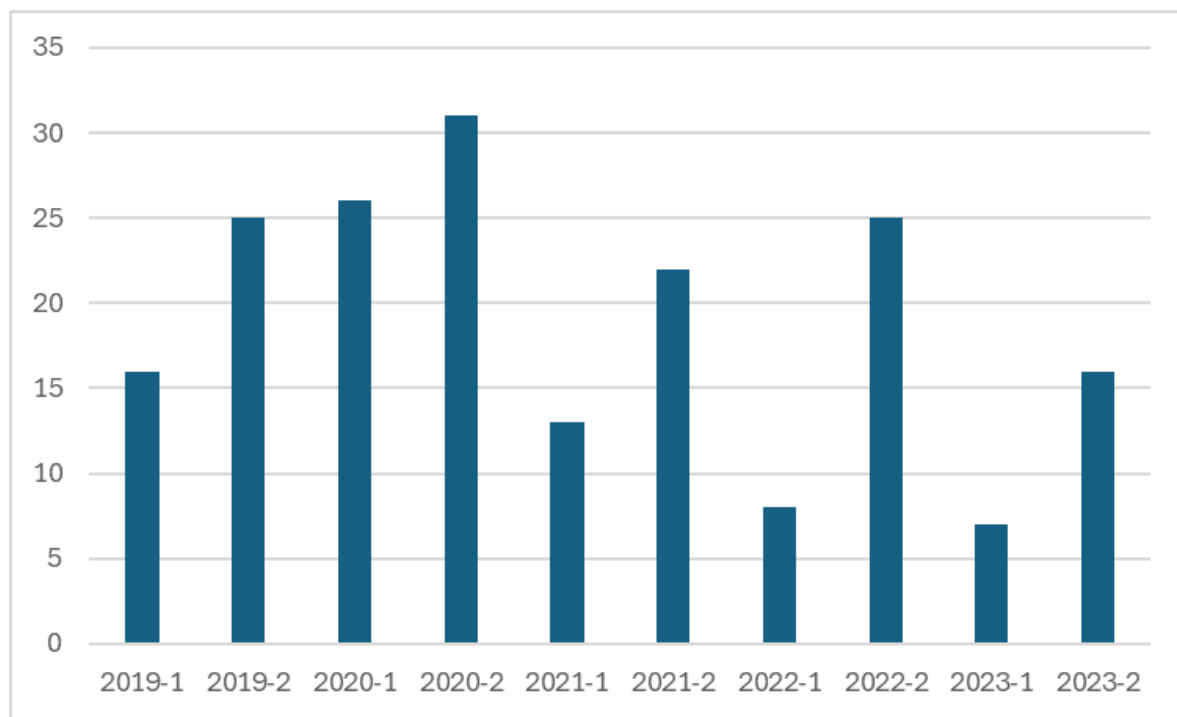
**Figura 38**

*Evolución de la matrícula de la LBA de la UABC, periodos 2019-2 a 2024-1*



*Nota.* Elaboración propia con datos de los registros escolares de los indicadores de la trayectoria escolar de estudiantes de la LBA

Tal como se observa en la Figura 39, dentro del rango del periodo 2019-1 al 2023-2 se han inscrito 189 estudiantes de primer ingreso. Dentro del periodo 2019-1 al 2020-2 se observó una tendencia de aumento de la matrícula, sin embargo, en el periodo 2021-1 se reflejó un declive que probablemente obedece a las condiciones ocasionadas por la pandemia. Si bien para el periodo 2022-2 se evidenció un incremento del 48% de matrícula inicial respecto al 2021-1, para el periodo 2023-2 se observó nuevamente un decremento del 36% de matrícula inicial respecto al repunte del 2022-2.

**Figura 39***Matrícula inicial, periodos 2019-1 al 2023-2*

*Nota.* Elaboración propia con datos de los registros escolares de los indicadores de la trayectoria escolar de estudiantes de la LBA

***Presupuesto y Recursos del Programa Educativo.*** De acuerdo con el Informe 2022 FCM (Acuña, 2022), un presupuesto y un marco normativo (normas, criterios, metodologías, lineamientos y sistemas, que establecen la forma en que deben desarrollarse las acciones para alcanzar los objetivos propuestos) son esenciales para efectos de dar cumplimiento con las funciones sustantivas del programa educativo. Para asignar el presupuesto, es necesario que los miembros titulares de la Dirección, Subdirección, Administración, Coordinación de Formación Profesional y el Responsable de Acreditaciones se reúnan previamente. En esta reunión, planifican cómo distribuir los recursos financieros disponibles según las necesidades expresadas por los Coordinadores y Responsables de los miembros del PE y de las distintas comisiones



dentro de la facultad, con el fin de cumplir con el Plan de Desarrollo de la FCM. Además del presupuesto asignado por la administración central de la UABC a la FMC, esta también cuenta con ingresos propios que devienen de Sorteos y Vinculación, la distribución hacia sus programas educativos está alineada a las necesidades de estos.

De acuerdo con información del tercer periodo del 2024 proporcionada por los gestores educativos de la FMC, la LBA cuenta con un presupuesto que se divide en cinco bolsas: 1) materiales, accesorios y suministros de laboratorio, 2) mantenimiento de equipo de laboratorio, 3) combustible y reparación de transporte, 4) viáticos, y 5) actividades de difusión. En especial, la mayor distribución de recursos se orienta al mantenimiento de equipo de laboratorio y combustible (ver Tabla 44).

**Tabla 44**

*Presupuesto de la LBA. Tercer periodo. 2024*

| Concepto                                            | Presupuesto (pesos) |
|-----------------------------------------------------|---------------------|
| Materiales, accesorios y suministros de laboratorio | \$40,900            |
| Mantenimiento de equipo de laboratorio              | \$49,941.05         |
| Combustibles (incluye reparación de transporte)     | \$40,066.62         |
| Viáticos (incluye transporte, hospedaje)            | \$35,000            |
| Actividades de difusión (impresión)                 | \$5,000             |
| <b>Total</b>                                        | <b>\$170,907.67</b> |

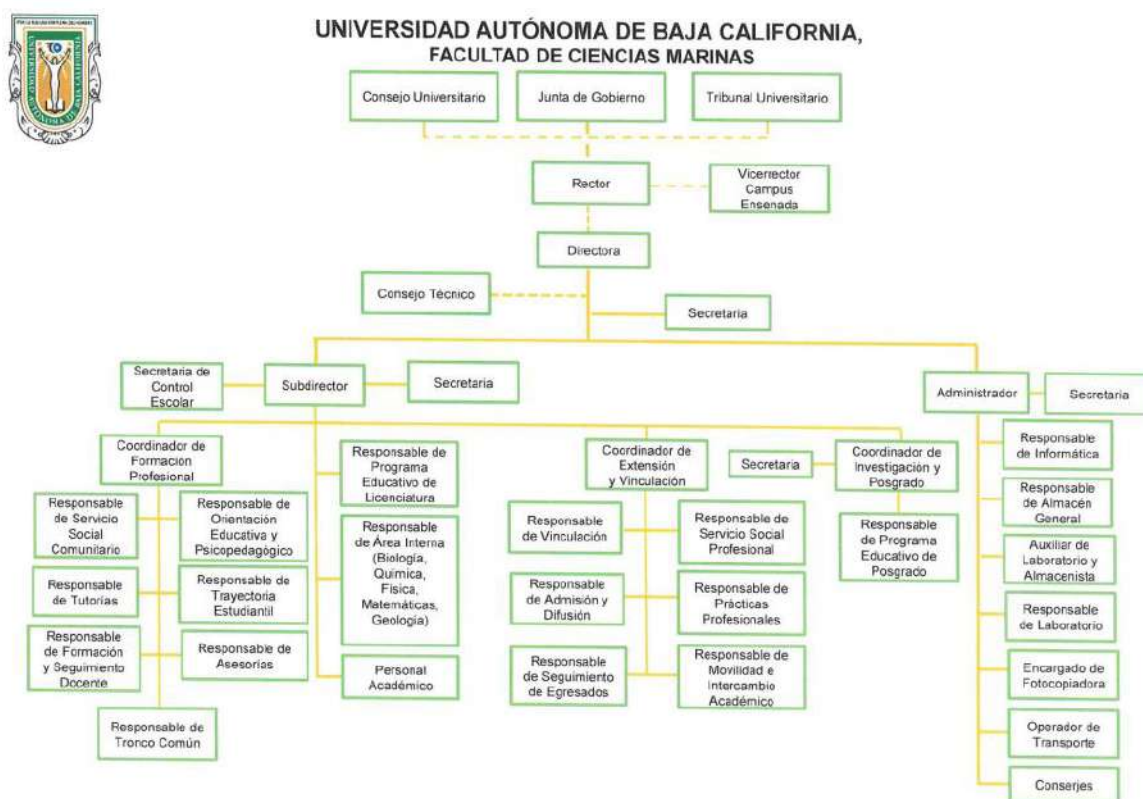
En síntesis, en cuanto a este aspecto, se considera que hay un sistema de gestión del presupuesto que es adecuado para cubrir las necesidades operativas del programa educativo. Este sistema cumple con los procedimientos y lineamientos para la asignación del gasto y la rendición de cuentas, lo que permite una operación eficiente, transparente y eficaz.

**Estructura Organizacional para Operar el Programa Educativo.** En su estructura organizacional, la FMC cuenta con el personal administrativo y de servicio que

permite la operación de los programas educativos que se ofertan en esta unidad académica; dichos programas solo se ofertan en el municipio de Ensenada. Con base en el *Manual de Organización y Procedimientos de la Facultad de Ciencias Marinas* (UABC, 2021), se muestra el organigrama de la Facultad y se describe la función genérica de los puestos por áreas alineadas a la estructura institucional (ver Figura 40).

**Figura 40**

*Organigrama de la Facultad de Ciencias Marinas de la UABC*



*Nota.* Obtenido de UABC (2021).

- **Director.** Planear, organizar, coordinar y supervisar las actividades que realiza el personal a su cargo en las áreas de docencia, investigación y difusión cultural, además de administrar en forma óptima los recursos con que cuente la Unidad Académica, para lograr un nivel académico adecuado en la formación de profesionistas con alta calidad.

- **Secretaria del Director.** Realizar todas aquellas funciones de tipo administrativo que sean necesarias para el buen funcionamiento de la Unidad Académica, así como brindar trato amable y cortés al personal de la Institución, alumnos y público en general.
- **Subdirector.** Coordinar y controlar todas las actividades del personal a su cargo, verificando el cumplimiento de los objetivos del plan de estudios, elevando así la calidad académica a fin de que el proceso enseñanza- aprendizaje- evaluación se realice de acuerdo con los programas establecidos.
- **Secretaria del Subdirector.** Realizar todas aquellas funciones de tipo administrativo que sean necesarias para el buen funcionamiento de la Unidad Académica, así como brindar trato amable y cortés al personal de la Institución, alumnos y público en general.
- **Secretaria de Control Escolar.** Realizar todas aquellas funciones de tipo administrativo que sean necesarias para el buen funcionamiento de la Unidad Académica, así como brindar trato amable y cortés al personal de la Institución, alumnos y público en general.
- **Coordinador de Formación Profesional.** Organizar, supervisar y verificar el funcionamiento del programa de estudios de licenciatura en todas las etapas.
- **Responsable de Servicio Social Comunitario.** Coordinar y supervisar las actividades del personal a su cargo, con la finalidad de proporcionar toda la información y asesoría necesaria para que los estudiantes de la Facultad realicen la tramitación, desarrollo y liberación de su servicio social.
- **Responsable de Tutorías.** Supervisar la actividad de tutorías en la Unidad Académica.

- **Responsable de Formación y Seguimiento Docente.** Coordinar y supervisar las actividades de formación disciplinaria y pedagógica de los docentes, así como el seguimiento del desempeño de los docentes.
- **Responsable de Tronco Común.** Organizar, supervisar y verificar el funcionamiento del Tronco Común.
- **Responsable de Orientación Educativa y Psicopedagógica.** Participar en la organización de las actividades para elaborar calendarios y preparar material para la atención de aspirantes, brindar información profesiográfica, entrega de fichas, aplicar encuesta de ingreso y examen psicométrico, curso de inducción, bienvenida al rector, así como recopilar, organizar y representar estadísticamente la información que se deriva de las actividades realizadas.
- **Responsable de Trayectoria Estudiantil.** Coordinar las actividades de seguimiento de la trayectoria estudiantil de los alumnos de la Unidad Académica.
- **Responsable de Asesorías.** Coordinar actividades de asesorías para los alumnos de la Unidad Académica.
- **Responsable de Programa Educativo de Licenciatura.** Coordinar y controlar las actividades del personal docente a su programa educativo, verificando el cumplimiento de los planes de estudio y que el proceso de enseñanza-aprendizaje-evaluación se desarrolle de forma adecuada y eficaz impactando en la formación profesional de los estudiantes.
- **Responsable de Área Interna.** Auxiliar a los Responsables de Programa Educativo para garantizar el cumplimiento de las actividades del personal docente de su área interna, verificando el cumplimiento de los planes de estudio y que el proceso de enseñanza-aprendizaje-evaluación se desarrolle de forma adecuada y eficaz impactando en la formación profesional de los estudiantes.

- **Personal Académico.** Facilitar el proceso de formación de profesionistas e investigadores fomentando las actividades tendientes a preservar la educación y difundir la cultura.
- **Coordinador de Extensión y Vinculación.** Impulsar, organizar, promover y supervisar las actividades de extensión de la cultura, divulgación de la ciencia, vinculación y cooperación académica de la Unidad Académica, así como los proyectos que se deriven de dichas actividades.
- **Responsable de Vinculación.** Coordinar y supervisar las actividades de vinculación de la Unidad Académica con los diferentes sectores.
- **Responsable de Admisión y Difusión.** Realizar actividades que ayuden a incrementar el ingreso de nuevos estudiantes y difundir las actividades académicas, de investigación y de vinculación que se realizan en la Unidad Académica.
- **Responsable de Seguimiento de Egresados.** Coordinar las actividades de seguimiento de la licenciatura y posgrado de la Unidad Académica.
- **Responsable de Servicio Social Profesional.** Coordinar y supervisar las actividades del personal a su cargo, con la finalidad de proporcionar toda la información y asesoría necesaria para que los estudiantes de la Facultad realicen la tramitación, desarrollo y liberación de su servicio social profesional.
- **Responsable de Prácticas Profesionales.** Coordinar y supervisar las actividades de prácticas profesionales de la Unidad Académica con los diferentes sectores.
- **Responsable de Movilidad e Intercambio Académico.** Coordinar y supervisar las actividades de movilidad de la Unidad Académica.

- **Coordinador de Investigación y Posgrado.** Organizar, supervisar y verificar el cumplimiento de las actividades de posgrado e investigación que se desarrollan en la Unidad Académica.
- **Secretaria de Investigación y Posgrado.** Realizar todas aquellas funciones de tipo administrativo que sean necesarias para el buen funcionamiento de la investigación y los programas de posgrado de la Unidad Académica, así como brindar trato amable y cortés al personal de la Institución, alumnos y público en general.
- **Responsable de Programa Educativo de Posgrado.** Coordinar y controlar las actividades del personal docente a su cargo, verificando el cumplimiento de los planes de estudio y que el proceso de enseñanza-aprendizaje-evaluación se desarrolle de forma adecuada y eficaz impactando en la formación profesional de los estudiantes.
- **Administrador.** Es responsable de la administración de la Unidad Académica, ante el Director de la misma, para lo cual debe programar, organizar, integrar, dirigir y controlar las diversas actividades del personal a su cargo, así como realizar todos los trámites necesarios ante las distintas dependencias de la institución.
- **Secretaria del Administrador.** Realizar todas aquellas funciones de tipo administrativo que sean necesarias para el buen funcionamiento de la Unidad Académica, así como brindar trato amable y cortés al personal de la institución, alumnos y público en general.
- **Responsable de Informática.** Administrar la red de cómputo, equipo de cómputo y sistemas asegurando su buen funcionamiento, así como asesorar a docentes y administrativos en su manejo.

- **Responsable de Almacén General.** Coordinar la atención de los requerimientos de los programas académicos en cuanto al suministro de materiales, repuestos, equipos y otros rubros de un depósito o almacén, recibiendo, clasificando, codificando, despachando e inventariando para satisfacer las necesidades de dichas unidades.
- **Auxiliar de Laboratorio y Almacenista.** Auxiliar al Responsable del Almacén General en todas sus actividades.
- **Responsable de Laboratorio.** Programar, coordinar, administrar y gestionar las actividades del laboratorio, verificando que se proporcione tanto al personal docente como a alumnos, el material, equipo y asesoría que requieran para la realización de las diversas prácticas, así como vigilar su buen funcionamiento.
- **Encargado de Fotocopiadora.** Atender los servicios de fotocopiado y administración de equipo audiovisual para apoyo al proceso de aprendizaje.
- **Operador de Transporte.** Proporcionar el servicio de transporte al personal y estudiantes de la Unidad Académica.
- **Conserje.** Mantener limpios los edificios, oficinas, mobiliario y equipo del área que tenga asignada; así como verificar en todo momento, que haya el material de consumo necesario (agua, conos para el agua, papel sanitario, desodorante, etc.) en los lugares respectivos.

Ahora bien, de acuerdo con la descripción de la página oficial de la FCM (<http://fcm.ens.uabc.mx/nosotros/personal.php>), los profesionistas que se enlistan a continuación componen la estructura organizacional de la facultad:

- **Directora.** Millán Aguiñaga Natalie
- **Secretaria de Dirección.** Tapia Peralta Esmeralda
- **Subdirectora.** Alvarado Graef Patricia

- **Secretaria de la Subdirección.** Velázquez Hernández Elizabeth
- **Administrador.** Martínez Aguilar Hugo
- **Coord. de Investigación y Posgrado.** Giffard Mena Ivone
- **Coord. del Posgrado en Oceanografía Costera.** Fernández Díaz Violeta
- **Secretaria de Investigación y Posgrado.** Arce Bastidas Angélica
- **Secretario de Control Escolar.** Moreno Flores José
- **Secretaria de Administración.** Villa González Alejandra
- **Operador de autobús.** Sánchez González Fernando
- **Profesora Investigadora.** Giffard Mena Ivone
- **Profesora-Investigadora.** Vivanco Aranda Miroslava
- **Soporte Técnico FCM.** Wagner Gutiérrez Juan Manuel
- **Profesora-Investigadora.** Flores Morales Ana Laura
- **Profesor-Investigador.** Zepeda Domínguez José
- **Psicopedagógico.** Lubisnky Jinich Mónica
- **Responsable del área de geología.** Mejía Piña Karla
- **Profesor-Investigador.** Castro Valdéz Rubén
- **Responsable del área de física.** Santiago García Mauro
- **Profesor-Investigador.** Barreto Curiel Fernando
- **Responsable del área de química.** Cardoza Contreras Marlene
- **Coord. Extensión y Vinculación FCM.** Tanahara Romero Sorayda A.
- **Profesor-Investigador.** Correa Perez Juan Gabriel
- **Profesor-Investigador.** Spelz Madero Ronald
- **Profesora-Investigadora.** Arreguín Rodríguez Gabriela de Jesús
- **Profesora-Investigadora.** Fernández Díaz Violeta Zetzangari
- **Coord. Formación Profesional FCM.** Sánchez Nava Thaydé
- **Profesora-Investigadora.** Torres Beltrán Mónica



- **Profesor-Investigador.** Villegas Vicencio Luis Javier
- **Centro de copiado.** Escobar Conde Alfredo
- **Profesor.** Morales Chavez Rafael
- **Responsable de prácticas profesionales.** Ruíz De la Torre Mary Carmen
- **Responsable de asesorías.** Martín Atienza Beatriz
- **Profesor-Investigador.** Yarbuh Lugo Usama Ismael
- **Encargada de Almacén Gral. FCM.** Ceniceros Ruiz María del Milagro
- **Laboratorista.** Solano Olivarria Elizabeth
- **Responsable de la Licenciatura de Biotecnología en Acuicultura.** Jara Montañez Rosario
- **Profesora-Investigadora.** Lugo Ibarra Karina del Carmen
- **Profesor-Investigador.** Santa Rosa Del Río Miguel A.
- **Técnico Académico.** Herrera Gutiérrez Ángel Raúl
- **Técnico Académico.** Carpio Cambranis Israel
- **Profesor-Investigador.** Olivas Valdez José Ángel
- **Responsable de extensión y vinculación.** Sánchez Serrano Samuel
- **Profesor-Investigador.** Vaca Rodríguez Juan Guillerno
- **Profesor-Investigador.** Galaviz Espinoza Mario
- **Profesor-Investigador.** Enriquez Paredes Luis Manuel
- **Profesor.** Sandoval Garibaldi Gerardo
- **Responsable de la Unidad de Biotecnología en Piscicultura.** David True Conal
- **Profesora-Investigadora.** Arredondo García Concepción
- **Profesor-Investigador.** Seingier Georges
- **Profesor-Investigador.** Rivera Huerta Hiram
- **Responsable de Servicio Social Comunitario.** Velazquez González Karen
- **Coord. Especialidad en Gestión Ambiental.** García Gastelum Alejandro

- **Profesora-Investigadora.** Reyes Orta Marisa
- **Profesora-Investigadora.** Schramm Urrutia Yolanda
- **Profesora-Investigadora.** Castillo Ramírez Alejandra
- **Profesor-Investigador.** Villegas Mendoza Josué
- **Coord. Oceanología.** López Calderón Jorge
- **Profesor-Investigador.** Beas Luna Rodrigo
- **Profesora-Investigadora.** González Silvera Adriana
- **Coord. Ciencias Ambientales.** Eaton Gonzalez Ricardo
- **Coord. Tutores.** Abadía Cardoso Alicia
- **Profesor-Investigador.** Zavala Hamz Víctor
- **Responsable del servicio profesional.** Evangelista Hernández Viridiana

El organigrama preestablecido por la UABC en contraste con el directorio de la FCM y con la información provista por los gestores educativos devela la falta del señalamiento de 10 figuras de relevancia para la implementación de las funciones de los programas (Responsable de Formación y Seguimiento Docente, Responsable de Tronco Común, Responsable de Trayectoria Estudiantil, Responsable de Área Interna, Responsable de Admisión y Difusión, Responsable de Seguimiento de Egresados, Responsable de Movilidad e Intercambio Académico, Responsable de Informática, Auxiliar de Laboratorio y Almacenista, y Conserje). Lo anterior no implica que las figuras no existan en la práctica, ya que la información interna provista por el personal del PE señala algunas figuras no señaladas en el organigrama o directorio de la facultad (ej. el responsable de informática) o bien, algunas figuras se presentan bajo un cargo equivalente.

En consideración a lo establecido en el apartado, si bien existen áreas de mejora respecto a la actualización de la información referente al organigrama, se considera que la

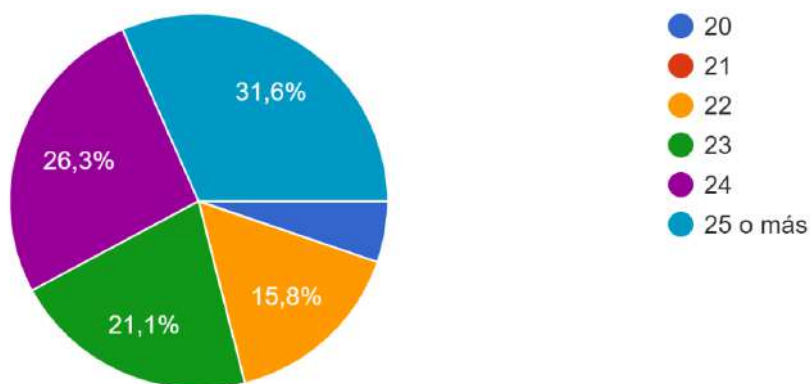
estructura organizacional es pertinente para la operación de la Facultad. Asimismo, se observa una adaptación al organigrama, puestos y funciones generales del *Manual de Organización y Procedimientos* de 2021 respecto al *Manual de Organización y Procedimientos* de 2018; cabe mencionar que dichas adaptaciones atienden a la reformulación del *Estatuto General de UABC* de 2020, donde se establecen diferentes disposiciones para reorganizar las unidades académicas de la UABC. Los cambios incluyen la creación de tres nuevas coordinaciones y sus funciones: Formación Profesional, Investigación y Posgrado, y Extensión y Vinculación.

**Estudio Empírico. Cuestionario Dirigido a Estudiantes: Características Demográficas.** Con el objetivo de explorar las condiciones de operación del programa, a continuación, se presentan los resultados demográficos del cuestionario dirigido a estudiantes.

Se obtuvieron las respuestas de diecinueve estudiantes de la LBA; el 31.6% del sexo femenino y 68.4% masculino. Tal y como se visualiza en la Figura 41, la moda en sus edades fue de 25 años o más.

**Figura 41**

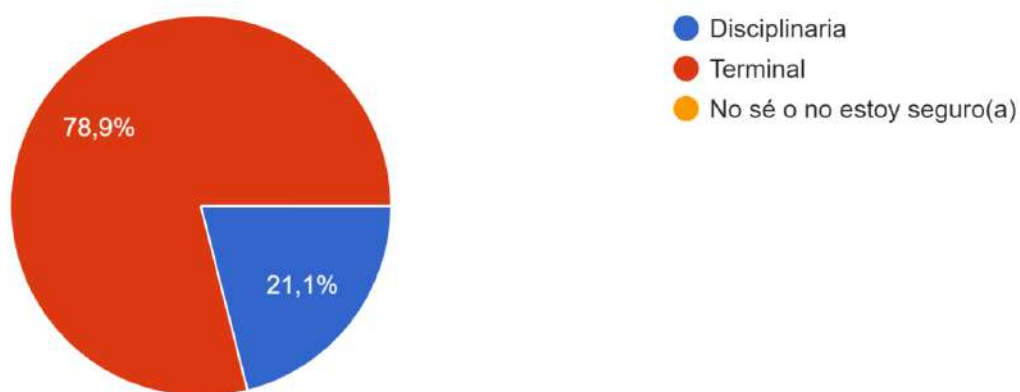
*Edad de los alumnos encuestados*



Asimismo, el 78.9% de los estudiantes cursan actualmente un mayor número de materias correspondientes a la etapa formativa terminal, mientras que el 21.1% se encuentra en la etapa disciplinaria (ver Figura 42).

**Figura 42**

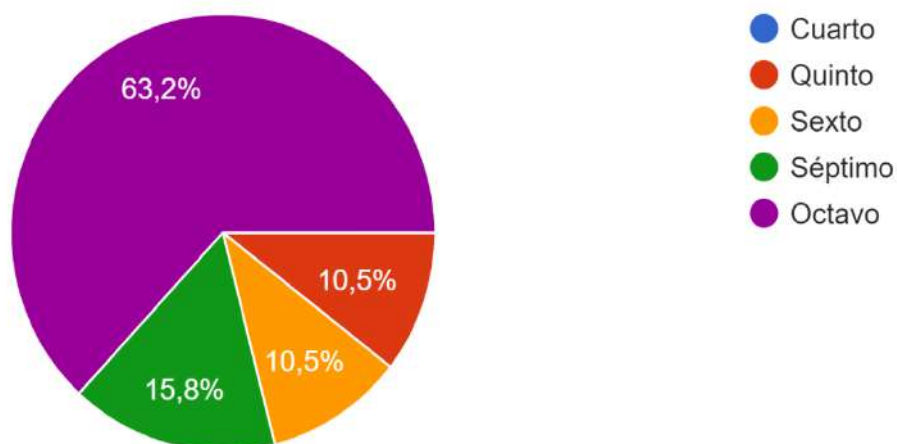
*Etapas de formación de los encuestados*



De forma específica, el 63.2% de los estudiantes cursan en su mayoría materias de octavo semestre, 15.8% de séptimo, en suma, el 21% de quinto y sexto semestre (ver Figura 43).

**Figura 43**

*Semestre correspondiente a las asignaturas actuales*

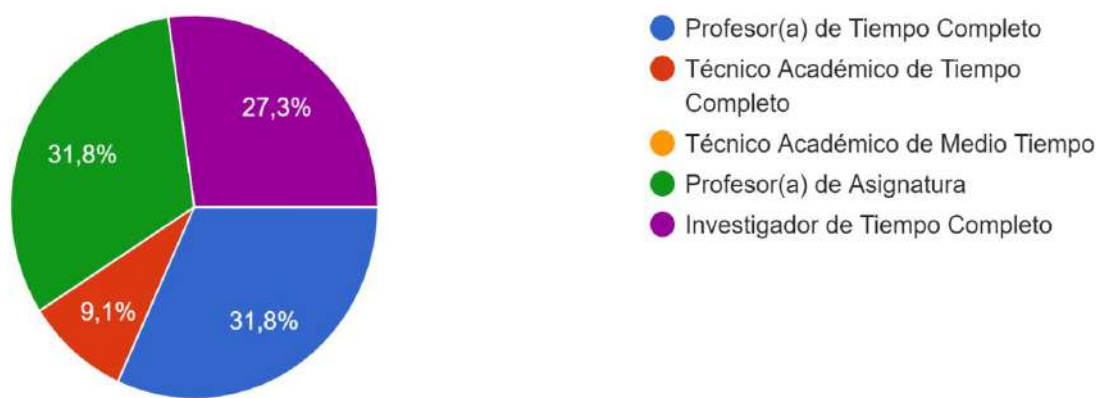


## Estudio Empírico. Cuestionario Dirigido a Docentes: Características

**Demográficas.** Se obtuvieron las respuestas de veintidós profesores de la LBA; 45.5% del sexo femenino y 54.5% masculino. Del total de encuestados, el 68.2% cuenta con doctorado, 27.3% con maestría y el 4.5% con licenciatura. Tal y como se muestra en la Figura 44, el tipo de contratación distribuye de la siguiente manera: el 31.8 % de los encuestados son profesores de asignatura, en igual porcentaje, el 31.8 %, son profesores de tiempo completo, el 27.3% son investigadores de tiempo completo y la menor proporción, el 9.1%, son técnicos académicos de tiempo completo.

**Figura 44**

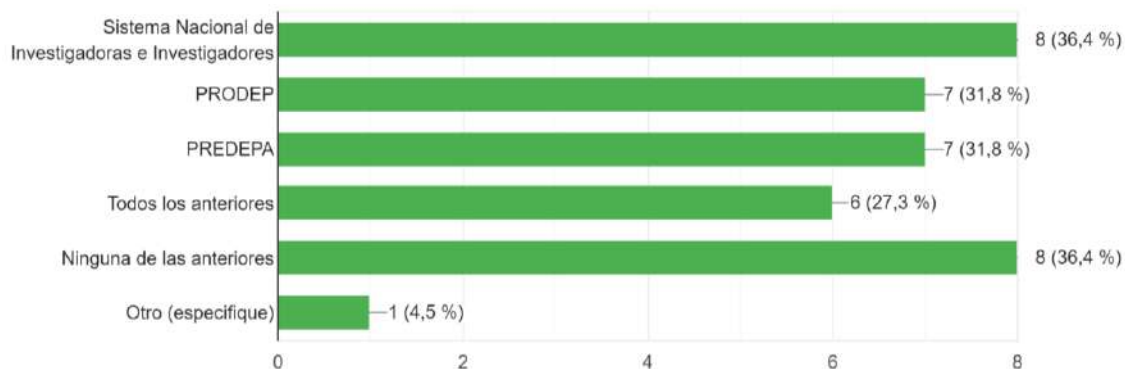
*Tipo de contratación que poseen los profesores con la UABC*



De acuerdo con la Figura 45, el 36.4% de los profesores encuestados se encuentran en el Sistema Nacional de Investigadoras e Investigadores, el 31.8% forman parte del PRODEP, el 31.8% del PREDEPA, el 27.3% se encuentran en los tres programas mencionados y el 36.4% en ninguna de las anteriores. Cabe señalar que, en esta pregunta, los docentes tuvieron la posibilidad de elegir más de una opción.

**Figura 45**

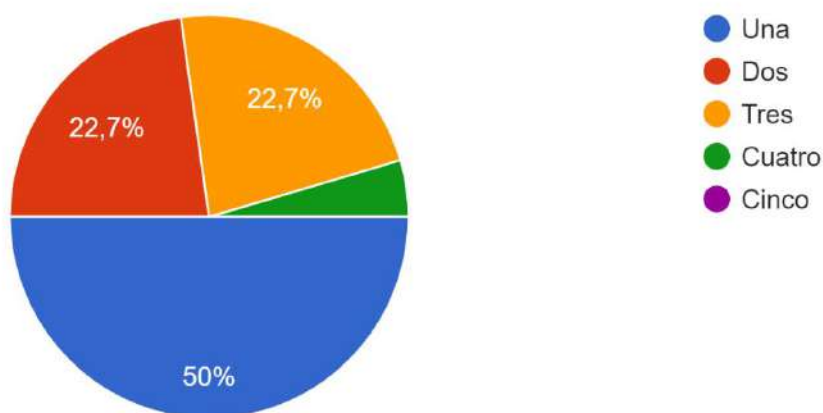
*Reconocimientos de los profesores de la LBA*



Por otro lado, el 50% de los encuestados imparten una asignatura semestralmente, el 22.7% imparte dos, la misma proporción (22.7%) imparte tres asignaturas y el 4.5% dirige cuatro (ver Figura 46).

**Figura 46**

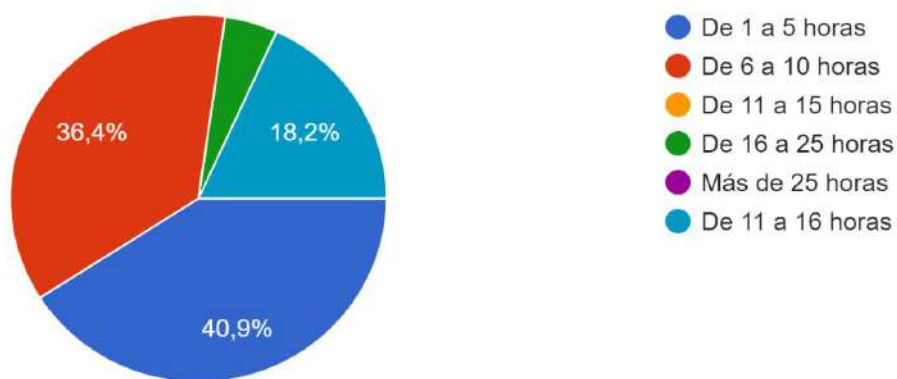
*Número de asignaturas que suele impartir semestralmente los profesores de la LBA*



En cuanto a la cantidad de horas semanales frente a grupo, el 40.9% de profesores encuestados dedica de 1 a 5 horas, 36.4% de 6 a 10 horas, 18.2% de 11 a 16 horas y 4.5% de 16 a 25 horas (ver Figura 47).

**Figura 47**

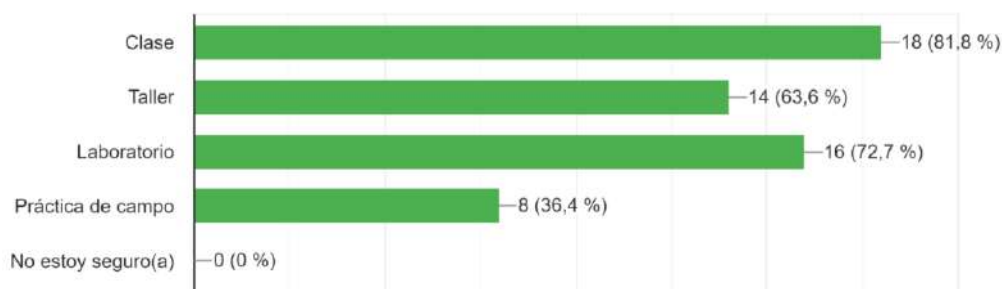
*Número de horas a la semana que suele dedicar a impartir clases los profesores de la LBA*



De acuerdo con la Figura 48, el 81.8% de los profesores encuestados imparten asignaturas de clase, el 63.6% de taller, el 72.7% de laboratorio y el 36.4% asignaturas relacionadas a prácticas de campo. En esta pregunta los docentes seleccionaron todos los tipos de asignaturas que aplicaran a sus casos particulares.

**Figura 48**

*Tipo de asignaturas que imparten los profesores de la LBA*



## Conclusiones

La Misión y Visión se encuentran adecuadamente señaladas, sin embargo, esta es general para el programa, ya que no se cuenta con una propia que guíe las actividades de evaluación del programa. Aunado a lo anterior, la LBA cuenta su propio perfil de ingreso, de egreso y mercado laboral con actualización del 2018.

Respecto a la matrícula total, del 2022-1 al 2024-1 se observa una tendencia al alza, sin embargo, en los próximos años esta condición podría cambiar dado que en los últimos periodos se ha observado una disminución de estudiantes matriculados en la carrera.

Se considera que existe un sistema de gestión del presupuesto que es adecuado para cubrir las necesidades operativas del programa educativo. Este sistema cumple con los procedimientos y lineamientos para la asignación del gasto y la rendición de cuentas, lo que permite una operación eficiente, transparente y eficaz. Sin embargo, la necesidad de la adquisición de nuevo equipamiento para el desarrollo de las actividades académicas demanda un presupuesto mayor y reorientado a la renovación de equipamiento y adquisición de nuevas tecnologías.

La estructura organizacional de la Facultad se considera adecuada para su operación. Se han realizado adaptaciones en el organigrama, puestos y funciones del Manual de Organización y Procedimientos de 2021 respecto al de 2018, respondiendo a la reformulación del Estatuto General de UABC de 2020. Estas adaptaciones incluyen la creación de tres nuevas coordinaciones: Formación Profesional, Investigación y Posgrado, y Extensión y Vinculación. Según los gestores académicos de la FCM, la facultad cuenta con el personal completo según el organigrama del manual de 2021, lo que asegura la realización exitosa de las funciones esenciales que impactan el PE.



Entre los estudiantes encuestados, predominan aquellos de sexo masculino y en etapas avanzadas de la carrera, principalmente en el octavo semestre y en la fase formativa terminal. Respecto al perfil de los docentes que participaron en el cuestionario, destaca una alta calificación académica, con un 68.2% de los profesores en posesión de un doctorado. La distribución del tipo de contratación es diversa, con un equilibrio entre profesores de asignatura, investigadores y docentes de tiempo completo. Además, un número significativo de los docentes participa en programas de reconocimiento académico, como el Sistema Nacional de Investigadores y PRODEP, lo cual subraya el nivel de profesionalización y compromiso en la calidad educativa del programa. En cuanto a la carga docente, la mayoría imparte de una a dos asignaturas por semestre y dedica entre 1 a 10 horas semanales frente a grupo.

## **Evaluación del Currículo**

### **Objetivo**

Evaluar el currículo específico y genérico del programa educativo de LBA para fundamentar su modificación o actualización.

### **Objetivos Específicos**

- Analizar el plan de estudios, el mapa curricular, las asignaturas o unidades de aprendizaje y la tecnología educativa y de la información para el aprendizaje.
- Analizar las actividades para la formación integral de los estudiantes.

### **Método**

Para evaluar el currículo, se llevó a cabo una investigación documental con el fin de analizar el plan de estudios, mapa curricular y unidades de aprendizaje; así como las

actividades complementarias para la formación integral y la enseñanza de lenguas extranjeras.

Para el análisis documental, se consultaron fuentes de información como el Plan de Estudios 2018-1 de LBA, el Modelo educativo (UABC, 2018b) y Plan de Desarrollo Institucional y Estatuto Escolar de la UABC (2018a), así como las observaciones realizadas al programa educativo por la Asociación Nacional de Profesionales del Mar (ANPROMAR). En cuanto al análisis y ordenamiento de información se acudió a la técnica de Análisis de Contenido con base en dos categorías: 1) Modelo educativo y Plan de Estudios, y 2) Actividades para la formación integral. Se describen y analizan los indicadores de las categorías como lo establece la *Metodología de los estudios de fundamentación para la creación, modificación y actualización de programas educativos de licenciatura de la UABC* (2018).

La investigación empírica se realizó a través de la técnica de la encuesta, para lo cual fue necesario diseñar dos cuestionarios; uno dirigido a la población de los académicos del programa educativo y otro a los estudiantes en curso, con la finalidad de identificar opiniones y percepciones sobre la pertinencia de las asignaturas en las distintas etapas de formación, la coincidencia entre las competencias del perfil de egreso y la formación que se imparte, así como la satisfacción general hacia el programa educativo.

El cuestionario dirigido a docentes y el cuestionario para estudiantes se conformaron por 20 y 15 reactivos respectivamente; ambos de opción múltiple y preguntas de respuesta abierta.

La aplicación de los instrumentos se llevó a cabo mediante la plataforma *Google Forms*, y se obtuvo la respuesta de 19 estudiantes y 22 profesores. Los datos recabados fueron analizados a través de estadística descriptiva; se agruparon los datos cuantitativos,

en porcentajes o frecuencias. El procedimiento permitió organizar y analizar el contenido de la información generada.

## **Resultados**

**Plan de Estudios.** El Modelo Educativo de la UABC (2018b) parte de la misión y visión institucional y del contexto educativo regional, nacional e internacional para definir los actores del proceso educativo, sus elementos y los principios orientadores. A partir de estos, se establecen los atributos y componentes que caracterizan el proceso y la estructura curricular de los planes y programas de estudio. Los principios orientadores del Modelo Educativo son:

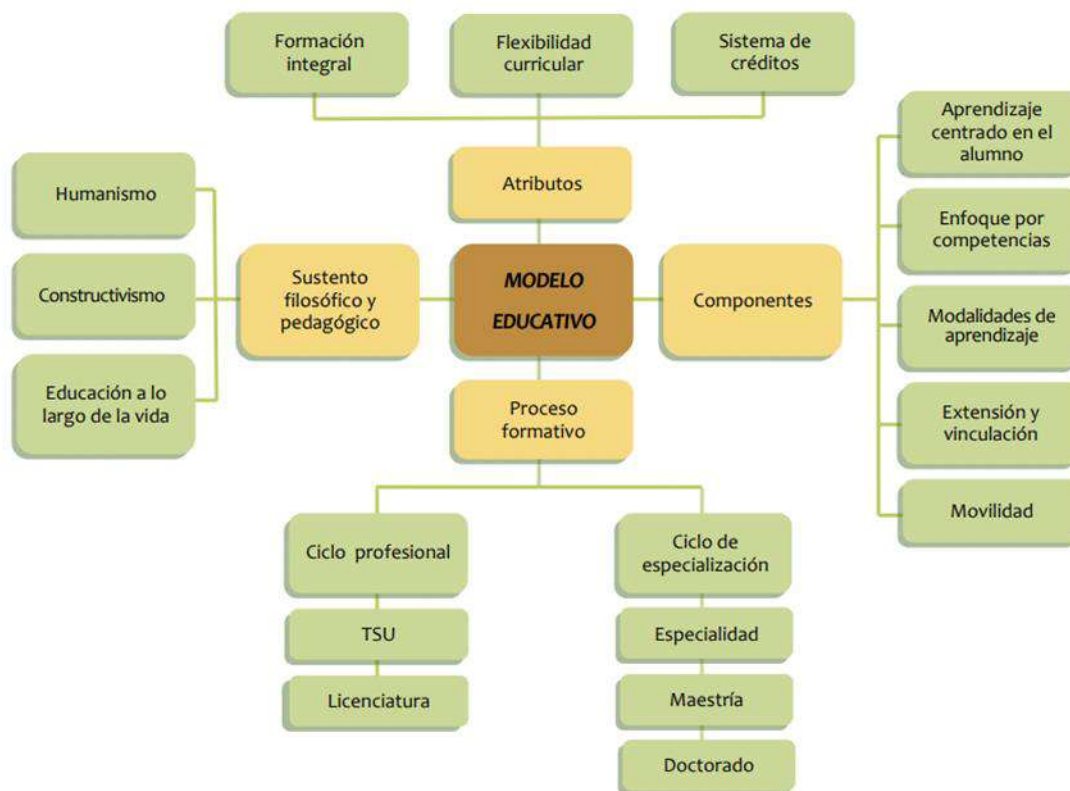
1. El alumno es un ser capaz, proactivo y crítico, con pensamiento autónomo y alto sentido de responsabilidad social, corresponsable de su propio proceso de formación integral y profesional y es el centro de la atención de los esfuerzos institucionales.
2. El currículo se sustenta en el humanismo, el constructivismo y la educación a lo largo de la vida; es flexible y está basado en un enfoque por competencias; busca la formación integral del alumno, así como una pertinente vinculación con los sectores social y productivo, que constituyen escenarios de aprendizaje reales.
3. El docente es un facilitador, gestor y promotor del aprendizaje, que está en continua formación para el desarrollo de las competencias necesarias para el mejoramiento de su quehacer académico. Forma parte de cuerpos colegiados que generan y aplican conocimientos orientados a la solución de los problemas del entorno y coadyuvan al desarrollo regional y nacional.

4. La administración es un apoyo a la consolidación del Modelo Educativo de la UABC, busca ser eficiente, ágil, oportuna y transparente al contribuir al desarrollo de la infraestructura académica, equipamiento y recursos materiales, humanos y económicos que den respuesta a las necesidades de formación de los principales actores del proceso educativo.
5. La evaluación permanente es el proceso de retroalimentación de los resultados logrados por los actores que intervienen en el proceso educativo y permite reorientar los esfuerzos institucionales al logro de los fines de la UABC.

El Modelo Educativo de la UABC (2018b) se basa en tres pilares fundamentales: el **humanismo**, que considera al ser humano en su totalidad; el **constructivismo**, que fomenta un aprendizaje activo y centrado en el estudiante; y la **educación continua**, que se centra en el aprendizaje permanente en lugar de solo transmitir conocimientos. Asimismo, destaca tres atributos clave: la flexibilidad curricular, que promueve estructuras organizativas horizontales, abiertas y dinámicas; la formación integral, que fomenta actitudes y valores éticos, estéticos y valorales en los estudiantes; y el sistema de créditos, que valora el desempeño académico. Estos atributos influyen en los cinco componentes del modelo: el aprendizaje centrado en el alumno, el enfoque por competencias, las modalidades de aprendizaje, la extensión y vinculación, y la movilidad. (ver Figura 49).

Figura 49

*Esquema del Modelo Educativo de la UABC*



*Nota.* Obtenido de *Modelo Educativo de la UABC (2018b)*.

Aunado a lo anterior, en congruencia con el Modelo Educativo, el Plan de Estudios 2018 está estructurado bajo el enfoque competencial que consta de 52 unidades de aprendizaje (71.1% obligatorias y 28.8% optativas que atañen a la flexibilidad curricular) que acumulan un total de 350 créditos distribuidos en las tres etapas de formación:

- **Etapla básica.** 19 unidades de aprendizaje, 17 obligatorias y 2 optativas con un total de **124 créditos**, 109 obligatorios y 15 optativos; los 2 primeros periodos corresponden al tronco común, con un total de 76 créditos obligatorios.
- **Etapla disciplinar.** 21 unidades de aprendizaje, 16 obligatorias y 5 optativas con un total de **143 créditos**, 117 obligatorios y 26 optativos.

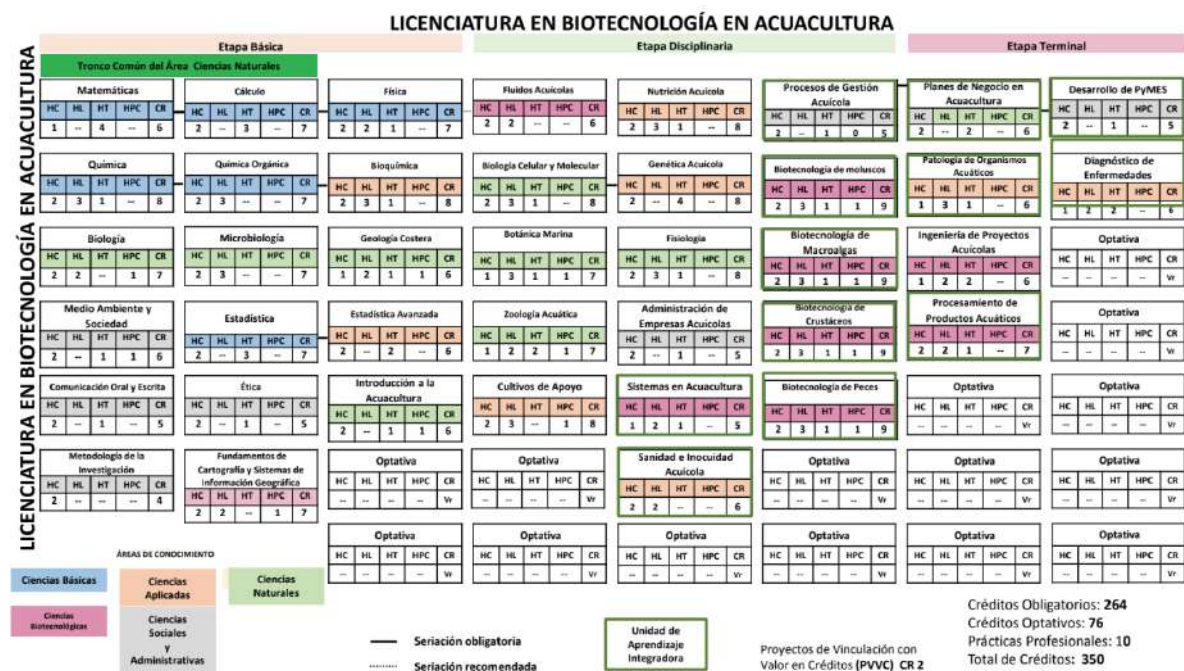
- **Etapas terminal.** 14 unidades de aprendizaje, 6 obligatorias, 8 optativas y la práctica profesional, con un total de **83 créditos**, 36 obligatorios, 37 optativos y 10 créditos obligatorios de las prácticas profesionales.

De acuerdo con la propuesta del Modelo Educativo (UABC, 2018b) y el Plan de Estudios, ambos coinciden en la flexibilidad curricular y la estructura de tres etapas de formación. Los programas de unidad de aprendizaje establecen las competencias que el alumno debe alcanzar. En la etapa final, se requiere la vinculación y extensión de servicios mediante prácticas profesionales y servicio social. Asimismo, se ofrecen varias modalidades para obtener créditos, como estudios independientes, ayudantía docente y de investigación, proyectos de vinculación, actividades artísticas, deportivas y culturales, cursos intersemestrales, intercambio estudiantil e idiomas extranjeros.

**Mapa Curricular.** Como parte del análisis del currículo, se realizó un seguimiento a los datos proporcionados por la Coordinación de la LBA. De acuerdo con la Figura 50, el PE cuenta con un plan preestablecido que estructura y jerarquiza las 54 UA dentro de los ocho semestres de duración de la licenciatura. Cabe señalar que se observa una distribución homogénea de la cantidad de asignaturas por semestre que sufre un ligero incremento de una asignatura a partir del Tronco Común de la etapa de Formación Básica. Este aspecto es de relevancia, ya que dicha etapa tiene la función de incorporar de forma gradual y amena al estudiantado a la vida académica universitaria, misma que difiere con la formación media superior, por lo cual es importante que haya una menor carga académica y que estas sean introductorias al área de estudio. Asimismo, se observa un adecuado señalamiento de la seriación obligatoria y sugerida de asignaturas a lo largo del trayecto formativo, con una carga de Unidades de Aprendizaje Integradoras para las áreas de conocimiento de Ciencias Biotecnológicas, lo que es acorde con el rubro del PE.

Figura 50

Mapa curricular de la LBA



Nota. Obtenido del Plan de estudios 2018-1 de la LBA.

Las asignaturas del PE se distribuyen de la siguiente forma: seis asignaturas del área de Ciencias Básicas en la etapa básica, ocho asignaturas del área de Ciencias Aplicadas desde el tercer (final de la etapa básica) a octavo semestre (esta terminal); así como nueve UA del área de Ciencias Naturales, ocho desde primero hasta quinto semestre, con una última en séptimo semestre. Aunado a esto, se observan nueve UA del área de Ciencias Biotecnológicas, una en segundo, cuarto y quinto semestre, mientras que tres se cargan en el sexto y dos en el séptimo semestre. Finalmente se muestran siete UA del área de Ciencias Sociales y Administrativas, tres se cargan en el primer semestre, mientras que una se lleva en el segundo, quinto, sexto y octavo semestre.

En suma, se observa una priorización de las UA de Ciencias Sociales y Administrativas en primer semestre, de Ciencias Básicas en segundo semestre, de

Ciencias Naturales en cuarto semestre, Ciencias Aplicadas en quinto semestre y Ciencias Biotecnológicas en sexto semestre, lo anterior indica una trayecto escalonado de los aprendizajes. Debe mencionarse que si bien la cantidad de asignaturas y créditos (350) se alinean a las propuestas por otras carreras afines (véase el apartado 1.2.2 Análisis Comparativo de Programas Educativos), en México suelen estar distribuidas dentro de nueve semestres, mientras que en otros países suele realizarse en 10 semestres.

Ahora bien, de las asignaturas que han conformado el Plan de Estudios dentro del histórico de periodos 2019-1 al 2024-1, 105 de ellas han presentado promedios bajos (menor a 80) de aprobación. De estas, 39 corresponden a UA obligatorias; en especial, 14 de las UA obligatorias han presentado promedios “bajos” entre 10 y 16 ocasiones en el rango de periodos señalado (ver Tabla 45).

**Tabla 45**

*Recuento de asignaturas obligatorias con promedios de aprobación bajos. Periodos 2019-1 a 2024-1*

| Asignaturas obligatorias                        | Recuento |
|-------------------------------------------------|----------|
| Administración de Empresas Acuícolas            | 2        |
| Biología                                        | 4        |
| Biología Celular y Molecular                    | 6        |
| Bioquímica                                      | 16       |
| Biotecnología de Crustáceos                     | 0        |
| Biotecnología de Macroalgas                     | 9        |
| Biotecnología de Moluscos                       | 10       |
| Biotecnología de Peces                          | 9        |
| Botánica Marina                                 | 12       |
| Cálculo                                         | 12       |
| Comunicación Oral y Escrita                     | 2        |
| Cultivos de Apoyo                               | 16       |
| Desarrollo de Pequeñas y Medianas Empresas      | 0        |
| Diagnóstico y Control de Enfermedades Acuícolas | 4        |
| Estadística                                     | 12       |
| Estadística Avanzada                            | 15       |



| Asignaturas obligatorias                                        | Recuento |
|-----------------------------------------------------------------|----------|
| Ética                                                           | 9        |
| Física                                                          | 16       |
| Fisiología                                                      | 7        |
| Fluidos Acuícolas                                               | 8        |
| Fundamentos de Cartografía y Sistemas de Información Geográfica | 10       |
| Genética Acuícola                                               | 7        |
| Geología Costera                                                | 10       |
| Ingeniería de Proyectos Acuícolas                               | 6        |
| Introducción a la Acuicultura                                   | 6        |
| Matemáticas                                                     | 5        |
| Medio Ambiente y Sociedad                                       | 0        |
| Metodología de la Investigación                                 | 10       |
| Microbiología                                                   | 15       |
| Nutrición Acuícola                                              | 4        |
| Patología de Organismos Acuáticos                               | 5        |
| Planes de Negocios en Acuicultura                               | 8        |
| Procesamiento de Productos Acuáticos                            | 0        |
| Procesos de Gestión Acuícola                                    | 1        |
| Química                                                         | 8        |
| Química Orgánica                                                | 13       |
| Sanidad e Inocuidad Acuícola                                    | 5        |
| Sistemas de Acuicultura                                         | 0        |
| Zoología Acuática                                               | 15       |

*Nota.* Elaboración propia con base en la información obtenida por la Coordinación del PE.

Se resalta con tipografía negrita las cifras más elevadas.

Respecto a las asignaturas optativas ofertadas, se contabilizaron 66 UA dentro del histórico de los periodos 2019-1 al 2024-1. De estas, seis asignaturas mostraron promedios “bajos” entre seis y nueve ocasiones (ver Tabla 46).

**Tabla 46**

*Recuento de asignaturas optativas con promedios de aprobación bajos. Periodos 2019-1 a 2024-1*

| Optativas                                | Recuento |
|------------------------------------------|----------|
| Actividad deportiva I                    | 1        |
| Aislamiento y purificación de compuestos | 1        |
| Ambientes costeros                       | 1        |

| Optativas                                         | Recuento |
|---------------------------------------------------|----------|
| Ayudantía docente en bioquímica                   | 1        |
| Base de datos                                     | 4        |
| Biodiversidad                                     | 1        |
| Biogeografía                                      | 1        |
| Botánica                                          | 1        |
| Buceo autónomo                                    | 1        |
| Cálculo avanzado                                  | 1        |
| Cambio climático                                  | 2        |
| Computación básica                                | 7        |
| Consultoría                                       | 3        |
| Contaminación marina                              | 3        |
| Cultivo de especies ornamentales                  | 2        |
| Cultivo de invertebrados marinos                  | 1        |
| Cultivo y alimentación de larvas de peces marinos | 1        |
| Desarrollo socioemocional                         | 2        |
| Ecología                                          | 9        |
| Ecología de las invasiones biológicas             | 1        |
| Ecología marina                                   | 3        |
| Embriología y cultivo de invertebrados marinos    | 1        |
| Energías alternativas                             | 2        |
| Evolución                                         | 1        |
| Fitoquímica marina                                | 3        |
| Fundamentos de acuicultura                        | 1        |
| Fundamentos de biología molecular                 | 1        |
| Genética y sistemática                            | 2        |
| Geología ambiental                                | 1        |
| Geomorfología de suelos                           | 1        |
| Gestión integral del agua                         | 1        |
| Idiomas I                                         | 2        |
| Inglés intermedio                                 | 2        |
| Innovación y desarrollo en acuicultura            | 2        |
| Instrumentación básica para la acuicultura        | 2        |
| Instrumentación química básica                    | 2        |
| Introducción a energías renovables                | 1        |
| Introducción a la ilustración científica          | 1        |
| Manejo pesquero                                   | 2        |
| Maricultivos                                      | 5        |
| Mercadotecnia                                     | 1        |
| Mercadotecnia en acuicultura                      | 2        |
| Meteorología y climatología                       | 1        |
| Métodos y artes de pesca                          | 6        |
| Microbiología y biotecnología                     | 1        |

| Optativas                                                 | Recuento |
|-----------------------------------------------------------|----------|
| Natación                                                  | 1        |
| Normatividad                                              | 1        |
| Nutrición básica                                          | 4        |
| Oceanografía microbiana                                   | 2        |
| Prácticas profesionales                                   | 1        |
| Reutilización y reciclaje de residuos sólidos urbanos     | 1        |
| Salvamento acuático                                       | 2        |
| Seminario de titulación                                   | 4        |
| Sistemas de información geográfica                        | 1        |
| Sistemas de información geográfica aplicados              | 2        |
| Taller de física de fluidos                               | 4        |
| Taller de redacción                                       | 9        |
| Taller tópicos de biotecnología en acuicultura            | 3        |
| Técnicas de análisis de problemáticas ambientales         | 1        |
| Técnicas de análisis genéticos en acuicultura             | 2        |
| Técnicas de exploración y su aplicación en la ciencia     | 1        |
| Técnicas de investigación social                          | 1        |
| Técnicas de investigación y monitoreo de tortugas marinas | 1        |
| Tópicos de acuicultura                                    | 2        |
| Topografía                                                | 3        |
| Virología marina                                          | 9        |

*Nota.* Elaboración propia con base en la información obtenida por la Coordinación del PE.

Se resalta con tipografía negrita las cifras más elevadas.

En consonancia a lo mencionado en el apartado, se recomienda realizar una revisión de los factores que influyen en el histórico de promedios obtenidos por los estudiantes con el fin de detectar posibles necesidades de mejora, en especial, en lo referente a las asignaturas obligatorias que forman parte del tronco común: Bioquímica, Cálculo, Estadística, Fundamentos de Cartografía y Sistemas de Información Geográfica, Metodología de la Investigación, y Microbiología; las asignaturas obligatorias específicas de la LBA: Biotecnología de Moluscos, Botánica Marina, Cultivos de Apoyo, Estadística Avanzada, Física, Geología Costera, Química Orgánica, y Zoología Acuática. Así como las asignaturas optativas: Computación básica, Ecología, Maricultivos, Métodos y artes de pesca, Taller de redacción, y Virología marina.

**Tecnología Educativa y de la Información para el Aprendizaje.** En el ámbito de la tecnología educativa y la información para el aprendizaje, la Facultad cuenta con la red inalámbrica Cimarred. Esta red es utilizada tanto por estudiantes como por profesores para apoyar los procesos de comunicación, aprendizaje, enseñanza e investigación del programa educativo. Asimismo, la FMC cuenta con equipos de tecnología que son de uso de administrativos, docentes y estudiantes que facilitan y promueven las actividades académicas del programa educativo; en especial se cuenta con:

- 235 Computadoras de escritorio
- 29 laptops
- 14 Ipad
- 3 servidores web
- 3 switch para internet

Cabe mencionar que el PE cuenta con asignaturas orientadas al uso de las tecnologías educativas y de la información para el aprendizaje desde el primer semestre de formación, donde se incluyen Computación básica y Bases de datos.

**Actividades Complementarias para la Formación Integral.** La formación integral no solo desarrolla competencias profesionales, sino que también fomenta en los estudiantes actitudes y formas de vida que redefinen valores como la justicia, libertad y solidaridad. Además, promueve nuevas formas de relacionarse con los demás, el entorno y consigo mismos, abarcando todas las dimensiones humanas: ética, estética, afectiva y corporal (UNESCO, 2007).

Con base en la descripción del plan de estudios de la LBA, durante la esta etapa inicial de formación del estudiantado se abarcan las UA que proporcionan una formación

básica y fundamental en ciencias básicas para los estudiantes. Estas unidades tienen un enfoque formativo, facilitando la adquisición de conocimientos en diversas disciplinas que incluyen aspectos contextuales, metodológicos, instrumentales y cuantitativos, esenciales para su formación integral. Además, la LBA ofrece un amplio catálogo de optativas dentro de las que se incluye Buceo Autónomo, Natación, Desarrollo Socioemocional y Actividad Cultural I (Baile de Salón) con el fin de proporcionar al estudiantado actividades complementarias para la formación integral.

**Enseñanza de Lenguas Extranjeras.** En relación con la enseñanza de lenguas extranjeras, la normativa de la UABC, según el artículo 116 del Estatuto Escolar (UABC, 2018a), establece que el conocimiento de una lengua extranjera es fundamental para la formación de todos los alumnos y está implícito en todos los planes de estudio. Para cumplir con este requisito, los estudiantes deben acreditar un nivel intermedio de comprensión y lectura de textos en una lengua extranjera.

Desde su ingreso a la licenciatura, se informa a los estudiantes sobre esta exigencia y se les motiva a evaluarse mediante un examen de ubicación gratuito ofrecido por la Facultad de Idiomas de la UABC durante el primer semestre. Dependiendo de su nivel, los estudiantes pueden optar por cursar los niveles necesarios.

Además, se promueve el programa *English for UABC*, que ofrece la oportunidad de estudiar inglés en línea de manera autodidacta. Al cursar idiomas I y II, los estudiantes pueden obtener hasta 12 créditos optativos y alcanzar un nivel intermedio de comprensión y lectura de textos especializados. Esta información se difunde desde el primer semestre para que los estudiantes puedan cumplir con el requisito del segundo idioma, beneficiando su formación integral y acceso a información actualizada en su disciplina.

Aunado a lo anterior, la LBA oferta las asignaturas de Idiomas I (Inglés básico) e Inglés intermedio como parte del trayecto formativo de los estudiantes. En este sentido, tanto la UABC como la LBA, propician acciones para promover el aprendizaje de una lengua extranjera en sus estudiantes.

### **Conclusiones**

El plan y programa de estudios de la LBA se alinea a los principios orientadores del Modelo Educativo, basado en tres principales pilares: humanismo, constructivismo y educación continua. Asimismo, se observa alienación a los componentes clave (aprendizaje centrado en el alumno, el enfoque por competencias, las modalidades de aprendizaje, la extensión y vinculación, y la movilidad) a través de la diversificación de asignaturas optativas, la promoción del desarrollo de competencias a través de un trayecto formativo adecuadamente reticulado, la vinculación con el sector productivo a través de servicio social y prácticas profesionales, el acercamiento a oportunidades de intercambio y la variedad de opciones para la obtención de créditos.

El PE incluye 54 UA que se desarrollan en ocho semestres, con una distribución homogénea de asignaturas por semestre, incrementando ligeramente en una asignatura después del Tronco Común de la etapa de Formación Básica. Esta etapa tiene la función de integrar gradualmente a los estudiantes a la vida académica universitaria, con una menor carga académica inicial y asignaturas introductorias al área de estudio. Además, se observa una adecuada seriación obligatoria y sugerida de asignaturas a lo largo del trayecto formativo, con Unidades de Aprendizaje Integradoras en Ciencias Biotecnológicas, acorde al rubro del PE. Aunque la cantidad de asignaturas y créditos (350) se alinea con las propuestas de otras carreras similares (como se indica en el apartado 1.2.2 Análisis Comparativo de Programas Educativos), en México generalmente

se distribuyen en nueve semestres, mientras que en otros países se completan en 10 semestres.

Se recomienda revisar los factores que afectan los promedios históricos de los estudiantes para identificar áreas de mejora, especialmente en las asignaturas obligatorias del tronco común: Bioquímica, Cálculo, Estadística, Fundamentos de Cartografía y Sistemas de Información Geográfica, Metodología de la Investigación, y Microbiología. También es crucial revisar las asignaturas obligatorias específicas de la LBA: Biotecnología de Moluscos, Botánica Marina, Cultivos de Apoyo, Estadística Avanzada, Física, Geología Costera, Química Orgánica, y Zoología Acuática. Por último, se deben analizar las asignaturas optativas: Computación básica, Ecología, Maricultivos, Métodos y artes de pesca, Taller de redacción, y Virología marina.

En el ámbito de la tecnología con que cuenta el programa, el campus en conjunto cuenta con un sistema de red abierto para estudiantes, con servidores web y switch para internet que favorecen el acceso a la misma. Asimismo, se ofrece una cantidad de dispositivos para uso administrativo, académico y estudiantil propicio para el desarrollo de las actividades académicas dentro del campus.

En la etapa inicial de formación de los estudiantes de la LBA, se abordan UA que proporcionan una base sólida en ciencias básicas. Estas unidades facilitan la adquisición de conocimientos en disciplinas contextuales, metodológicas, instrumentales y cuantitativas, esenciales para una formación integral. En consonancia a la promoción del desarrollo integral, también se oferta una amplia variedad de optativas, incluyendo Buceo Autónomo, Natación, Desarrollo Socioemocional y Actividad Cultural I (Baile de Salón), para complementar la formación integral de los estudiantes. Aunado a lo anterior, también se promueve la adquisición de una segunda lengua a través del establecimiento en el

Estatuto Escolar (2018a) como requisito de egreso, así como en la implementación de distintas modalidades y asignaturas para el logro de este objetivo.

**Estudio Empírico. Cuestionario dirigido a Estudiantes: Evaluación de Currículo.** Continuando con la percepción de los estudiantes respecto a las asignaturas de las etapas básica, disciplinaria y terminal, la Tabla 47 sintetiza los resultados y comentarios obtenidos. En esta se observa una mayor presencia de evaluaciones positivas (muy buena y buena) en las tres etapas: básica (68.5%), disciplinaria y terminal (73.7% en ambos casos). Asimismo, no se presentaron evaluaciones negativas, y únicamente la etapa básica recibió una valoración de nivel regular.

**Tabla 47**

*Percepciones estudiantiles sobre la calidad de la educación recibida en las distintas etapas de formación de la LBA*

| Etapa  | Nivel     |           |           |          |    |            | Sugerencias                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|--------|-----------|-----------|-----------|----------|----|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|        | MB        | B         | R         | M        | MM | Sin cursar |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Básica | 21.1<br>% | 47.4<br>% | 26.3<br>% | 5.3<br>% | 0  | 0          | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Algunas asignaturas estuvieron bien, sin embargo, hay algunas que ya no recuerdo que mire y que no eran tan necesarias tomarlas.</li> <li>• Deberían de realizar prácticas generales para introducir adecuadamente a los alumnos que no tienen conocimientos suficientes y necesitan fortalecerlos.</li> <li>• Hay materias como matemáticas, que deberían ser para alumnos que no les fue bien en la parte matemática del examen de inducción. Para mí fue literal una pérdida de tiempo. Álgebra básica, y está bien que ayuden a nivelar a los alumnos, pero a algunos otros nos retrasa. Tal vez invirtiendo más recursos y tiempo a evaluar a todos y hacer planes un poco más especiales para ciertos perfiles que trae distintos alumnos.</li> </ul> |



| Etapa         | Nivel     |           |           |   |    | Sin cursar | Sugerencias                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|---------------|-----------|-----------|-----------|---|----|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|               | MB        | B         | R         | M | MM |            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|               |           |           |           |   |    |            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• En mi caso la etapa básica la curse en época de pandemia, por lo que considero no fueron unas bases sólidas.</li> <li>• Las materias son muy globales, se necesita que sean más directas o ser objetivo con los maestros que imparten las materias...</li> <li>• Hay algunas materias que más adelante no son necesarias en el ámbito de la acuicultura, esos espacios se podrían utilizar para ver más a fondo materias de gran importancia como: sistemas en acuicultura, fisiología, cultivos de apoyo, patología, diagnóstico, pymes, entre otras, ya que un semestre no es suficiente para desarrollar todas las habilidades.</li> <li>• Se pueden agregar mejores materias</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Disciplinaria | 26.3<br>% | 47.4<br>% | 26.3<br>% | 0 | 0  |            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Falta más educación en la parte práctica.</li> <li>• Algunas materias se sienten pesadas por no tener una materia base u optativa de refuerzo.</li> <li>• Los laboratorios deberían de ser más prácticos y realizar trabajos mejor relacionados en cada etapa del ciclo de vida, no solo una, como en el caso de peces.</li> <li>• La calidad de la información y oportunidades de formación en acuicultura es muy buena, pero desenfocada hacia la parte de biotecnología, siendo un tópico que se toca superficialmente en algunas materias, y en la mayoría ni se habla de eso</li> <li>• Considero que deberían estar más orientadas a la producción de organismos que a formar investigadores, el enfoque es puramente científico y no tan productor como debería ser.</li> <li>• Las salidas de campo son muy enriquecedoras en biotecnología en acuicultura por lo que incrementar el número de salidas ayudaría a una mejor formación.</li> </ul> |

| Etapa    | Nivel     |           |           |   |    |            | Sugerencias                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|----------|-----------|-----------|-----------|---|----|------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|          | MB        | B         | R         | M | MM | Sin cursar |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|          |           |           |           |   |    |            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Creo que hace falta más experiencia de lo que es realmente producción, ya que la mayoría está en base a experimentación, lo cual no es malo, pero no creo que eso te prepara para un entorno laboral, aunque se tenga el servicio y prácticas y PVC, no puedes aprender todo lo que conlleva la carrera en base a 4 biotecnologías, sólo con ayuda práctica de estas opciones.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Terminal | 31.6<br>% | 42.1<br>% | 10.5<br>% | 0 | 0  | 15.8<br>%  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Falta más educación en la parte práctica</li> <li>• En este punto nos deben orillar a crear enlaces con más empresas además de trabajar como técnicos, ya que en su mayoría son los trabajos ofertados, la materia de procesamiento, planes y pymes son una muy buena herramienta para innovar, sin embargo, no hay material y no es posible realizar procesos complejos para lograr egresar con un proyecto más consolidado.</li> <li>• A pesar de que considero que vemos demasiada administración en la carrera que se próstila ver sólo en dos semestre y no en cuatro, y poner materias optativas como obligatorias que sí marcan una importación en el ámbito académico y que sería muy bueno que se impartieran, por ejemplo instrumentación básica, sería una muy buena materia de tronco común obligatoria, ya que he tenido compañeros en biotecnologías que no saben usar un kit o un potenciómetro adecuadamente o hacer una biometría.</li> </ul> |

*Nota.* Elaboración propia. Muy buena=MB, Buena=B, Regular=R, Mala=M, Muy mala=MM.

En lo que respecta a la valoración de las asignaturas optativas, el 47% de encuestados expresaron que han recibido una muy buena formación, el 31.6% la calificó

como buena, el 15.8% regular y el 5.3% mala. En la misma sintonía, el 68.6% de los estudiantes valoraron positivamente las asignaturas deportivas y culturales (ver Tabla 48).

**Tabla 48**

*Percepciones sobre la calidad de la educación recibida en las distintas etapas de formación de la LBA*

| Asignaturas             | Nivel     |           |           |          |    |            | Sugerencias                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|-------------------------|-----------|-----------|-----------|----------|----|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                         | MB        | B         | R         | M        | MM | Sin cursar |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Optativas               | 47.4<br>% | 31.6<br>% | 15.8<br>% | 5.3<br>% | 0  | 0          | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tienen la mayoría más peso hacia la formación del alumno que obligatorias. Ej: maricultivo, Consultoría, SIG, acuaponia, etc.</li> <li>• Las pocas que tome, y considerando los pvvc y ayudantías. Sin embargo si deberían ofertar más, sobre todo las que están en la página de fcm y que luego no se abren. ¿Cómo podemos ayudar los alumnos a que sí se abran?</li> <li>• Me gustaría más opciones que se compaginen con mi horario y definitivamente más opciones optativas ofertadas en intersemestral</li> <li>• Es difícil acceder a optativas porque chocan con las clases.</li> <li>• Las optativas se traslapan con las asignaturas obligatorias, lo que dificulta tomar materias.</li> <li>• La mayoría de horarios de las materias optativas chocaban con las materias obligatorias en todos los semestres, lo que ocasionaba un retraso en la carga académica, por lo que la cantidad de créditos optativos debería de disminuir y sería mejor sustituirlo por tomar proyectos de vinculación ya que ayudan a aplicar lo aprendido de las materias disciplinarias y terminales, así como conseguir trabajo.</li> </ul> |
| Deportivas y culturales | 21.2<br>% | 47.4<br>% | 10.5<br>% | 0        | 0  | 21.1<br>%  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Me gustaría un mejoramiento en la parte dinámica con los alumnos.</li> <li>• Me gustaría que agregaran talleres que ayuden a la carrera, plomería,</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |

| Asignaturas | Nivel |   |   |   |    | Sin cursar | Sugerencias                                                                                            |
|-------------|-------|---|---|---|----|------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|             | MB    | B | R | M | MM |            |                                                                                                        |
|             |       |   |   |   |    |            | electricidad, usar sensores, usar fibra de vidrio.<br>● No había sede en Ensenada, hasta Valle dorado. |

*Nota.* Elaboración propia. Muy buena=MB, Buena=B, Regular=R, Mala=M, Muy mala=MM.

En la Tabla 49 se observan las perspectivas de los estudiantes respecto al grado en el que la formación que han recibido hasta el momento impacta en las competencias del programa educativo de Biotecnología en Acuicultura. Los resultados muestran mayores frecuencias en los niveles de totalmente y bastante en las cuatro competencias del programa. Sin embargo, destaca la competencia “Implementar tecnologías de cultivo, [...]” con cinco respuestas en el nivel de parcialmente (26.3%), dos en poco (10.5%) y una en nada (5.3%). Por lo anterior se infiere que, en la opinión de los estudiantes, la formación que han recibido ha tenido menor incidencia en dicha competencia.

**Tabla 49**

*Grado en el que la formación recibida incide en las competencias del programa de la LBA*

| Competencias                                                                                                                                                                                                                                                            | Nivel |   |    |    |   |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|---|----|----|---|-----|
|                                                                                                                                                                                                                                                                         | N     | P | PA | B  | T | NES |
| Implementar tecnologías de cultivo, adaptando las existentes a las necesidades socioeconómicas del país, para la producción de especies de importancia comercial, cuidando la sustentabilidad del entorno con ética y responsabilidad.                                  | 1     | 2 | 5  | 8  | 3 | 0   |
| Proponer proyectos en acuicultura que incorporen tecnologías o procedimientos sustentables, mediante el uso de herramientas tecnológicas y de gestión para resolver las problemáticas de los sectores productivo y social, con actitud emprendedora y conciencia social | 0     | 0 | 3  | 10 | 6 | 0   |

| Competencias                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Nivel |   |    |   |   |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|---|----|---|---|-----|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | N     | P | PA | B | T | NES |
| Cultivar organismos y/o generar productos con base en la biotecnología aplicada en la acuicultura para contribuir a la producción de alimentos de alta calidad, con actitud honesta y responsable.                                                                                              | 0     | 1 | 2  | 9 | 7 | 0   |
| Aplicar métodos de control, manejo y prevención de enfermedades en los sistemas acuícolas mediante diagnósticos de las principales enfermedades que afectan a los organismos de importancia comercial en acuicultura para beneficiar la producción, con honestidad y respeto al medio ambiente. | 0     | 2 | 2  | 8 | 6 | 1   |

*Nota.* Elaboración propia. N= Nada, P= Poco, PA=Parcialmente, B= Bastante, T=

Totalmente, NES=No estoy seguro(a).

Desde la perspectiva de los estudiantes, los valores y actitudes que han tenido mayor promoción en su formación han sido responsabilidad, pensamiento crítico y el ser propositivo(a). Por el contrario, aquellos con menor promoción han sido solidaridad y creatividad (ver Tabla 50).

**Tabla 50**

*Grado en el que la formación recibida promueve valores y actitudes en los estudiantes de la LBA*

| Valores o actitudes           | Nivel |   |    |    |    |
|-------------------------------|-------|---|----|----|----|
|                               | N     | P | PA | B  | T  |
| Responsabilidad               |       |   | 2  | 7  | 10 |
| Trabajo en equipo             |       | 1 | 5  | 7  | 6  |
| Disponibilidad para el cambio | 1     | 2 | 3  | 8  | 5  |
| Creatividad                   | 1     | 1 | 6  | 8  | 3  |
| Pensamiento crítico           | 1     |   | 1  | 12 | 5  |

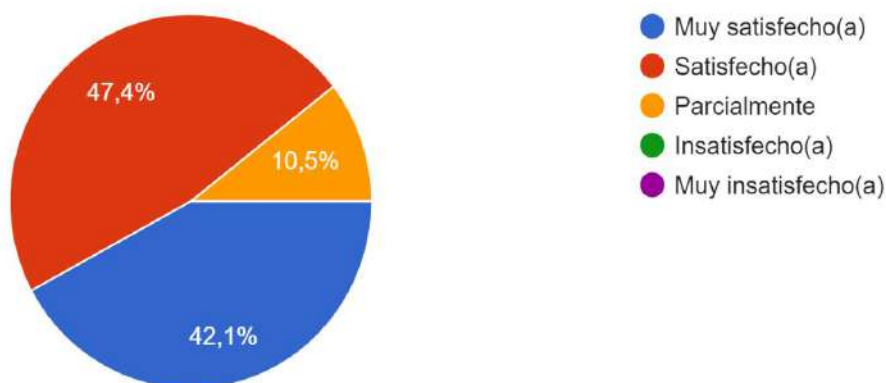
| Valores o actitudes       | Nivel |   |    |    |   |
|---------------------------|-------|---|----|----|---|
|                           | N     | P | PA | B  | T |
| Propositivo(a)            |       | 1 | 4  | 10 | 4 |
| Emprendedor(a)            |       | 1 | 7  | 7  | 4 |
| Liderazgo                 |       | 2 | 5  | 8  | 4 |
| Disciplina                |       | 2 | 3  | 7  | 7 |
| Ética                     |       | 1 | 3  | 7  | 8 |
| Honestidad                |       | 1 | 2  | 8  | 8 |
| Solidaridad               | 2     |   | 5  | 6  | 6 |
| Respeto al medio ambiente |       | 1 | 3  | 9  | 6 |

*Nota.* Elaboración propia. N= Nada, P= Poco, PA=Parcialmente, B= Bastante, T= Totalmente.

De acuerdo con la Figura 51, el 42.1% de los estudiantes expresaron sentirse muy satisfechos(as) con los aprendizajes adquiridos hasta el momento, el 47.4% satisfechos(as) con los aprendizajes adquiridos hasta el momento, el 47.4% satisfechos(as) y el 10.5% parcialmente satisfechos. Cabe mencionar que no se presentaron resultados en los niveles de insatisfacción.

**Figura 51**

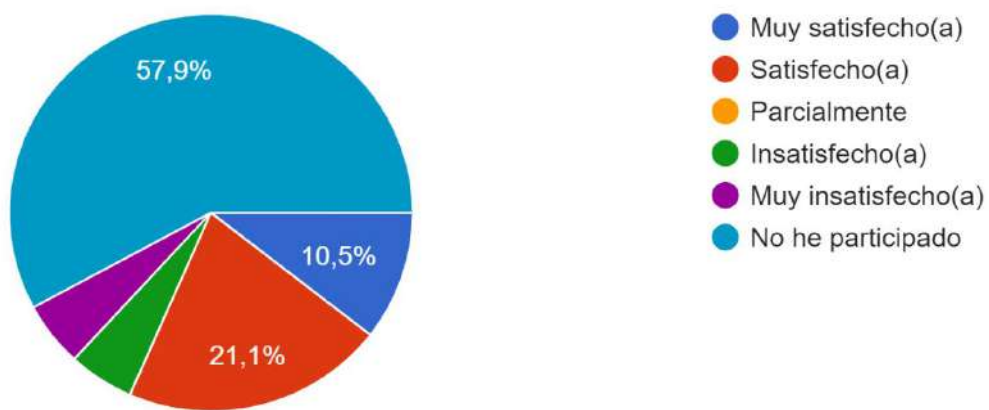
*Nivel de satisfacción en relación con los aprendizajes adquiridos en la LBA*



En relación con el nivel de satisfacción con las asignaturas intersemestrales, el 57.9% de los encuestados señalaron que no han participado en ellas. El 10.5% indicó sentirse muy satisfecho(a), 21.1% satisfecho(a), 5.3% insatisfecho(a) y 5.3% muy insatisfecho(a) (ver Figura 52).

**Figura 52**

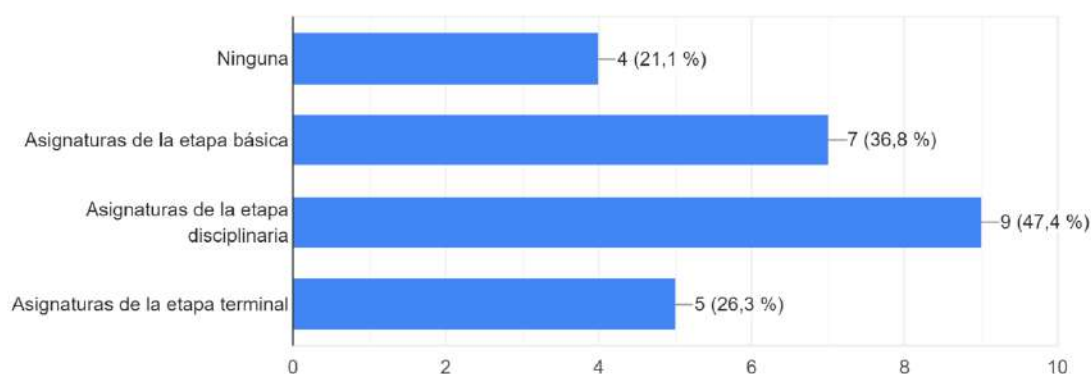
*Nivel de satisfacción en relación con las asignaturas intersemestrales de la LBA*



En cuanto a la satisfacción con el número de materias en el plan de estudios de la LBA, el 26.3% de los alumnos expresaron que es necesario añadir materias en la etapa terminal, el 47.4% en la etapa disciplinaria, 36.8% en la básica, y el 21.1% indicó que no es necesaria añadir alguna. Cabe resaltar que esta pregunta los encuestados tuvieron la posibilidad de seleccionar más de una opción de respuesta (ver Figura 53).

**Figura 53**

*Opiniones de estudiantes respecto a la necesidad de añadir asignaturas a las diferentes etapas formativas*



Las asignaturas que consideraron que debían incluirse se enlistan de la siguiente manera:

Específicas del programa:

- Informática, instrumental de laboratorio, ingeniería.
- Otra materia de química del agua u otra bioquímica.
- Una sobre calidad y cualidades del agua del cultivo o de recirculación.
- Consultoría, maricultivo, técnicas de análisis genéticos y manejo o prácticas sustentables.
- Zoología de invertebrados y zoología de vertebrados.
- Temas de biotecnología.



- Me gustaría actividades más prácticas y dirigidas al cultivo.
- Incluir asignaturas de producción acuícola como tal, nutrición enfocada a la optimización de producción, genética enfocada en esquemas de crianza selectiva, en pocas palabras, enfocar las materias que ya se ofertan, pero hacia un sentido productivo.
- Cultivo y alimentación de larvas de peces marinos, virología marina, instrumentación básica para la acuicultura, cultivo de especies ornamentales y acuaponia e hidroponía.
- Instrumentación básica.
- Ornatos.
- Maricultivos.

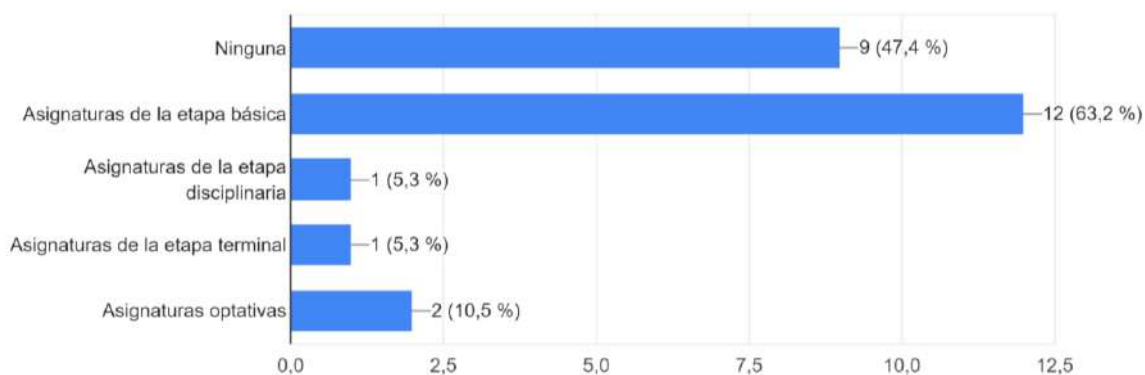
#### Transversales:

- Alguna relacionada con el emprendimiento
- Más optativas
- Una materia sobre impuestos

En contraste, las asignaturas que los encuestados consideraron que debían quitarse del plan de estudios pertenecen a la etapa básica (63.2%). Resulta importante resaltar que el 47% opinó que ninguna materia debería eliminarse (ver Figura 54).

**Figura 54**

*Opiniones respecto a la pertinencia de eliminar asignaturas a las diferentes etapas formativas*



Las asignaturas que los encuestados surgieron eliminar o modificar son las siguientes:

#### Eliminar

- Introducción a la acuicultura.
- COE y Matemáticas Básicas.
- Procesos de Gestión acuícola.
- Cálculo y estadística (se mencionó en 2 ocasiones)
- Economía acuícola.
- Comunicación oral y escrita, cálculo, fundamentos de cartografía, ética y bioquímica.

#### Modificar

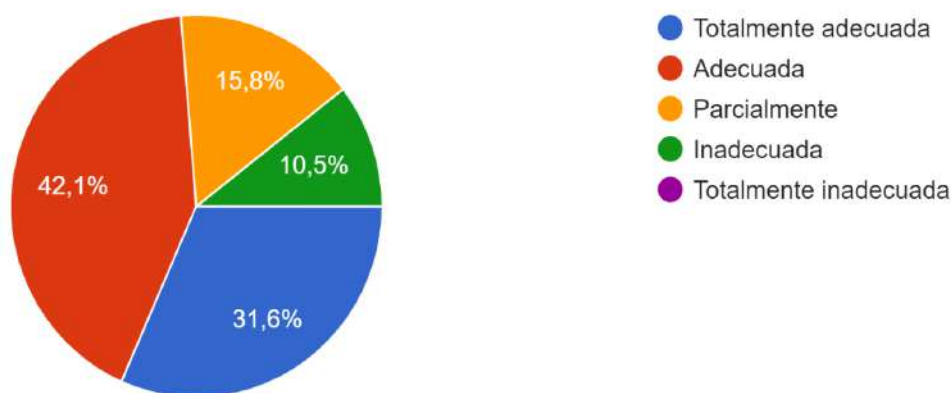
- Una estadística más dirigida, cambiar la metodología de la investigación, comunicación oral y escrita y dirigirlas a la escritura y redacción de reportes.
- Cartografía, para oceanología está bien, para para acuicultura no está tan enfocado.

- Ética y las humanidades hacerlas optativas.
- Considero que materias muy generales o inclusive materias como Introducción a la Acuicultura deberían quitarse, debido a que uno como estudiante no se adentra a la acuicultura sino hasta semestres avanzados, creo que esta debería ser presentada a los estudiantes desde inicios de la carrera.
- De la etapa disciplinaria administración, economía, mercadotecnia, procesos de gestión, planes, PyMes, son todas de administración en lo que se ve lo mismo, solo terminas haciendo muchas empresas ficticias ya que los temas son los mismos y la finalidad es la misma, creo que se pueden sintetizar en menos materias administrativas con un buen enfoque, así se pueden agregar más materias en etapa disciplinaria y terminal de más afinidad a la carrera.
- Comunicación oral y escrita, se puede incluir junto con metodología de la investigación y fusionarse, al final sólo te enseñan a hacer adecuadamente un formato de reporte científico y exponer.

Tal como lo ilustra la Figura 55, el 42.1% de los estudiantes calificó como adecuada a la seriación de asignaturas del plan de estudios, el 31.6% como totalmente adecuada, 15.8% parcialmente adecuada y 10.5% inadecuada.

**Figura 55**

*Grado en el que la seriación de las asignaturas del plan de estudios de la LBA es adecuada*



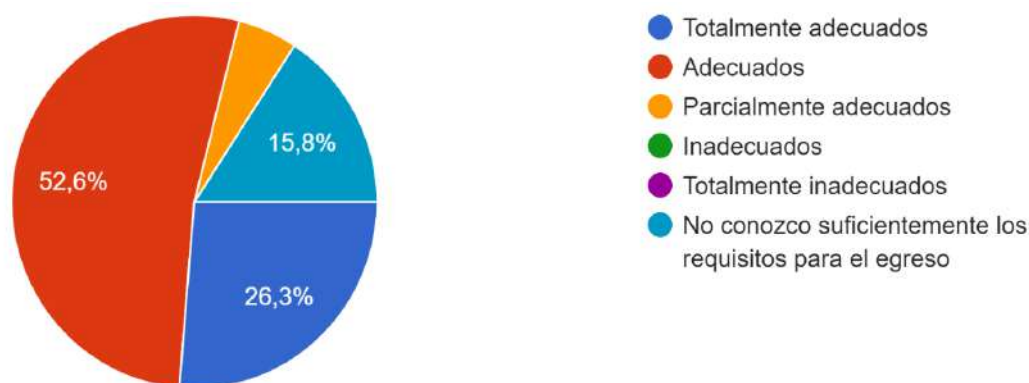
Aquellos estudiantes que consideraron inadecuada la seriación de asignaturas emitieron las siguientes recomendaciones:

- Sería mejor ver la parte de patología y diagnóstico antes de ir a los cultivos con las materias de biotecnologías.
- Patología de organismos acuáticos y diagnóstico de enfermedades deberían de ir a la par.
- Se supone que en la carrera de acuicultura no existe materias seriadas.
- Existen materias que deberían ser impartidas desde inicios de la carrera (materias relacionadas directamente a la acuicultura).
- Creo que el hecho que las biotecnologías están todas juntas es una mala idea, ya que los cultivos son de disociación y tiempo, si llevas 4 al mismo tiempo nunca le vas a dedicar tiempo a nada y por índole no aprendes nada.

Por otra parte, el 52.6% de los encuestados calificó como adecuados los requisitos para el egreso de la LBA, 26.3% opinó que son totalmente adecuados, 5.3% que son inadecuados y el 15.8% señaló no conocerlos lo suficiente (ver Figura 56).

**Figura 56**

*Grado en el que los requisitos para el egreso del programa de Biotecnología en Acuicultura son adecuados*



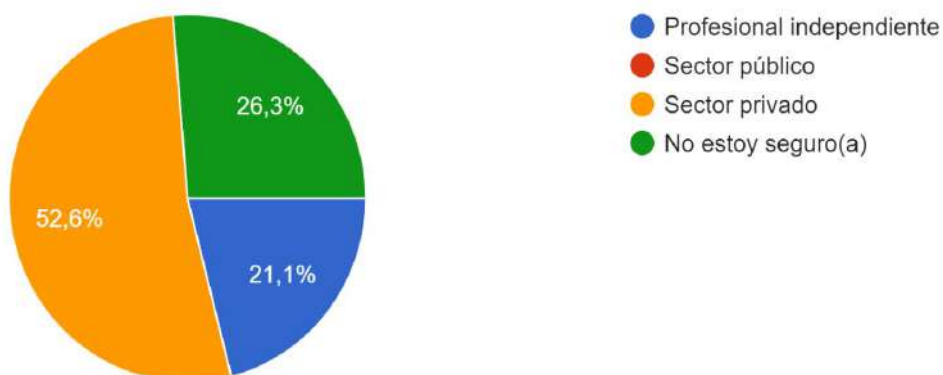
Aquellos estudiantes que respondieron parcialmente adecuados y que desconocían los requisitos, mencionaron lo siguiente:

- No estoy seguro si por no estar en etapa terminal no se me ha facilitado la información o es algo que debería saber desde antes.
- Son demasiados créditos optativos los que se tienen que cubrir y los horarios no están acomodados para terminar la carrera en 8 semestres.

Los ámbitos profesionales a los que aspiran integrarse los encuestados se distribuyeron de la siguiente manera: 52.6% tiene interés por el sector privado, 21.1% se inclina por ser un profesional independiente y el 26.3% se encuentra indeciso(a). Cabe destacar que los estudiantes no expresaron tener interés en el sector público (ver Figura 57).

**Figura 57**

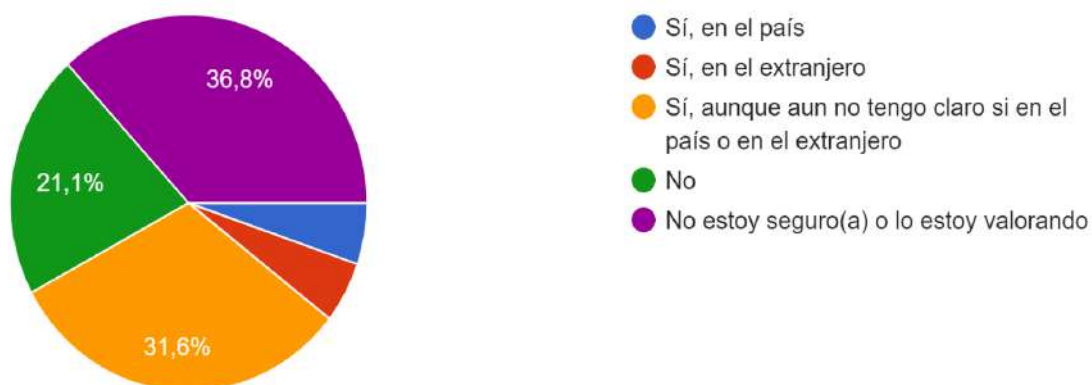
*Ámbitos profesionales a los que aspiran incursionar los estudiantes de la LBA*



En lo que concierne al interés de los estudiantes por estudiar un posgrado, el 36,8% indicó no estar seguro(a) o estarlo valorando; el 31,6% expresó tener interés, aunque sin claridad respecto a si realizar un posgrado nacional o internacional; y el 21,1% manifestó no estar interesado(a) (ver Figura 58).

**Figura 58**

*Interés en estudiar un posgrado*



De acuerdo con la Figura 59, las áreas de mayor interés de los estudiantes para estudiar un posgrado fueron Acuacultura (64.7%), Biotecnología (17.6%) y Ecología marina (5.9%).

**Figura 59**

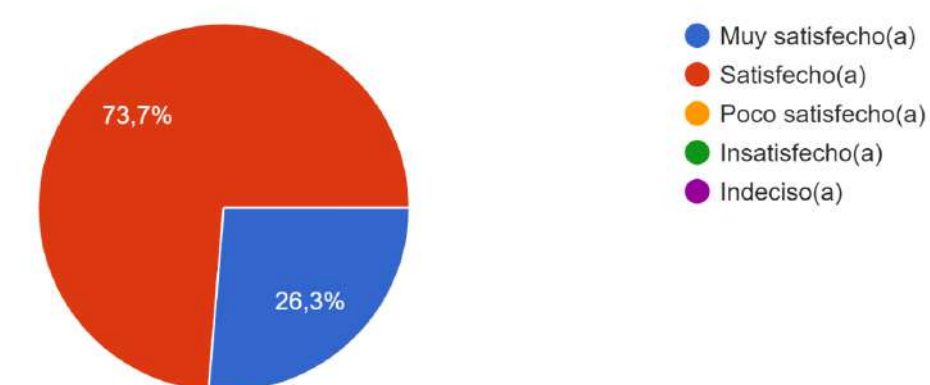
*Áreas de interés para estudiar un posgrado*



Cabe destacar que el 73.7% de los encuestados manifestaron sentirse satisfechos con la formación que han recibido y el 26.3% muy satisfechos (ver Figura 60).

**Figura 60**

*Nivel de satisfacción con la formación recibida hasta el momento en la LBA*



Si bien, no se contabilizaron niveles de insatisfacción, los encuestados expresaron las siguientes áreas de mejora al programa:

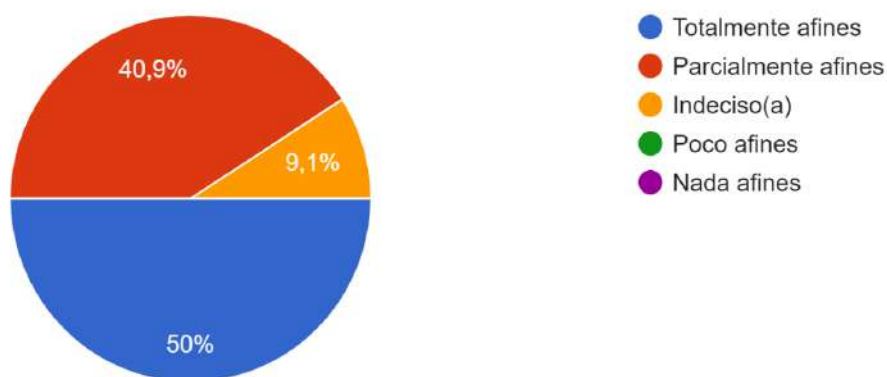
- Necesitamos más cultura cimarrona, más unidad y trabajo entre las tres carreras, colaboración.
- Me gustaría que las biotecnologías se dieran en dos materias, ya que la carrera es el cultivo y solo es en un semestre.
- Falta promover el desarrollo de pymes, hacer más contacto con empresas nacionales de otros estados además de Baja California, ya que dentro de la carrera hay muchas personas que somos foráneas, eso mismo agregarlo a la plataforma de ofertas laborales, ya que solo se presentan las de Baja California.
- Difusión de la existencia de programas laboratorios a los cuales como alumno uno puede apoyar y aprender, en mi experiencia he aprendido más en los laboratorios que en clases, ya que desde mi punto de vista la carrera es más práctica que teórica, ya que, si deseas dedicarte al área de producción, hay muchas cosas que sólo se pueden aprender llevando a cabo los cultivos.
- Hay muchas materias en las cuales la PUAs están muy mal diseñadas ya que no llevan un orden, en base a temas teóricos y las prácticas de laboratorio, creo que sería muy bueno que se tengan productores con experiencia en cultivos grandes en el área de laboratorios de biotecnologías, ya que las experiencias con las que cuñaran son muy diferentes, a trabajar con cultivos pequeños y controlados.
- No tener un enfoque tan centrado en la investigación dentro de la carrera, las investigaciones son una parte muy importante para el desarrollo de la acuicultura, sin embargo, si no hay quien produzca y empiece que nuevas especies, no tendrán tanto valor creo que debería ser un 50/50.



**Estudio Empírico. Cuestionario Dirigido a Docentes: Evaluación de Currículo.** En lo que respecta al nivel de afinidad entre las competencias del perfil de egreso y el plan de estudios de la LBA, los docentes opinaron lo siguiente: el 50% señaló que son totalmente afines, el 40.9% que son parcialmente afines y el 9.1% se mostró indeciso(a) (ver Figura 61).

**Figura 61**

*Grado en el que las competencias del perfil de egreso son afines al plan de estudios de la LBA*



Opiniones de los profesores que coinciden que existe una afinidad entre las competencias y el perfil de egreso:

- Los alumnos salen con las bases necesarias para cumplir con su perfil de trabajo en el área.
- El plan de estudios se realizó de forma colegiada y con sondeo de los requerimientos de las empresas enfocadas a la producción acuícola en el estado y en la región.

- El plan educativo abarca la mayoría de las ramas en las que el estudiante puede desarrollarse y lo prepara para los distintos ámbitos en los que puede desarrollarse al salir de la carrera.
- Considero que actualmente el plan de estudios hace que los egresados sean competentes para trabajar en empresas, cultivos o incluso emprendedores.
- Durante el plan de estudios lleva asignaturas que los orientan como son Sanidad, Biotecnologías, entre otras. Lo cual requiere el cumplimiento del perfil.
- Las asignaturas se modifican regularmente de acuerdo a las necesidades del sector.
- Las asignaturas que se ofrecen y los temas que integran cada asignatura son adecuados. Los temas abarcan de forma general lo que requiere la producción acuícola de por lo menos el Noroeste de México. Por lo tanto, al finalizar la licenciatura el alumno debería ser capaz de resolver o por lo menos plantear un camino para llegar a una solución exitosa del reto que se le presente. Además, la Facultad cuenta con una buena cantidad profesores de primer nivel, lo cual ayuda a tener asignaturas robustas académicamente.
- La implementación adecuada de la normatividad para la inocuidad en plantas de procesamiento primario es muy puntual, debería de hablar de algo más genérico.
- Falta fortalecer los alumnos en todas las herramientas moleculares y ómicas, incluyendo bioinformática, que son la base actual de la biotecnología
- Es recomendable enfocar parte de los créditos de esta carrera en la aplicación, involucrando desde etapas tempranas a los estudiantes en el ambiente laboral. Afortunadamente, Baja California cuenta con empresas exitosas en este ramo.
- En general, con base en los empleadores que conozco que han contratado egresados de la FCM están satisfechos con sus competencias laborales.

- Yo creo que es un punto que se debe de afinar, porque creo que hay competencias que el alumno deberá cubrir y no se le brindan a lo largo de la carrera
- Creo que para abarcar varios de los cursos prácticos, requerirían más del conocimiento básico sobre cómo funcionan los ecosistemas, biología, química, entre otros
- Considero que los egresados no son capaces de implementar tecnologías de cultivo, si de utilizarlas. En el perfil de egreso se menciona mucho la sustentabilidad, pero en la tira de materias no se refleja esto. Se toca el tema en varios cursos, pero tiene que ser más evidente. También se habla de emprendimiento, pero en el mapa curricular hace falta una materia específica sobre el tema.
- El programa educativo parece estar bastante completo, si acaso faltara hondar más en temas particulares, eso se resolvería con un postgrado o especialidad
- Considero que las competencias del perfil de egreso son afines al plan de estudios. Sí bien hay tópicos que no se contemplan en el plan de estudios. Con nuevas materias optativas se podrían cubrir estas áreas del conocimiento
- Considero que sí son afines, ya que los programas de unidad de aprendizaje están orientados a obtener las competencias del perfil de egreso.
- Se prepara a los egresados para ejercer en el área para la que son formados.
- Considero que sería importante incrementar prácticas con el uso de tecnologías moleculares

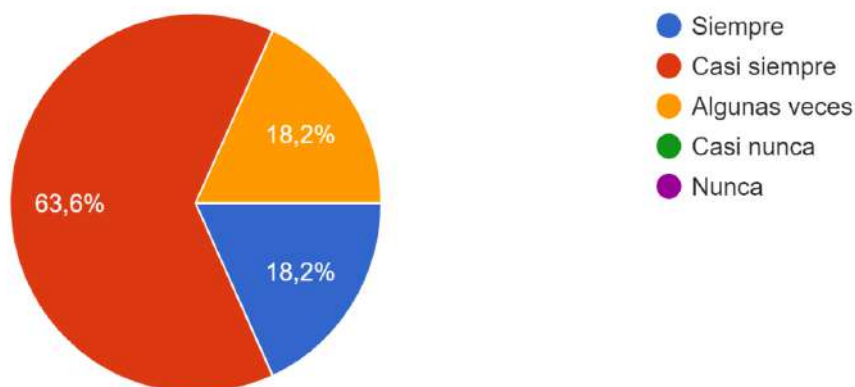
Opiniones donde se emiten sugerencias para que exista una mayor pertinencia y concordancia entre las competencias y perfil de egreso:

- Aunque las competencias de cada PUA están ligadas al perfil de egreso, es necesario actualizar estas competencias.
- Imparto laboratorio de geología costera, y considero que los temas podrían enfocarse un poco mejor a los objetivos del perfil de egreso, como ahondar en temas de sedimentos, composición o geomorfología.
- Considero que sería adecuado (desconozco si se realiza) es informarlos sobre todos los apoyos disponibles o formas de solventar los retos económicos del emprendimiento (inversión, programas de apoyo de fondo perdido, etc.).
- Creo que falta darle más énfasis a una “conciencia social” en el programa como aparece en la segunda competencia a desarrollar.
- En los semestres finales de la licenciatura me ha tocado experimentar que los alumnos no logran integrar el conocimiento adquirido durante años. Por ejemplo: en las materias de ingeniería (semestre 7), los alumnos deberían tener conocimientos por arriba de lo básico en matemáticas, calidad del agua aplicada a la acuicultura, fisiología de peces, crustáceos y moluscos, lo básico de ingeniería, patología, nutrición y genética. Todas las áreas de conocimiento anteriormente mencionadas son indispensables para poder diseñar una sistema o una unidad de producción o un protocolo de producción. Entonces, durante los ejercicios que se ven en clases, los alumnos no tienen ni la menor idea de lo que se está haciendo. Esto me hace pensar que, a pesar de tener un gran nivel de la mayoría de los profesores y temas adecuados a los requerimientos de la producción del Noroeste de México, tal vez sea necesario un ajuste en los métodos pedagógicos para poder transmitir ese conocimiento hacia los alumnos (Sin quitar la responsabilidad a alumnos de estudiar y aplicarse en la materia). Por lo tanto, es muy probable que se tengan que hacer ajustes a los temas particulares de cada asignatura.

Por otro lado, el 63.6% de los maestros expresaron que la frecuencia con la que los estudiantes logran adquirir el perfil de egreso de la LBA es “casi siempre”. Asimismo, el 18.2% expresó que “siempre”, y el 18.2% indicó que “algunas veces”. Cabe mencionar que no se presentaron frecuencias en los niveles más bajos de “casi nunca” y “nunca” (ver Figura 62).

### Figura 62

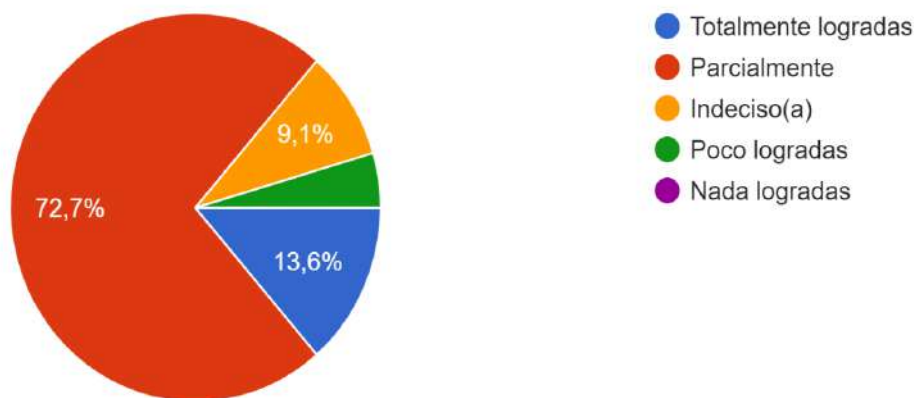
*Frecuencia con la que los estudiantes cuentan con el perfil de egreso requerido por el programa de Biotecnología en Acuicultura*



De forma similar, al cuestionar a los docentes su opinión sobre el grado en el que los egresados alcanzan las competencias del perfil de egreso, los resultados mostraron que el 72.7% considera que alcanzan dichas competencias de forma parcial, el 13.6% que son totalmente logradas, el 4.5% que son poco logradas y el 9.1% expresó indecisión en su postura (ver Figura 63).

**Figura 63**

*Grado en el que los estudiantes logran alcanzar las competencias del perfil de egreso de la LBA*



Los argumentos que apoyan la opinión de los profesores en torno al grado en el que los alumnos concretan las competencias del perfil de egreso, son:

En relación con el alumnado:

- No son capaces de integrar todas las áreas.
- Todo depende del perfil de cada estudiante o sus preferencias.
- No todos tienen la misma capacidad de aprovechamiento o entendimiento de los distintos tópicos que se tienen en la carrera, por lo que cada alumno forma su perfil personal de acuerdo con sus necesidades. Por ello, las materias optativas son ofertadas en una mayor proporción en la etapa terminal.
- Los resultados dependen del interés personal de cada alumno. El programa es bueno.
- Creo que los egresados si las tienen. Les cuesta trabajo egresar así que lo que falta es eso, que todos los que entran, salgan.

- Si bien los estudiantes pueden llegar a dominar técnicas y análisis, algunos de ellos no les toman importancia a los valores como honestidad, responsabilidad social y respeto al ambiente. Si bien llevan ética en el segundo semestre, en la etapa formativa veo que hay un área de oportunidad para reforzar en los estudiantes dichos valores.
- Considero que esto también depende del estudiantado, de su aprovechamiento dentro de la carrera de biotecnología en acuicultura y que tanto sea su interés por aprender. Lo que sí he podido reconocer en los últimos semestres (7mo) es que en ocasiones algunos alumnos aún no son conscientes que están próximos a egresar y por ende, no plantean o reflexionan los problemas como profesionistas.
- Requieren de mayor autonomía y de certidumbre en la toma de decisiones ante problemas.
- El motivo por el que considero que se logran parcialmente es por la falta de motivación y compromiso que he notado en los estudiantes, particularmente después del regreso de clases en forma virtual. No manejan adecuadamente conceptos y fundamentos que se supone que fueron cubiertos en unidades de aprendizaje previas y no muestran interés o compromiso por reforzar algunos de esas competencias (técnicas de biología molecular, estadística básica, etc.).
- Considero que depende mucho de las aptitudes del alumno y la aplicación del conocimiento. Como docente tratamos de acercarlos a problemas reales y su solución, pero eso no garantiza como el alumno responderá ante la situación si se le presenta.
- Como lo mencioné anteriormente, aun cuando las competencias estén bien definidas, si los estudiantes carecen de conocimiento básico, éstas no se cumplirán.

En relación con el plan de estudios:

- Les falta más práctica en el campo laboral, ya que muchas veces lo que hacemos.
- aquí en la universidad no aplica a nivel comercial (producción).
- Considero que los egresados no son capaces de implementar tecnologías de cultivo, si de utilizarlas. En el perfil de egreso se menciona mucho la sustentabilidad, pero en la tira de materias no se refleja esto. Se toca el tema en varios cursos, pero tiene que ser más evidente. También se habla de emprendimiento, pero en el mapa curricular hace falta una materia específica sobre el tema.
- Pueden existir ciertas deficiencias en las materias por no estar totalmente especializadas en temas de acuicultura.
- Como todo, la carrera es más fuerte en algunas áreas que otras.
- Sugiero impulsar el desarrollo de experiencias de aprendizaje en escenarios reales.

Otros:

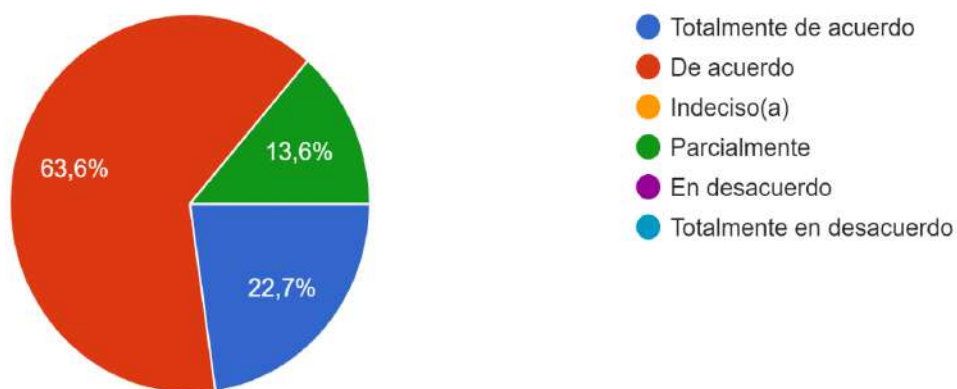
- Depende también del maestro que esté dando asignatura darle todos los recursos indispensables.
- No las conozco bien, así que no sabría decirlo con seguridad, fuera de mi área que es la geología no puedo decir mucho más.

El 63.6% de los profesores encuestados coincide con la premisa de que el perfil de egreso de la LBA atiende a las necesidades y problemáticas sociales del área en cuestión. El 22.7% indicó que está totalmente de acuerdo y el 13.6% señaló que dicha premisa se cumple parcialmente (ver Figura 64).



**Figura 64**

*Percepción respecto al grado en el que el perfil de egreso del programa de Biotecnología en Acuicultura de la UABC atiende las necesidades y problemáticas sociales*



Argumentos que coinciden con la premisa de que el programa educativo atiende a las necesidades y problemáticas sociales:

- El programa considera la problemática regional y nacional.
- Aplican el uso de tecnologías acorde al entorno social.
- No veo deficiencia alguna que sea de importancia.
- Falta mayor incidencia en aspectos legales y de gestión social.
- En las prácticas profesionales y el servicio social profesional los alumnos tienen la oportunidad de atender temas sociales.
- En el contexto en el que la transformación y el desarrollo de la acuicultura debe de ir en torno a la busca de la sostenibilidad, considero que el plan educativo, atiende las situaciones.
- Va en auge el tema de la acuicultura.
- Todo crecimiento tecnológico debe considerar los múltiples actores, donde el eje social es muy importante para el desarrollo.

- El plan de estudios se ha revisado de forma colegiada y con sondeos en el sector productivo.
- Considero que sí, ya que la acuicultura es una actividad con un desarrollo cada vez mayor, debido a que es una alternativa viable para asegurar una alimentación de calidad para los seres humanos en la actualidad y en el futuro.
- Si es una mayoría, trata de formarlos en todos los sectores relacionados a la acuicultura.
- Gran parte del perfil considera claramente las necesidades actuales de la sociedad y de la economía.

Áreas de mejora para que el programa educativo atienda a las necesidades y problemáticas sociales:

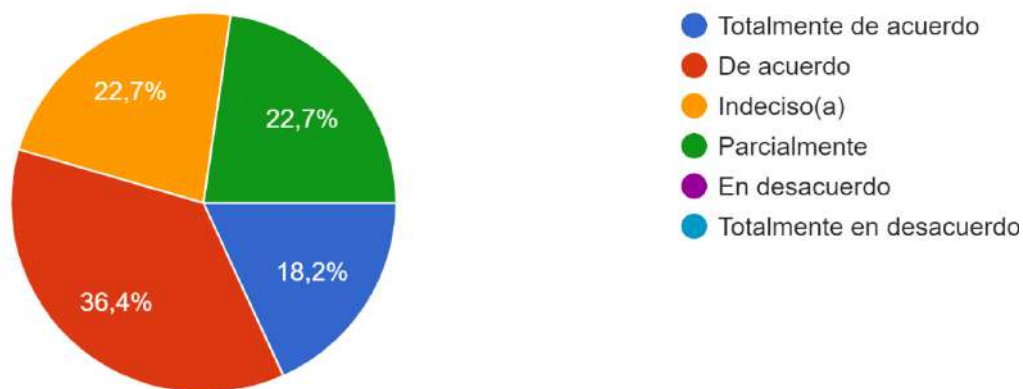
- Falta modificar la parte biotecnológica y sustentable.
- Es un hecho que, al entrar al mercado laboral, nuestros alumnos están quedando a deber y solo unos cuantos cumplen con las expectativas, preguntar a Pacific Aquaculture.
- El área de acuicultura tiene varios nichos de oportunidad para incursionar en la parte productiva. Sin embargo, la problemática social en la generación de subproductos afectará a mediano plazo la producción de organismos acuáticos, por lo que se debería de incursionar en una materia de aprovechamientos de subproductos y revaloración de los mismos, aplicando la biotecnología.
- Como lo comenté anteriormente hay estudiantes que no les toman importancia a los valores como honestidad, responsabilidad social y respeto al ambiente. Por lo que considero que hay estudiantes que están egresando con estas faltas de valores a un mundo sociolaboral donde es necesaria dicha formación.

- Por las dimensiones de México, considero que cada territorio requiere de un desarrollo acuícola particular, por ejemplo la acuicultura rural poco se aborda y podría representar una base para la seguridad alimentaria rural.
- Porque México requiere profesionales como el que mencionan en el perfil de egreso, capaces de resolver los problemas de la producción acuícola de una forma eficiente y respetando el medio ambiente que es algo que no se debe pasar por alto, para de esta forma se alcance en el país la autosuficiencia alimentaria. Sin embargo, quizás debería de integrarse una materia que involucre al alumno resolviendo problemas del entorno social mediante la empresa social quizás.
- Nuevamente en relación con la geología hay conocimientos que les servirían más, especialmente geomorfología.
- Yo imparto clases a los de quinto semestre y a ese nivel carecen del conocimiento básico de biología, química y física. Que a ese nivel ya deberían tener. Se que no todos están en la misma situación, pero sí requieren de un mayor conocimiento.

El 36.4% de los profesores encuestados consideraron que existe una adecuada distribución y seriación de las asignaturas en el mapa curricular de la LBA. El 18.2% estuvo totalmente de acuerdo con esta premisa, el 22.7% expresó indecisión y en la misma proporción (22.7%) los docentes expresaron que ambos elementos son parcialmente adecuados (ver Figura 65).

**Figura 65**

*Opiniones respecto a una adecuada distribución y seriación de las asignaturas del mapa curricular*



Comentarios que coinciden con la premisa de una adecuada distribución y seriación del mapa curricular:

- No veo claros errores en el programa educativo.
- Estoy de acuerdo con la estructura.
- Está bien, va de las bases a la aplicación.
- La distribución y seriación es adecuada, pero la rompen los alumnos que no cursan las materias como lo marca el mapa curricular, sino como ellos quieren.
- La carga, conocimientos y seriación me parecen adecuadas y acordes al perfil, pero considero que el grueso de los estudiantes, pese a haber cubierto esas unidades de aprendizaje, apenas y cuentan con los conocimientos y competencias requeridos.

Comentarios que sugieren áreas de mejora a la distribución y seriación del mapa curricular:

- Existe, pero muchas veces no son capaces de integrar la información.

- No todos los PUA's están bien distribuidos. Por ejemplo: Las 4 biotecnologías deben separarse.
- Creo que actualmente hay materias que el alumno puede llevar sin haber cursado otras que deberían ser requisito antes de llevar algunas otras materias.
- Algunas materias deben de impartirse no en el tronco común como es microbiología
- Los alumnos no salen con un conocimiento básico en su formación en todas las áreas, sin embargo, en la etapa terminal, se pudiera incluir un mínimo de tres perfiles de egresados que impacten en el desarrollo de dicha actividad. Por ejemplo, Reproducción y engorda= producción, Manejo, Normativa y administración de recursos en la acuicultura y biotecnología en acuicultura (No biotecnología en acuicultura).
- Con algunas modificaciones se podría hacer que los(as) chicos(as) se involucren más temprano en su carrera en cuestiones prácticas.
- Considero que materias tan importantes en términos de inocuidad y sanidad para el consumidor (patología y diagnóstico de enfermedades) deberían estar seriadas o pedirse como requisito, al menos con fisiología (la otra sería bioquímica), ya que esta es la base para la comprensión de la patología y por ende, el diagnóstico de las enfermedades.
- En Biotecnología en Acuicultura En 6TO si mal no recuerdo se le asignan todas las biotecnologías al estudiante. Lo cual es una carga considerable, pero no podrían aprovechar como tal debido a que son varias en vez de darlas por semestre.
- Las biotecnologías consumen muchas horas de laboratorio, creo que deberían distribuirse en varios semestres.

- Pienso que las materias están acomodadas en buen orden de forma ascendente, dando oportunidad al alumno que al final complemente sus créditos con las materias optativas que más se ajusten a la necesidad o inclinación al momento de egresar.
- Como ya lo hemos revisado en sesiones de los docentes de la carrera, podrían hacerse algunos cambios en estos aspectos para mejorar el programa educativo.
- No conozco todo el mapa curricular.
- Creo que hay materias a las cuales se les da más peso y a otras menor y que depende del ámbito en el que se desarrolle el estudiante, son más o menos importantes (depende del caso) por ejemplo las materias relacionadas a los negocios considero que quizá lo ideal no es verlas al final de semestre.
- Deberían llevar más materias básicas al inicio para poder aprovechar al máximo el conocimiento. Lo que llevan por ahora, quizás no sea suficiente.
- Desconozco a detalle cómo se ha decidido la distribución de las asignaturas. Sin embargo, pudiera ser beneficioso un reajuste de los cursos en cuanto a lo indispensables que pueden ser para su formación.

Tal y como lo ilustra la Tabla 51, las opiniones de los profesores respecto al grado en el que las asignaturas de las tres etapas de formación cubren las competencias del perfil de egreso, se distribuyeron con mayor concentración en los niveles positivos (totalmente adecuadas y adecuadas). De forma específica, aquellas con áreas de mejora son las asignaturas de la etapa básica, debido a que obtuvieron puntuaciones en los niveles de parcialmente (9.1%) e inadecuadas (4.5%).

**Tabla 51**

*Opiniones respecto al grado en el que las asignaturas cubren adecuadamente las competencias del perfil de egreso del programa*

| Etapas de formación                 | Nivel |    |   |   |    |
|-------------------------------------|-------|----|---|---|----|
|                                     | TA    | A  | P | I | TI |
| Asignaturas de la etapa básica      | 10    | 9  | 2 | 1 |    |
| Asignaturas de la etapa disciplinar | 10    | 10 | 2 |   |    |
| Asignaturas de la etapa terminal    | 6     | 15 | 1 |   |    |

*Nota.* Elaboración propia. TA= Totalmente adecuadas, A= Adecuadas, P= Parcialmente, I= Inadecuadas, y TI= Totalmente inadecuadas.

Opiniones que coinciden con la premisa de que las asignaturas cubren adecuadamente las competencias del perfil de egreso de la LBA:

- Las asignaturas cubren las competencias académicas, aunque muchas veces no saben integrar la información y habilidades.
- No veo deficiencias claras.
- Considero que para el perfil de egreso las materias son adecuadas para cumplir con dicho objetivo.
- Estoy de acuerdo en la estructura.
- De nueva cuenta, en el papel me parece que las competencias que buscan las unidades de aprendizaje son las adecuadas, pero considero que el nivel de exigencia en cuanto al nivel de desempeño y rendimiento de los estudiantes no es suficiente.

Sugerencias a las asignaturas de las tres etapas de formación en atención a las competencias del perfil de egreso de la LBA:

- Faltan algunos cursos que pudieran complementar el programa educativo, como, por ejemplo: biotecnología aplicada a la extracción de metabolitos secundarios a partir de organismos acuáticos. Los cursos de la etapa básica deben reacomodarse y algunos juntarse (de dos hacer uno)
- Considero que algunas asignaturas deberían de exigir una seriación.
- De manera general, en la etapa básica es relevante hacer un cambio en las materias y manejar un tronco común fuera de los créditos de carrera en biotecnología, ya que es muy básica la formación que se da al respecto y parece una nivelación de alumnos y no sobre la carrera como tal.
- El tronco común es largo y pesado, muchos desertan en el camino.
- Hace falta materias mayormente especializadas en la situación laboral actual.
- En el octavo semestre estaría bien incluir una materia más en entorno social que es lo que comentaba anteriormente en la que se integre la biotecnología en acuicultura y el desarrollo social porque de esta forma para sensibilizar el alumno y crear en él un compromiso de bienestar social. (Quizás de forma optativa)
- En la primera etapa es donde deben sentar las bases moleculares y tecnologías ómicas.
- Debido a que quizá en la etapa terminal el alumno debe tener más conocimientos básicos sobre sistemas sobre todo de recirculación y quizá no tanto peso en materias relacionadas a lo administrativo.
- En la etapa disciplinaria sobra la de administración, y procesos de gestión acuícola que deberían ser de etapa terminal. En vez de estas otras más extensas. La nutrición debería estar más enfocada a NUTRICIÓN y no a bioquímica.

Asimismo, se les cuestionó a los profesores su opinión en cuanto al grado en el que las asignaturas son suficientes para cubrir el desarrollo de las competencias del perfil de egreso. De acuerdo con la Tabla 52, los resultados mostraron una mayor frecuencia de



puntajes positivos en las etapas básica, disciplinaria y terminal, e igualmente las asignaturas con áreas de mejora fueron aquellas de la etapa básica con puntajes en los niveles de parcialmente (4.5%) e insuficientes (9.1%).

**Tabla 52**

*Opiniones respecto al grado en el que las asignaturas son suficientes para cubrir las competencias del perfil de egreso del programa*

| Etapas de formación                 | Nivel |    |   |   |    |
|-------------------------------------|-------|----|---|---|----|
|                                     | TS    | S  | P | I | TI |
| Asignaturas de la etapa básica      | 10    | 9  | 1 | 2 |    |
| Asignaturas de la etapa disciplinar | 9     | 11 | 1 | 1 |    |
| Asignaturas de la etapa terminal    | 8     | 12 | 2 |   |    |

*Nota.* Elaboración propia. TS= Totalmente suficientes, S= Suficientes, P= Parcialmente, I= Insuficientes, y TI= Totalmente insuficientes.

Algunas sugerencias al respecto fueron las siguientes:

- Se deberá de incrementar materias afines al programa educativo.
- En el perfil de egreso se menciona mucho la sustentabilidad, pero en la tira de materias no se refleja esto. Se toca el tema en varios cursos, pero tiene que ser más evidente. También se habla de emprendimiento, pero en el mapa curricular hace falta una materia específica sobre el tema.
- La biotecnología dentro de las zootecnias acuícolas debe ser claramente diferenciada desde la base, así como la interacción entre ambas para obtener recursos y mejorar sistemas de producción.
- Para lograr las competencias de implementar tecnologías, o proponer proyectos e incluso cultivar organismos y prevenir enfermedades les hace falta conocer más sobre fundamentos de biología.

Tal como lo ilustra la Tabla 53, aquellos aspectos del mapa curricular que los docentes identificaron con áreas de mejora son los siguientes: cambio en el contenido en las asignaturas obligatorias (36.4%), cambio en el contenido de las asignaturas optativas (36.4%), agregar o quitar asignaturas obligatorias (22.7%) y seriación en las asignaturas de la etapa terminal (18.2%).

**Tabla 53**

*Opiniones respecto a las áreas de mejora del mapa curricular del programa de Biotecnología en Acuicultura*

| Áreas de mejora del mapa curricular                    | Recuento   |            |
|--------------------------------------------------------|------------|------------|
|                                                        | Frecuencia | Porcentaje |
| En ningún aspecto                                      | 2          | 9.1%       |
| Cambio en el contenido en las asignaturas obligatorias | 8          | 36.4%      |
| Cambio en el contenido de las asignaturas optativas    | 8          | 36.4%      |
| Prácticas profesionales                                | 3          | 13.6%      |
| Seriación en las asignaturas de la etapa básica        | 1          | 4.5%       |
| Seriación en las asignaturas de la etapa disciplinaria | 3          | 13.6%      |
| Seriación en las asignaturas de la etapa terminal      | 4          | 18.2%      |
| Agregar o quitar asignaturas obligatorias              | 5          | 22.7%      |
| Agregar o quitar asignaturas optativas                 | 4          | 18.2%      |
| No estoy seguro(a)                                     | 2          | 9.1%       |

Para esta pregunta los encuestados tuvieron la oportunidad de elegir todas las opciones que desde su perspectiva tuvieran áreas de mejora, así como agregar aspectos que no se hubieran en listado para su votación. De la opción abierta se obtuvieron los siguientes elementos:

- Ser más selectivo en la calidad de los estudiantes ingresados.

- Introducir actividades prácticas en etapa básica.
- Implementar actividades en proyectos sociales.
- Mover microbiología (Después de que cursen bioquímica).
- Biotecnologías dispersar y no dejarlas en un solo semestre.
- Liderazgo y función y administración pública.
- Cambio de algunas asignaturas en horas clase, laboratorio, campo. Según sea el caso.

Otras sugerencias específicas para algunos elementos del mapa curricular fueron las siguientes.

- Es necesario actualizar tanto los cursos obligatorios como optativos, de acuerdo con las demandas actuales, así como también agregar nuevos cursos.
- Algunas de las materias de las etapas disciplinaria y terminal deben de contar con buenas bases para un mejor entendimiento de los temas.
- Quizás darle más énfasis en la etapa terminal a materias donde el alumno reconozca la interacción del organismo con el medio y el efecto (fisiología, enfermedades, biotecnologías, sistemas, por mencionar algunas).
- Al parecer no existe una seriación de materias y muchas repiten la misma información en los cursos.
- La seriación sería para los casos de patología con mínimo fisiología y diagnóstico de enfermedades con patología. Para microbiología, frecuentemente, se observa que a los alumnos les es difícil comprender conceptos de macromoléculas y de metabolismo, por lo que, considero que podría moverse después de bioquímica.
- Algunos ingresados no tienen del todo claro a qué programa se están comprometiendo.

- En el perfil de egreso se menciona mucho la sustentabilidad, pero en la tira de materias no se refleja esto. Se toca el tema en varios cursos, pero tiene que ser más evidente. También se habla de emprendimiento, pero en el mapa curricular hace falta una materia específica sobre el tema.
- Fortalecer la enseñanza de valores en las asignaturas que así lo requieran.
- Muchas biotecnologías en un solo semestre.
- Reforzar en biotecnología las materias que estén asociadas.
- En lo personal, creo que al finalizar se podrían tener materias donde el objetivo sea concentrar el conocimiento adquirido durante todos los años de estudio y poder aplicarlo a un proyecto final que pueda ser distribuido en una asignatura que tenga duración de dos semestres y así trabajar en la sección de ingeniería, nutrición/alimentación, profilaxis, costos, planeación. Sería ideal que se pudiera tener una materia para los que van a moluscos, otra para los que van a peces y otra para los que van a crustáceos.
- Complementará la formación que tienen para un mejor desempeño laboral y por otra parte para participar en la elaboración de políticas públicas relacionadas con el sector acuícola.
- Hace falta materias mayormente especializadas en la situación laboral actual.
- La cantidad de créditos de algunas asignaturas fueron sujetas a la limitación de créditos del plan de estudios anterior, dejando de lado las necesidades reales en este ámbito.
- Mi respuesta recurrente es en el área de geología. Me parece de suma importancia enfocarse en la interacción entre corteza, interacciones de la misma y forma final del paisaje, ya que afecta directamente en los microclimas, aportes de nutrientes, entrada de sedimentos, salinidad del agua y claro que eso debe tener efectos significativos en la acuicultura. Por lo que, pienso que debería revisarse

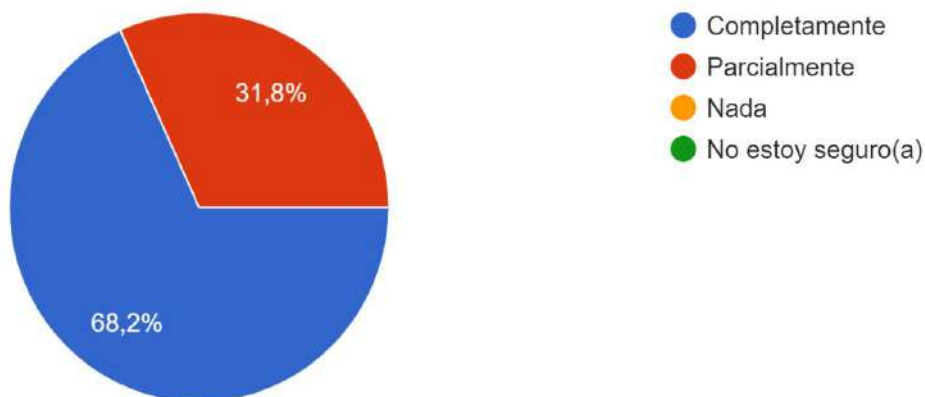
con cuidado la asignatura y enfocarse más en geomorfología, tectónica, sedimentología y suelos.

- Quizás lo que haga falta es revisar el contenido de las asignaturas.
- Los contenidos de las asignaturas deben actualizarse a los requerimientos, tecnologías y necesidades actuales. Considero ideal que se realicen revisiones a los PUAs para asegurar la relevancia de lo que se incluye.

De acuerdo con la Figura 66, el 68.2% de los profesores encuestados expresaron que las asignaturas que imparten contribuyen completamente a las competencias del perfil de egreso de la LBA. Mientras que, el 31.8% indicó que las materias que dirigen tienen una contribución parcial.

**Figura 66**

*Grado en el que las asignaturas que suelen impartir los profesores de la LBA contribuyen a las competencias del perfil de egreso*



Comentarios en relación con las asignaturas que contribuyen completamente:

- Mis materias suelen ser básicas y de necesidad elemental.
- En patología se contribuye para que los alumnos puedan, primeramente, detectar signos, lesiones y por ende, analizar la situación para poder determinar la

presencia de una enfermedad. Esto es relevante tanto para el aspecto de sanidad en cultivo como para la inocuidad en el producto final.

- Es una biotecnología.
- Son la integración del conocimiento adquirido durante años.
- Es una materia básica, formativa, de primer semestre que brinda las bases para que el alumno adquiera una visión de la interacción del ambiente/sociedad, así como desarrollar la capacidad de análisis en relación con la presión que ejerce, en este caso la acuicultura, sobre el medio ambiente y sus posibles vías de solución para atenuarlas o eliminarlas.
- Aunque no existen muchos programas de crianza selectiva en especies acuícolas en México y la inversión necesaria para proyectos de selección genómica es aún restrictiva para muchos productores es importante que los estudiantes conozcan de su potencial y aplicaciones.
- Son de gran importancia dado que son la base de la alimentación y desarrollo en las primeras etapas de cultivo y es de suma importancia que el alumno aprenda a reproducir dichas tecnologías.

Comentarios y sugerencias en relación con las asignaturas que contribuyen parcialmente:

- Parcialmente porque solo impacto en la aplicación de métodos de control, manejo y prevención de enfermedades
- El temario impartido debería ser actualizado para enfocarse más hacia temas de acuicultura.
- Mi respuesta recurrente es en el área de geología. Me parece de suma importancia enfocarse en la interacción entre corteza, interacciones de la misma y forma final del paisaje, ya que afecta directamente en los microclimas, aportes de

nutrientes, entrada de sedimentos, salinidad del agua y claro que eso debe tener efectos significativos en la acuacultura. Por lo que, pienso que debería revisarse con cuidado la asignatura y enfocarse más en geomorfología, tectónica, sedimentología y suelos.

- Creo que tres horas (o dos como establece el programa) a la semana son insuficientes para que puedan aprender.
- Debido a que es un laboratorio, considero que para estar completamente de acuerdo se debieran hacer ajustes de contenido y asociarlo con el quehacer del Biotecnólogo en Acuacultura.
- Considero que las PUAS pueden mejorar, pero si estoy de acuerdo en que cubren las competencias generales para el perfil de egreso y el aprendizaje del alumno durante su carrera.
- Desarrollar la creatividad de los alumnos para plantear soluciones a los retos que se le pueda presentar.
- Se requiere de una visión integral sociedad/ambiente, es indisoluble esta interacción.
- Son necesarias más horas de clase.

### **Conclusiones**

La encuesta destaca una evaluación positiva del programa de Licenciatura en Biotecnología en Acuacultura (LBA) entre los estudiantes, quienes valoran su formación en términos generales. Sin embargo, también identifican áreas de mejora específicas en cada etapa de formación.

En la etapa básica, los estudiantes sugieren eliminar o reformular asignaturas que consideran de escasa relevancia para sus necesidades específicas en acuacultura, proponiendo en su lugar materias que refuercen habilidades prácticas, como matemáticas

y estadística aplicada directamente a su campo. Para la etapa disciplinaria, consideran que el enfoque de ciertas asignaturas podría ajustarse hacia temas productivos y menos hacia la investigación. En este sentido, proponen integrar contenidos en producción acuícola, con énfasis en la nutrición, la genética para esquemas de crianza y otras competencias directamente aplicables al entorno laboral.

La falta de equilibrio entre la teoría y la práctica es otra área de mejora señalada. Aunque valoran las asignaturas optativas, varios estudiantes mencionan que estas suelen tener conflictos de horario con las materias obligatorias, dificultando su acceso y aprovechamiento. Proponen mejorar la programación y variedad de optativas, incluyendo cursos como consultoría, técnicas de análisis genético, maricultura y sostenibilidad en la acuicultura. Además, sugieren talleres prácticos complementarios en áreas como electricidad y uso de equipos especializados, habilidades que consideran esenciales para el trabajo en campo.

Otra sugerencia significativa es fortalecer los vínculos con el sector productivo y ampliar las oportunidades de contacto con empresas acuícolas. Esto incluye implementar proyectos de vinculación que preparen a los estudiantes no solo como investigadores, sino como futuros profesionales capacitados en procesos de producción y gestión empresarial en acuicultura. Algunos estudiantes proponen incluso la introducción de módulos sobre desarrollo de pequeñas y medianas empresas (PyMEs) acuícolas y un enfoque más práctico en la administración de proyectos.

En cuanto a la estructura del plan de estudios, los estudiantes recomiendan ajustar la seriación de asignaturas para una progresión lógica y coherente, especialmente en temas relacionados con patología y diagnóstico de enfermedades en organismos acuáticos. Además, sugieren reducir la carga de materias administrativas y sintetizar aquellos contenidos redundantes para optimizar el tiempo y priorizar asignaturas de mayor relevancia práctica.



Por su parte, los docentes destacan una alineación general entre el perfil de egreso de la LBA y su plan de estudios, aunque consideran necesario ajustar ciertos aspectos para fortalecer esta concordancia. Los profesores sugieren una revisión en el contenido de las asignaturas para asegurar una preparación integral en biotecnología acuícola y en las competencias para la producción sostenible. En particular, señalan que el enfoque hacia la sustentabilidad y el emprendimiento, aunque presente en el perfil de egreso, necesita un mayor peso dentro del currículo.

La estructura y seriación de asignaturas es otro punto de atención. Los docentes indican que algunas materias clave, como patología y diagnóstico de enfermedades, deberían requerir conocimientos previos en fisiología y bioquímica para un aprendizaje más efectivo. También proponen redistribuir las asignaturas de biotecnología, ya que concentrarlas en un solo semestre resulta una carga excesiva y limita el aprendizaje práctico. Asimismo, sugieren aumentar la oferta de prácticas en entornos reales y de contacto con el sector productivo para afianzar las habilidades prácticas que demanda el mercado laboral.

En cuanto al perfil del egresado, los profesores perciben que algunos estudiantes enfrentan dificultades para integrar conocimientos adquiridos en diversas áreas, como matemáticas, biología y química, cuando se requiere aplicarlos en contextos complejos como el diseño de sistemas de producción. Esto resalta la necesidad de ajustar los métodos pedagógicos para mejorar la retención y aplicación de conocimientos fundamentales, así como de fomentar la autonomía y responsabilidad en la toma de decisiones.

Respecto a las competencias transversales, los docentes enfatizan la importancia de reforzar valores como la honestidad, responsabilidad social y conciencia ambiental, pues observan que no todos los estudiantes internalizan estos aspectos durante su formación. Sugieren también fortalecer el desarrollo de habilidades en bioinformática,

herramientas moleculares y tecnologías “ómicas,” que son cada vez más relevantes en el ámbito de la biotecnología.

En conjunto, estas recomendaciones apuntan hacia un enfoque educativo que no solo cumpla con las competencias del perfil de egreso, sino que también prepare a los estudiantes para enfrentar retos prácticos en la acuicultura, asegurando una formación robusta y socialmente comprometida.

## **Evaluación de la Trayectoria Escolar de los Estudiantes por el Programa Educativo**

### ***Objetivo***

Evaluar la trayectoria escolar de los estudiantes por el programa educativo de Licenciatura en Biotecnología en Acuicultura con el fin de identificar fundamentos para su modificación o actualización.

### ***Objetivos Específicos***

- Describir el proceso de ingreso al programa educativo.
- Analizar los indicadores de trayectoria escolar de los estudiantes que cursan el programa educativo.
- Analizar la participación de los estudiantes en programas de apoyo.
- Evaluar los resultados de los estudiantes que cursaron el programa educativo, en exámenes, diversos eventos nacionales e internacionales, así como el dominio de otras lenguas.

### ***Método***

Para evaluar la trayectoria escolar de los estudiantes, se realizó una investigación documental que analizó el ingreso al programa, la trayectoria escolar, el egreso y los

resultados de los estudiantes de la LBA. Para el análisis documental, se consultaron diversas fuentes de información, como el Plan de Estudios 2018-1 de la LBA, el Sistema Institucional de Indicadores de la UABC, procedimientos y reportes estadísticos de programas de tutoría, movilidad estudiantil, prácticas profesionales, servicio social, orientación educativa y psicopedagógica, asesorías académicas, deserción, rezago, eficiencia terminal y titulación, entre otros.

La técnica de análisis de contenido se utilizó para ordenar la información en cuatro categorías: 1) Proceso de ingreso al programa educativo, 2) Trayectoria escolar, 3) Participación de los estudiantes en programas de apoyo, y 4) Resultados de los estudiantes. Los indicadores de cada categoría fueron identificados, descritos y analizados según la Metodología de estudios de fundamentación para la creación, modificación y actualización de programas educativos de licenciatura de la UABC (2018).

La investigación empírica se realizó a través de la técnica de la encuesta, para lo cual fue necesario diseñar dos cuestionarios; uno dirigido a la población de los académicos del programa educativo y otro a los estudiantes en curso, con la finalidad de identificar opiniones y percepciones respecto al curso de inducción, el proceso de nuevo ingreso, el grado en el que distintos programas, actividades y servicios contribuyen a la formación profesional.

El cuestionario dirigido a docentes y el cuestionario para estudiantes se conformaron por 1 y 10 reactivos respectivamente; ambos de opción múltiple y preguntas de respuesta abierta.

La aplicación de los instrumentos se llevó a cabo mediante la plataforma *Google Forms*. Se obtuvieron las respuestas de 22 profesores y 19 estudiantes. Los datos recabados fueron analizados a través de estadística descriptiva; se agruparon los datos

cuantitativos, en porcentajes o frecuencias. El procedimiento permitió organizar y analizar el contenido de la información generada.

## **Resultados**

### **Proceso de Ingreso al Programa Educativo.**

#### ***Estrategias de Difusión, Promoción y Orientación del Programa***

**Educativo.** Para difundir la oferta educativa de la Facultad de Ciencias Marinas, se implementan varias estrategias dirigidas a los alumnos de educación media superior con apoyo del Responsable de Admisión y Difusión. La información sobre el programa de la LBA se publica abiertamente en las páginas web de la UABC, la Coordinación General de Formación Profesional y la FCM. Además, se promueve el programa a través de diversas acciones y portales:

- Convocatoria institucional de nuevo ingreso a la UABC. Para la FCM se emite de manera anual: <http://admisiones.uabc.mx/>
- Portal de internet de la Coordinación General de Servicios Estudiantiles y Gestión Escolar de la UABC: <http://cgsege.uabc.mx/>
- Portal de internet de la FCM: <http://fcm.ens.uabc.mx/nosotros/la-fcm.php>
- Expo profesiones (Expo UABC). Se organiza anualmente, con el fin de ofrecer información sobre el programa educativo a los aspirantes a ingresar, procedentes de las diversas instituciones de nivel medio superior.
- Brigadas UABC ContigoPláticas profesiográficas. Se imparten a estudiantes potenciales a egresar de nivel medio superior a través de los responsables de orientación educativa y psicopedagógica de las unidades académicas.
- Se participa en diferentes exposiciones que convocan algunas instituciones de educación pública como: "Expo Universidades CobachBC Plantel "La Mesa",

“Expo Universidades Cobach Tecate 2023”, “2da Expo Educativa del colegio Fray Junipero Serra”, “Expo Universidades Centro de Estudios Tecnológicos del Mar No. 11”, y “Expo Universidades Centro de Estudios Tecnológicos del Mar No. 12”.

- También se promueve información sobre los programas educativos en eventos y dependencias institucionales, tales como brigadas comunitarias, Departamentos de Servicios Estudiantiles y Gestión Escolar, y mediante la atención directa a personas que la soliciten de manera presencial y vía telefónica.
- Otros mecanismos de difusión y promoción de los programas educativos son los medios de comunicación masiva institucionales como la Gaceta Universitaria, Radio Universidad y el canal de televisión Imagen-UABC, así como en medios masivos de comunicación de la región.

La UABC utiliza un procedimiento institucional para evaluar el nivel académico de los nuevos estudiantes, comenzando con un examen de conocimientos y psicométrico. Este examen mide las habilidades en lectura, lengua escrita y matemáticas, basándose en las competencias del Marco Curricular Común de la EMS (Caso et al., 2017). Cada carrera tiene criterios específicos durante el proceso de admisión, como exámenes de inglés, entrevistas y pruebas de destrezas específicas, excepto las carreras de la FCM que no tienen criterios adicionales (UABC, 2024).

De acuerdo con el análisis de la información, se considera adecuada la difusión y promoción que se le da al programa educativo para el conocimiento de los alumnos potenciales a egresar de las instituciones de educación media superior, que conlleva a mantener la matrícula de primer ingreso.

## Indicadores de Trayectoria Escolar.

**Control del Desempeño de los Estudiantes Dentro del Programa.** Se realizó un estudio de trayectoria escolar sobre las cohortes generacionales de los últimos cinco años (2019-1 a 2023-2) con base en la información proporcionada por los gestores educativos de la FCM.

De la información analizada por cohortes generacionales, se detectó que la matrícula de ingreso fluctúa generación tras generación sin un patrón estable de comportamiento, pues se observan cifras que varían de los siete a los 31 estudiantes de nuevo ingreso; cabe resaltar que la segunda cifra más baja de ingreso se ubica en el periodo comprendido por la pandemia y la primera en el periodo pospandémico inmediato. De forma general, el 41.3% de la matrícula ha permanecido como regular, mientras que se observa un 58.3% ha manifestado algún nivel de rezago, con especial concentración (39.1%) en nivel 3 de rezago. Aunado a lo anterior, los índices de aprobación han aumentado en los últimos tres ciclos registrados (2020-1 y 2020-2), por ende, los índices de reprobación y rezago han disminuido (ver Tabla 54).

**Tabla 54**

*Índice promedio de aprobación y rezago por ciclo escolar*

| Ciclo escolar | Índice        |           |         |         |         |
|---------------|---------------|-----------|---------|---------|---------|
|               | Nuevo ingreso | Regulares | Rezago  |         |         |
|               |               |           | Nivel 1 | Nivel 2 | Nivel 3 |
| 2019-1        | 16            | 25%       | 18.8%   | 6.3%    | 50%     |
| 2019-2        | 25            | 44%       | 32%     | 4%      | 20%     |
| 2020-1        | 26            | 31%       | 15.4%   | 7.7%    | 46.2%   |
| 2020-2        | 31            | 29%       | 6.5%    | 12.9%   | 51.6%   |
| 2021-1        | 13            | 31%       | 0%      | 7.7%    | 61.5%   |
| 2021-2        | 22            | 32%       | 13.6%   | 0%      | 54.5%   |
| 2022-1        | 8             | 25%       | 0.0%    | 0%      | 75%     |

| Ciclo escolar | Índice        |           |         |         |         |
|---------------|---------------|-----------|---------|---------|---------|
|               | Nuevo ingreso | Regulares | Rezago  |         |         |
|               |               |           | Nivel 1 | Nivel 2 | Nivel 3 |
| 2022-2        | 25            | 52%       | 8%      | 12%     | 28%     |
| 2023-1        | 7             | 57%       | 28.6%   | 14.3%   | 0%      |
| 2023-2        | 16            | 100%      | 0%      | 0%      | 0%      |
| General       | 189           | 41.3%     | 12.7%   | 6.9%    | 39.1%   |

*Nota.* Elaboración propia con base en la información provista por los gestores educativos de la LBA.

La FCM cuenta con un Plan Institucional de Asesorías Académicas aprobado en 2023 (Lubinsky et al., 2023), cuyo objetivo es:

Coadyuvar en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Unidad de Aprendizaje en las que el alumno necesite apoyo académico; enfocándonos en prevenir la deserción y superar obstáculos académicos, asegurando una formación integral que prepare profesionales éticos, socialmente responsables y conscientes del medio ambiente, listos para contribuir eficazmente en el mercado laboral (p. 3).

Las asesorías pueden ser individuales o grupales, dependiendo del origen de la situación a tratar. La figura del facilitador o asesor la realizan becarios, estudiantes capacitados, responsables de la UA en cuestión o por docentes del área académica que presente un alto nivel de rezago. Estas asesorías son solicitadas por el estudiante o bien, recomendadas por el tutor asignado. Debe denotarse que, desde la implementación del programa en 2023, se observa un impacto positivo directo en los porcentajes de rezago, siendo estos notablemente menores en el nivel 3 de rezago.

***Eficiencia Terminal y en la Titulación u Obtención de Grado.*** Según el Sistema Institucional de Indicadores de la UABC (2009), el término eficiencia terminal

refiere al porcentaje de alumnos que aprobaron el total de créditos de un programa educativo con respecto al número de alumnos que ingresaron a dicho programa en la cohorte correspondiente, una vez transcurrido el tiempo promedio en que tardan los alumnos en aprobar la totalidad de créditos del programa educativo.

Dada la naturaleza de los datos y con vistas a clarificar el análisis, en la Tabla 55 se presenta la eficiencia terminal de cada una de las cohortes desde el periodo 2007-1 al 2023-2, debe considerarse que las cohortes del periodo 2018-2 en adelante aún cuentan con estudiantes activos (el estatuto marca siete años para extensión para concluir la carrera). En este sentido, el análisis se enfoca en las cohortes que cuentan con información completa respecto al ingreso, egreso, estudiantes activos, bajas, así como porcentaje de eficiencia terminal y de titulación.

Dentro de las cohortes 2007-1 al 2018-1, se muestra una matrícula total de ingreso de 396 estudiantes en la LBA, de los cuales, 256 han terminado sus estudios, 0 se encuentran activos y 140 han desertado; lo anterior indica un porcentaje de egreso del 64.6%. Asimismo, dentro de la información provista por los coordinadores del programa, 52% de la matrícula total ha logrado obtener su título universitario (ver Tabla 55).

**Tabla 55**

*Eficiencia terminal por cohorte*

| Periodo | Ingreso | Egresados | Activos | Baja | ETC   | Titulados |
|---------|---------|-----------|---------|------|-------|-----------|
| 2007-1  | 12      | 9         | 0       | 3    | 75%   | 75%       |
| 2007-2  | 17      | 14        | 0       | 3    | 82.3% | 76.5%     |
| 2008-1  | 7       | 6         | 0       | 1    | 85.7% | 71.4%     |
| 2008-2  | 9       | 5         | 0       | 4    | 55.5% | 44.4%     |
| 2009-1  | 1       | 1         | 0       | 0    | 100%  | -         |
| 2009-2  | 20      | 18        | 0       | 2    | 90%   | 90%       |
| 2010-1  | 6       | 4         | 0       | 2    | 66.6% | 50%       |



| Periodo | Ingreso | Egresados | Activos | Baja | ETC   | Titulados |
|---------|---------|-----------|---------|------|-------|-----------|
| 2010-2  | 19      | 14        | 0       | 5    | 73.7% | 57.9%     |
| 2011-1  | 7       | 7         | 0       | 0    | 100%  | 100%      |
| 2011-2  | 8       | 4         | 0       | 4    | 50%   | 50%       |
| 2012-1  | 11      | 9         | 0       | 2    | 82%   | 64%       |
| 2012-2  | 28      | 17        | 0       | 11   | 57%   | 50%       |
| 2013-1  | 27      | 15        | 0       | 12   | 56%   | 48%       |
| 2013-2  | 34      | 24        | 0       | 10   | 71%   | 50%       |
| 2014-1  | 15      | 13        | 0       | 2    | 87%   | 73%       |
| 2014-2  | 23      | 11        | 0       | 11   | 57%   | 50%       |
| 2015-1  | 25      | 13        | 0       | 12   | 52%   | 40%       |
| 2015-2  | 37      | 21        | 0       | 16   | 57%   | 30%       |
| 2016-1  | 13      | 9         | 0       | 4    | 62%   | 23%       |
| 2016-2  | 25      | 11        | 0       | 14   | 44%   | 24%       |
| 2017-1  | 18      | 7         | 0       | 11   | 39%   | 22%       |
| 2017-2  | 26      | 16        | 0       | 10   | 58%   | 47%       |
| 2018-1  | 8       | 7         | 0       | 1    | 88%   | 13%       |
| 2018-2  | 27      | 12        | 10      | 5    | 44%   | 7%        |
| 2019-1  | 13      | 3         | 9       | 1    | 23%   | 8%        |
| 2019-2  | 17      | 2         | 13      | 2    | -     | -         |
| 2020-1  | 12      | 0         | 11      | 1    | -     | -         |
| 2020-2  | 19      | 0         | 15      | 4    | -     | -         |
| 2021-1  | 4       | 0         | 3       | 1    | -     | -         |
| 2021-2  | 10      | 0         | 8       | 2    | -     | -         |
| 2022-1  | 3       | 0         | 3       | 0    | -     | -         |
| 2022-2  | 14      | 0         | 13      | 1    | -     | -         |
| 2023-1  | 5       | 0         | 5       | 0    | -     | -         |
| 2023-2  | 16      | 0         | 16      | 0    | -     | -         |
| Total   | 536     | 272       | 106     | 157  |       |           |

*Nota.* Elaboración propia con datos de la FCM.

Debido a que el ANPROMAR revisa y compara la eficiencia terminal de los programas educativos en profesiones relacionadas con el mar, establece un porcentaje de eficiencia terminal por cohorte generacional para estos programas. De acuerdo con la evaluación para la acreditación realizada al programa de la LBA, recomienda una eficiencia terminal por cohorte generacional del 80%. Dado lo anterior, es importante fortalecer los programas de atención al estudiante con bajo rendimiento académico o con

requerimientos de atención especial, con el fin de evitar el rezago escolar y que favorezcan la eficiencia terminal con especial énfasis en las cohortes próximas a egresar.

### **Resultados en del Examen de Egreso de la Licenciatura.**

*Nota.* El PE no cuenta con los resultados del Examen de Egreso de la Licenciatura (EGEL), por lo que dicha información no está disponible para su análisis.

### **Participación de los estudiantes en programas de apoyo.**

**Programas de Asesoría Académica, Regularización y Acciones de Nivelación a los Estudiantes.** La FCM cuenta con un Plan Institucional de Asesorías Académicas (Lubinsky, 2023) donde se señalan los lineamientos a seguir para apoyar el proceso de enseñanza-aprendizaje en las Unidades de Aprendizaje donde los alumnos requieran ayuda académica, este plan está centrado en prevenir la deserción y superar obstáculos académicos, garantizando una formación integral que prepare a profesionistas éticos, responsables socialmente y conscientes del medio ambiente, listos para contribuir eficazmente en el mercado laboral. Dichas asesorías pueden ser brindadas por becarios o estudiantes capacitados y docentes de la UA o área general donde se requiera apoyo.

De acuerdo con la Tabla 56, entre los periodos 2018-1 y 2024-1, la FCM brindó asesoría a 516 estudiantes activos. 364 corresponden al tronco común, mientras que 152 pertenecen a la carrera LBA. Como puede observarse, en los últimos tres periodos registrados se han aumentado los esfuerzos por dar asesoría oportuna al estudiantado.

**Tabla 56**

*Recuento de asesorías de estudiantes*

| Periodo de asesorías | Tronco común | LBA | Total |
|----------------------|--------------|-----|-------|
| 2018-1               | 72           | -   | 72    |
| 2018-2               | 2            | -   | 2     |
| 2019-1               | 1            | 15  | 16    |

| Periodo de asesorías | Tronco común | LBA | Total |
|----------------------|--------------|-----|-------|
| 2019-2               | 55           | -   | 55    |
| 2020-1               | 24           | -   | 24    |
| 2020-2               | 2            | -   | 2     |
| 2021-1               | 51           | -   | 51    |
| 2021-2               | 35           | -   | 35    |
| 2022-1               | -            | -   | 0     |
| 2022-2               | 7            | 12  | 19    |
| 2023-1               | 36           | 43  | 79    |
| 2023-2               | 42           | 36  | 78    |
| 2024-1               | 37           | 46  | 83    |
| Total                | 364          | 152 | 516   |

En otra vertiente, la LBA también implementa mecanismos utilizados para garantizar el perfil de egreso de los estudiantes, tales como cursos, foros y talleres gratuitos, tales como:

- Evento “Azul sin fronteras” para la presentación de libros y cortometraje, realizado en la FCM el 23 de noviembre de 2022.
- Curso-Taller “Ingeniería aplicada a la acuicultura en sistemas de recirculación (SAR)” realizado en la FCM del 23 al 27 de octubre de 2023.
- 2do Foro de integración de “Egresados de Biotecnología en Acuicultura (FIEBA)” realizado en la FCM el 16 de mayo de 2024.
- Curso-Taller “Sustentabilidad de productos pesqueros y acuícolas: evaluación actual y perspectivas futuras” realizado en la FCM el 22 de abril de 2024.

**Programa de Inclusión.** Respecto a los esfuerzos desarrollados por la UABC para la promoción de la inclusión, el 5 de febrero de 2023 se firmó un acuerdo donde se establecen las disposiciones complementarias del artículo 22 del Estatuto Escolar (UABC, 2018a), para la integración y funcionamiento del comité de equidad de la Universidad. Mismo donde se establece:

**PRIMERO.-** El Comité de Equidad de la Universidad Autónoma de Baja California, tiene la atribución de proponer el ingreso de aspirantes en los programas

educativos y troncos comunes cuando haya cupo, atendiendo consideraciones de equidad social, humanitarias, de salud y otras que estime pertinentes.

**SEGUNDO.-** El Comité estará integrado por los siguientes funcionarios de la Universidad:

I. El Secretario General, quien será el Presidente.

II. El Coordinador de Servicios Estudiantiles y Gestión Escolar, quien será el Secretario.

III. El Coordinador de Formación Básica, y

IV. Los vicerrectores.

**TERCERO.-** El Comité sesionará en forma ordinaria una vez al año, en la fecha, hora y lugar que determine el Presidente en la convocatoria respectiva, considerando los tiempos del proceso de selección que corresponda, y en forma extraordinaria las veces que sean necesarias.

Si en una sesión estuviera ausente el Secretario General, el Coordinador de Servicios Estudiantiles y Gestión Escolar asumirá la presidencia del Comité durante la misma sesión.

Cuando en una sesión el Coordinador de Servicios Estudiantiles y Gestión Escolar estuviera ausente o tuviera que fungir como Presidente del Comité, en consecuencia la secretaría del mismo será asumida en esa sesión por el Coordinador de Formación Básica, o en ausencia de éste, por uno de los vicerrectores presentes en ese momento, a elección del Presidente.

**CUARTO.-** Las sesiones serán válidas con la presencia de al menos cuatro integrantes, entre los cuales siempre deberá encontrarse el Secretario General o el Coordinador de Servicios Estudiantiles y Gestión Escolar.

Los acuerdos serán válidos con la mayoría simple de votos de los presentes. En caso de empate el Presidente tendrá voto de calidad.

El Secretario levantará el acta de cada sesión, que firmará junto con el Presidente.

**QUINTO.-** Las solicitudes de ingreso apoyadas en consideraciones de equidad social, humanitarias, de salud y otras similares, podrán hacerse en cualquier tiempo; pero siempre deberán presentarlas los propios interesados en las oficinas de cualquiera de los integrantes del Comité, o de los jefes de los departamentos de Servicios Estudiantiles y Gestión Escolar de los campus.

Las solicitudes recibidas de conformidad con lo dispuesto en el párrafo anterior, serán remitidas formalmente y sin demora al Presidente del Comité, a fin de que sean analizadas en la sesión ordinaria más próxima.

**SEXTO.-** El Comité analizará toda solicitud recibida y podrá, discrecionalmente:

- I. Admitirla, y en consecuencia enviar al Rector la propuesta de ingreso del aspirante, con toda la información que la sustente.
- II. Reservar su admisión hasta tener mayor información sobre determinado aspecto del caso, disponiendo la realización de las diligencias pertinentes, o
- III. No admitirla.

**SÉPTIMO.-** Recibida una propuesta por parte del Comité, el Rector podrá, discrecionalmente:

- I. Aprobarla, con o sin condiciones.
- II. Reservar su aprobación hasta tener mayor información sobre determinado aspecto del caso, requiriendo al Presidente del Comité la realización de las diligencias pertinentes, o

### III. No aprobarla.

La decisión del Rector se comunicará por oficio al Presidente del Comité, dentro de los diez días hábiles siguientes al de la recepción de la propuesta o de la información complementaria requerida.

La falta de respuesta tras el transcurso del término mencionado, se entenderá como no aprobación de la propuesta.

El Rector, motu proprio o a petición de parte interesada, podrá reconsiderar la no aprobación de una propuesta, en cualquier tiempo.

Para efectos del presente acuerdo, son días hábiles todos los del año, excepto los sábados, los domingos, y los demás que sean inhábiles o correspondan a periodos vacacionales, de acuerdo al calendario escolar de la Universidad.

**OCTAVO.-** En cumplimiento del deber de transparencia, se publicarán con la periodicidad necesaria los números de matrícula de los aspirantes que hubieran sido admitidos como alumnos, acorde al procedimiento establecido en este acuerdo.

**NOVENO.-** Todo lo no previsto en el presente acuerdo, será resuelto por el Comité, de conformidad con lo dispuesto en los artículos tercero y cuarto.

***Movilidad e Intercambio de Estudiantes y Apoyos Considerados.*** La UABC también cuenta con un programa de intercambio estudiantil, cuyo objetivo es incorporar una perspectiva internacional, valórica y multicultural en la formación de los estudiantes a través de experiencias de aprendizaje, lo que implica cursar asignaturas con valor en créditos durante uno o dos semestres en programas educativos de instituciones de ES, tanto nacionales como extranjeras, de prestigio reconocido. Para lograrlo, ofrece cuatro tipos de modalidades (Rivera, 2024-2):

- Modalidad “A”: Beca Alas aportada por la Fundación UABC.
- Modalidad “B”: Apoyos externos provenientes de instituciones u organismos externos a UABC como Santander, CUMEX, ECOES, SRE, SUBES, Erasmus Mundus y Convenios Bilaterales con Beca de Universidad Receptora.
- Modalidad “C”: Autofinanciamiento.
- Modalidad “D”: Movilidad UABC (Fondo UABC). \* Sujeto a espacios y disponibilidad presupuestal:
  - **Para Intercambio internacional y prácticas profesionales:**
    - A) Para habla no hispana de hasta \$35,000.00 M.N.
    - B) Para habla hispana de hasta \$30,000.00 M.N.
  - **Para Intercambio nacional y prácticas profesionales:**
    - Para intercambio nacional de hasta \$25,000.00 M.N.
  - **Para Intercambio internacional:**
    - A) Beca ALAS Fundación UABC 5,000.00 dls (Licenciatura).
    - B) Beca ALAS Fundación UABC 5,000.00 dls (Prácticas Profesionales).
    - C) Beca Santander Iberoamérica 50,000.00 M.N. (Licenciatura) \*  
Preferentemente: Portugal, Brasil, Puerto Rico (Universidad Bilingüe).
  - **Para Intercambio nacional:**
    - Beca Santander \$20,000.00 M.N (Licenciatura).
    - Beca CUMex \$25,000.00 M.N (Licenciatura).

Para ser considerados como candidatos, los estudiantes deben cumplir con las siguientes condiciones:

- Alumno vigente con promedio general de 80, al momento de aplicar.
- Ser alumno regular (Sin adeudo de materias).

- La Universidad de destino debe contar con Convenio entre la UABC o pertenecer al mismo Consorcio que la UABC.
- El alumno deberá haber cubierto al menos el 50% al momento de realizar su solicitud y un máximo de 90% de los créditos académicos de su programa educativo.
- Tener pasaporte vigente por lo menos 1 año más a la fecha de semestre que considera hacer su estancia.
- El/La estudiante deberá llevar una carga académica mínima de tres materias y máxima de cinco materias.
- Deseable haber participado en la venta de boletos del Sorteo de la UABC en el semestre previo o actual a su solicitud de intercambio estudiantil.

Cuando los estudiantes regresan de su estancia, deben acudir al Departamento de Apoyo a la Extensión de la Cultura y la Vinculación en Ensenada para validar y reconocer los créditos de las asignaturas cursadas en la otra institución, a través de un oficio de la FCM. Esta validación la realiza el coordinador de carrera del programa educativo. Además, los estudiantes deben entregar un Reporte de Experiencias que incluya detalles sobre el estado o país de destino, su adaptación, y sus experiencias académicas y sociales, con el fin de llevar un registro de sus vivencias.

De acuerdo con la página de la Coordinación General de Vinculación y Cooperación Académica, la UABC tiene convenios con 106 universidades internacionales y 82 nacionales, permitiendo a los estudiantes realizar estancias en países como Alemania, Argentina, Austria, Bélgica, Brasil, Bolivia, Canadá, Chile, China, Colombia, Corea del Sur, Francia, Hungría, Italia, Portugal, Suecia, entre otros, mediante dos convocatorias de intercambio estudiantil.



Dentro de los periodos 2019-1 al 2024-2, se han ido de intercambio 14 estudiantes del PE: 2019-1= 2, 2019-2= 2, 2020-1= 1, 2020-2= 0, 2021-1= 0, 2021-2= 0, 2022-1= 0, 2022-2= 4, 2023-1= 4, 2023-2= 0, 2024-1= 1, y 2024-2= 0.

**Servicios de Tutoría.** El programa institucional de tutorías ofrece a los estudiantes apoyo individual o grupal durante su trayectoria educativa, ayudándoles en aspectos académicos y permitiéndoles diseñar un programa de actividades curriculares y extracurriculares para una formación integral y alcanzar el perfil profesional deseado. Cada estudiante tiene derecho a un tutor académico desde su ingreso hasta la finalización de su carrera, quien les guía en aspectos académicos y administrativos, como servicio social, idioma extranjero, prácticas profesionales y formación integral. También, el tutor ofrece recomendaciones sobre el perfil profesional y valores, ayuda a identificar problemas de aprendizaje, socioeconómicos o de salud, y los canaliza a la instancia correspondiente. En este sentido, el tutor tiene la responsabilidad de:

- Convocar a los tutorados, en cualquiera de las modalidades, a las sesiones establecidas por la unidad académica durante cada ciclo escolar, como mínimo.
- Establecer comunicación y obtener la información general del tutorado a fin de conocer su proyecto académico.
- Reconocer las necesidades específicas que le plantea el tutorado y orientarlo o canalizarlo considerando los servicios institucionales de apoyo académico.
- Consultar periódicamente el sistema institucional de tutorías (SIT) para dar seguimiento al avance académico de sus tutorados.
- Motivar la toma de decisiones acertada del tutorado para avanzar con éxito en su trayectoria académica, y en su futura inserción laboral acorde con su proyecto profesional.

- Brindar información adicional sobre la estructura y organización del plan de estudios, normatividad universitaria pertinente, modalidades de aprendizaje y obtención de créditos, servicios de apoyo académico y actividades extracurriculares.
- Habilitar las unidades de aprendizaje en el SIT para efectos de reinscripción, acorde con el avance del proyecto académico del tutorado y de la normatividad universitaria.
- Adquirir, permanentemente, la capacitación necesaria para ejercer la actividad tutorial.

En especial, la FCM cuenta con su propio manual de tutorías desde 2012, en este se estipula que las asesorías pueden ser individuales, grupales, presenciales y no presenciales. Para asegurar la pertinencia de las asesorías, la UABC cuenta con su propio Sistema Institucional de Asesorías (SIT) donde los tutores y estudiantes asignan calificaciones de acuerdo con el desempeño de ambas figuras. Sin embargo, no solo existen estos dos actores educativos, en el manual se señalan seis figuras principales:

- Responsable del programa de tutorías académicas: Persona que coordina, planifica y evalúa, las acciones del programa de tutorías de la Facultad, proporciona información que facilite la labor de los tutores, y es el responsable de enlazar los apoyos con asesores especializados, la gestión de necesidades, así como el responsable de turnar las problemáticas identificadas en el servicio que proporcionan los tutores o faltas de los tutorados, hacia la Comisión de Tutorías.
- Tutores: Profesores que orientan a los tutorados en su trayectoria académica.
- Tutorados: Alumnos, usuarios de la tutoría académica.
- Cuerpo tutorial: El colegiado de tutores, el responsable del programa de tutorías, el Subdirector y el Director.

- Comisión de Tutorías: Integrado por el Director, Subdirector, Coordinador de Formación Básica, Coordinadores de Programas Educativos, Responsable del Programa de Tutorías. Su función es analizar las faltas a la normatividad universitaria o las causas de incumplimiento en el ejercicio de las funciones establecidas en el presente documento, que cometan los tutores o tutorados, a fin de emitir recomendaciones, sanciones o la separación del cargo, mediante un dictamen correspondiente.
- Áreas de apoyo: Orientación Educativa y Psicopedagógica, así como Formación y Seguimiento Docente:
  - Orientación Educativa y Psicopedagógica: Atiende las canalizaciones que realizan los tutores en torno a alumnos con problemáticas sociales, psicológicas o educativas, que puedan incidir en su aprovechamiento académico.
  - Formación y Seguimiento Docente: Emite recomendaciones al personal académico, en torno a cursos específicos que fortalezcan sus competencias docentes.

Ahora bien, durante los periodos académicos 2019-1 a 2024-1, la FCM registró 1054 tutores y 6364 estudiantes tutorados (ver Tabla 57). Dado que las tutorías dependen de la matrícula registrada, la disminución de las cifras de los últimos tres periodos atiende a este fenómeno.

**Tabla 57**

*Recuento de tutores y tutorados. Periodos 2019-1 a 2024-1*

| Periodo           | 19-1 | 19-2 | 20-1 | 20-2 | 21-1 | 21-2 | 22-1 | 22-2 | 23-1 | 23-2 | 24-1 |
|-------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Número de tutores | 98   | 98   | 94   | 96   | 97   | 97   | 96   | 91   | 95   | 96   | 96   |

| Periodo                         | 19-1 | 19-2 | 20-1 | 20-2 | 21-1 | 21-2 | 22-1 | 22-2 | 23-1 | 23-2 | 24-1 |
|---------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Número de tutorados             | 596  | 624  | 597  | 619  | 603  | 610  | 559  | 569  | 520  | 552  | 515  |
| Promedio de tutorados por tutor | 6.1  | 6.4  | 6.4  | 6.4  | 6.2  | 6.3  | 5.8  | 6.3  | 5.5  | 5.8  | 5.4  |

### ***Servicios de Orientación Educativa y Psicopedagógica de Apoyo al***

***Estudiante.*** Por otra parte, la UABC cuenta con un Programa Institucional de Orientación Educativa y Psicopedagógica (PIOEP, 2024) que se subdivide en programas destinados a la atención del estudiantado:

- **Programa para la atención a aspirantes.** Objetivo: brindar atención a las personas interesadas en ingresar a la Universidad.
  - Promoción y difusión de programas educativos a través de la Expo UABC.
  - Promoción y difusión de programas educativos en las Instituciones de Educación Media Superior (IEMS).
  - Atención individual o grupal a aspirantes.
- **Programa para la atención a estudiantes de nuevo ingreso.** Objetivo: promover la inducción e integración de la población estudiantil de nuevo ingreso a la UABC.
  - Organización del curso de inducción e integración a la UABC (CIIU-UABC).
  - Implementación del curso de inducción e integración a la UABC.
  - Evaluación del curso de inducción e integración a la UABC.
  - Aplicación del cuestionario de nuevo ingreso.
- **Programa para la atención a estudiantes universitarios.** Objetivo: brindar atención educativa a las y los estudiantes universitarios durante su trayectoria escolar para prevenir e intervenir ante algún tipo de problemática que interfiera en su formación profesional.
  - Orientación personal.

- Atención a estudiantes en orientación personal.
- Consulta de resultados de la Evaluación Integral de Ingreso a la Universidad (EIIU).
- Intervención en crisis psicológica.
- Canalización a servicios especializados de salud mental.
- Actualización del padrón de estudiantes que presenten alguna discapacidad, dificultad o desventaja.
- Organizar/impartir actividades para favorecer el desarrollo socioemocional.
- Orientación académica.
- Atención a estudiantes con bajo rendimiento académico.
- Atención a estudiantes en riesgo de baja definitiva.
- Organizar / impartir actividades para favorecer el desarrollo académico.
- **Programa para la atención a docentes.** Objetivo: asesorar al personal docente con estrategias psicopedagógicas que favorezcan el proceso de aprendizaje de las y los estudiantes.
  - Orientación a docentes.
  - Fortalecimiento educativo a docentes.
- **Actividades de fortalecimiento del área.** Objetivo: incluyen las acciones que realiza el personal de orientación educativa y psicopedagógica que son adicionales a los programas de atención y fortalecen los servicios del área.
  - Docencia.
  - Difusión de los servicios del PIOEP.
  - Participación en actividades colegiadas.

Durante los periodos 2019-1 al 2024-2, se atendieron 690 estudiantes a través del PIOEP, 558 de tronco común y 132 de la LBA (ver Tabla 58).

**Tabla 58**

*Recuento de estudiantes atendidos por el PIOEP. Periodos 2019-1 al 2024-1*

|                         |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|-------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|                         | 1   | 1   | 2   | 2   | 2   | 2   | 2   | 2   | 2   | 2   | 2   |
| Programa Educativo      | 9-1 | 9-2 | 0-1 | 0-2 | 1-1 | 1-2 | 2-1 | 2-2 | 3-1 | 3-2 | 4-1 |
| Tronco común            | 12  | 34  | 13  | 17  | 48  | 70  | 87  | 71  | 44  | 86  | 76  |
| Biología en Acuicultura | 7   | 7   | 1   | 8   | 3   | 19  | 23  | 16  | 13  | 14  | 21  |
| Total                   | 19  | 41  | 14  | 25  | 51  | 89  | 110 | 87  | 57  | 100 | 97  |

### ***Prácticas Profesionales, Estancias y Visitas en los Diversos Sectores.***

Las prácticas profesionales consisten en actividades propias de la formación profesional que permiten aplicar conocimientos y vincularse con el entorno social y productivo. Su objetivo es contribuir a la formación integral de los estudiantes, combinando conocimientos teóricos con aspectos prácticos de la realidad profesional, y desarrollando habilidades para diagnosticar, planificar, evaluar e intervenir en problemas profesionales según el perfil de la carrera (UABC, 2014).

Estas prácticas son una fuente continua de información para adecuar y actualizar los planes y programas de estudios, y fortalecen la vinculación de la Facultad y la Universidad con el entorno social y productivo. Son obligatorias, deben cumplirse 160 horas comprobadas sin exceder un máximo de 20 horas por semana, tienen un valor curricular de 10 créditos y pueden iniciarse tras completar el 70% de los créditos de la carrera y el servicio social comunitario, siempre y cuando el estudiante cuente con su seguro facultativo vigente. Integran la teoría y la práctica, ofreciendo un espacio para desarrollar y aplicar competencias profesionales (Ruiz, s. f.).

De acuerdo con los datos proporcionados, durante los periodos 2019-1 al 2024-1, 77 estudiantes de la LBA han realizado sus prácticas profesionales dentro de 13 empresas pertenecientes al ramo (ver Tabla 59).

**Tabla 59**

*Recuento de estudiantes que han realizado sus prácticas profesionales por unidad receptora. Periodos 2019-1 al 2024-1*

| Periodo | Unidad receptora                                             | Recuento |
|---------|--------------------------------------------------------------|----------|
| 2019-1  | LABORATORIO OCEÁNICA                                         | 1        |
|         | LITGO SA DE CV                                               | 3        |
|         | PRODUCTOS MARINOS DE LAS CALIFORNIAS S DE RL DE CV           | 1        |
|         | CESAIBC A.C                                                  | 2        |
|         | ALFREDO ERNESTO SALAS GARZA                                  | 1        |
|         | GOBIERNO DEL ESTADO ZONA ENSENADA                            | 3        |
| 2019-2  | LITGO SA DE CV                                               | 2        |
|         | GOBIERNO DEL ESTADO ZONA ENSENADA                            | 5        |
| 2020-1  | CESAIBC A.C                                                  | 1        |
|         | INSTITUTO DE INVESTIGACIONES OCEANOLÓGICAS                   | 1        |
| 2020-2  | LITGO SA DE CV                                               | 1        |
|         | PRODUCTOS MARINOS DE LAS CALIFORNIAS S DE RL DE CV           | 2        |
|         | CESAIBC A.C                                                  | 1        |
|         | GOBIERNO DEL ESTADO ZONA ENSENADA                            | 2        |
|         | INSTITUTO DE INVESTIGACIONES OCEANOLÓGICAS                   | 1        |
|         | ISESALUD - DIRECCION DE PROTECCION CONTRA RIESGOS SANITARIOS | 1        |
| 2021-1  | LITGO SA DE CV                                               | 2        |
|         | GOBIERNO DEL ESTADO ZONA ENSENADA                            | 3        |
|         | PACIFICO AQUACULTURE S.A.P.I. DE C.V.                        | 1        |
|         | CICESE                                                       | 1        |
| 2021-2  | LABORATORIO OCEÁNICA                                         | 1        |

|        |                                                    |   |
|--------|----------------------------------------------------|---|
|        | PRODUCTOS MARINOS DE LAS CALIFORNIAS S DE RL DE CV | 1 |
|        | GOBIERNO DEL ESTADO ZONA ENSENADA                  | 2 |
|        | PACIFICO AQUACULTURE S.A.P.I. DE C.V.              | 1 |
|        | CICESE                                             | 1 |
| 2022-1 | LITGO SA DE CV                                     | 3 |
|        | CESAIBC A.C                                        | 1 |
|        | PACIFICO AQUACULTURE S.A.P.I. DE C.V.              | 2 |
|        | INSTITUTO DE INVESTIGACIONES OCEANOLÓGICAS         | 1 |
|        | CARACOL, CENTRO CIENTÍFICO Y CULTURAL, A.C.        | 1 |
| 2022-2 | LABORATORIO OCEÁNICA                               | 7 |
|        | INSTITUTO DE INVESTIGACIONES OCEANOLÓGICAS         | 1 |
|        | CARACOL, CENTRO CIENTÍFICO Y CULTURAL, A.C.        | 1 |
|        | ALGAS MARINAS S.A. DE C.V.                         | 1 |
|        | SERVAX BLEU                                        | 1 |
| 2023-1 | LABORATORIO OCEÁNICA                               | 6 |
|        | GOBIERNO DEL ESTADO ZONA ENSENADA                  | 2 |
|        | CICESE                                             | 1 |
| 2023-2 | LITGO SA DE CV                                     | 1 |
|        | PRODUCTOS MARINOS DE LAS CALIFORNIAS S DE RL DE CV | 1 |
|        | CESAIBC A.C                                        | 2 |
|        | LITGO SA DE CV                                     | 2 |
|        | CICESE                                             | 1 |
| 2024-1 | SERVAX BLEU                                        | 1 |

**Servicio Social.** El Servicio Social Universitario (SSU) consiste en actividades formativas y de aplicación de conocimientos realizadas por los estudiantes de manera obligatoria y temporal en beneficio de los sectores marginados de la sociedad, siendo



requisito para obtener el título profesional. Está dividido en dos etapas: el servicio social comunitario (SSC) que fortalece la formación valoral de los alumnos sin requerir un perfil profesional específico, y el servicio social profesional (SSP) que implica la aplicación de conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera, realizándose una vez cumplido el 60% de los créditos del programa educativo. El SSC requiere un mínimo de 300 horas, mientras que el SSP requiere al menos 480 horas.

Con base en los registros, del 2019 al 2023, 121 estudiantes de la LBA han participado en 11 de los 11 programas registrados por el SSP, con concentración en el programa de Acuacultura y pesca regional (ver Tabla 60).

**Tabla 60**

*Histórico de estudiantes inscritos a un programa de servicio social. Años 2019 a 2023*

| Año  | Número de alumnos inscritos | Nombre del programa                                                                       |
|------|-----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2019 | 14                          | Acuacultura y pesca regional.                                                             |
|      | 3                           | Monitoreando ecosistemas por las californias                                              |
|      | 2                           | Programa pelícano                                                                         |
|      | 1                           | Cultivo experimental de almeja mano de leon (n. Subnodusus) y almeja pismo (t. Stultorum) |
|      | 1                           | Desarrollo de alimentos extruidos, formulación y proceso.                                 |
|      | 1                           | Guías y talleristas en museos de ciencias                                                 |
| 2020 | 15                          | Acuacultura y pesca regional.                                                             |
|      | 3                           | Desarrollo de alimentos extruidos, formulación y proceso.                                 |

| Año  | Número de<br>alumnos<br>inscritos | Nombre del programa                                                                                                        |
|------|-----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2021 | 2                                 | Cultivo experimental de almeja mano de leon (n. Subnodosus) y almeja pismo (t. Stultorum)                                  |
|      | 1                                 | Actualización oceanográfica ambiental de ecosistemas costeros.                                                             |
|      | 16                                | Acuacultura y pesca regional.                                                                                              |
|      | 2                                 | Desarrollo de unidades de autoconsumo con técnicas hidropónicas y acuapónicas, para familias en zonas de alta marginación. |
|      | 1                                 | Cultivo experimental de almeja mano de leon (n. Subnodosus) y almeja pismo (t. Stultorum)                                  |
|      | 1                                 | Desarrollo de alimentos extruidos, formulación y proceso.                                                                  |
|      | 1                                 | Actualización oceanográfica ambiental de ecosistemas costeros.                                                             |
| 2022 | 1                                 | Apoyo en las acciones técnico operativas de sanidad e inocuidad agroalimentaria en proyectos con la comunidad.             |
|      | 12                                | Acuacultura y pesca regional.                                                                                              |
|      | 4                                 | Desarrollo de unidades de autoconsumo con técnicas hidropónicas y acuapónicas, para familias en zonas de alta marginación. |
|      | 3                                 | Cultivo experimental de almeja mano de leon (n. Subnodosus) y almeja pismo (t. Stultorum)                                  |
|      | 1                                 | Desarrollo de alimentos extruidos, formulación y proceso.                                                                  |
| 2023 | 1                                 | Guías y talleristas en museos de ciencias.                                                                                 |
|      | 21                                | Acuacultura y pesca regional.                                                                                              |

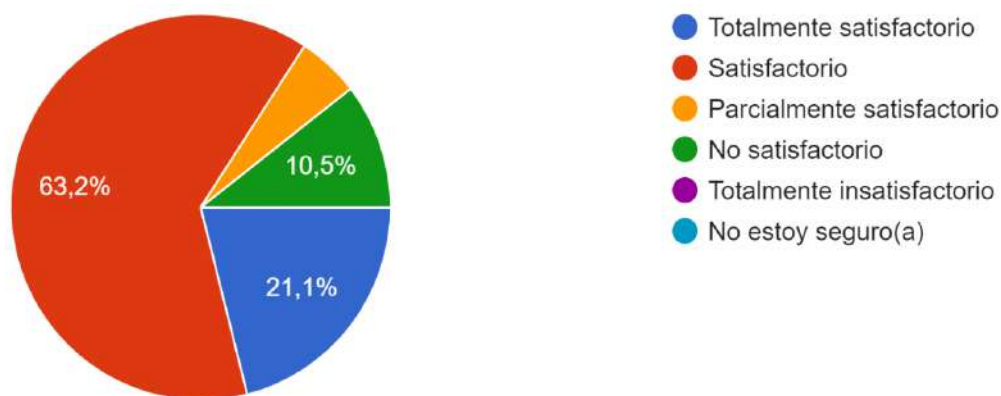
| Año | Número de<br>alumnos<br>inscritos | Nombre del programa                                                                                                        |
|-----|-----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|     | 5                                 | Desarrollo de unidades de autoconsumo con técnicas hidropónicas y acuapónicas, para familias en zonas de alta marginación. |
|     | 4                                 | Suministro de semillas de ostión para pescadores ribereños como una alternativa sustentable en zonas marginadas.           |
|     | 2                                 | Guías y talleristas en museos de ciencias.                                                                                 |
|     | 1                                 | Desarrollo de alimentos extruidos, formulación y proceso.                                                                  |
|     | 1                                 | Pláticas de divulgación científica en la Facultad de Ciencias Marinas.                                                     |
|     | 1                                 | Actualización oceanográfica ambiental de ecosistemas costeros.                                                             |

### **Estudio Empírico. Cuestionario Dirigido a Estudiantes: Trayectoria**

**Escolar.** En lo que respecta al nivel de satisfacción con el proceso de ingreso a la LBA de la UABC, se observó una mayor distribución en los niveles positivos: el 63.2% de los estudiantes manifestaron sentirse satisfechos, 21,1% totalmente satisfechos, 10.5% insatisfechos y 5.3% parcialmente satisfechos (ver Figura 67).

**Figura 67**

*Nivel de satisfacción con el proceso de ingreso al programa de Biotecnología en Acuicultura*



Aquellos estudiantes que eligieron niveles de insatisfacción o parcialidad expresaron las siguientes sugerencias para mejorar el proceso de ingreso:

- Me parece que las materias de tronco común no son las más afines a la carrera, se pueden buscar materias básicas más adecuadas para la preparación a las materias disciplinarias de la carrera.
- No hay nada que informe completamente a los alumnos de nuevo ingreso, todas las formas en las que se pueden liberar créditos, o la mayoría de los tutores no lo hacen o también desconocen.
- Es muy tedioso y complicado con tantas páginas en las que hay que hacer todo, no es nada fácil y para poder hacerlo el Dr. Víctor Zavala me estuvo ayudando por varios días por correo electrónico indicándome literalmente en donde picarle a la pantalla, está todo muy confuso.

En este mismo sentido, el 57.9% de estudiantes consideraron útil el curso de inducción de la Facultad de Ciencias Marinas de la UABC, 26.3% parcialmente útil, 10.5%

sin utilidad, y el 5.3% indicó no estar seguro(a) de la respuesta. Algunas opiniones y experiencias respecto a los cursos fueron:

Positivas:

- Se abordan temas que son necesarios para el ingreso a la facultad.
- Me dieron la información necesaria.
- Yo lo tomé en cuarentena y me pareció útil, pero si faltaba la parte física de ubicar los edificios, etc., pero bien.
- Apoya mucho a qué es lo que quieres.
- Me ayudó.
- Me ayudó en algunos aspectos.
- Brindan las herramientas y contexto básico y esencial para que los recién ingresados conozcan la forma de trabajo de la universidad.
- Fue en línea, pero fue efectivo.

Con áreas de mejora:

- Parece un curso de inducción a la primaria.
- Deberían de introducirnos más en los procesos para aprovechar los recursos de la propia institución.
- Realmente las materias no son materias preparatorias para todas las carreras.
- Buena información, pero poco tiempo para asimilarla, además de que en algunos casos la información no es de fácil acceso en las plataformas.
- Es parcial ya que es muy general a lo correspondiente a UABC, creo que se puede hacer un curso de inducción en los cuales les hablen a los alumnos las a detalle de las carreras y poder presentarles lo que conlleva cada una para que desde un inicio se pueda elegir adecuadamente la carrera.

En cuanto al grado en el que distintas actividades académicas impactan positivamente la formación profesional, los encuestados señalaron que las actividades con

mayor influencia (niveles totalmente y bastante) son: salidas de campo, prácticas profesionales, proyectos de vinculación con valor en créditos y ayudantías en laboratorio. Sin bien ninguna actividad obtuvo altas frecuencias en los niveles poco y nada, aquellas calificadas con menor incidencia en su formación fueron: intercambio académico y ayudantías docentes (ver Tabla 61).

**Tabla 61**

*Grado en el que las actividades académicas inciden favorablemente en la formación profesional de los estudiantes de las LBA*

| Actividades académicas                                                           | Nivel |   |    |    |    |     |     |
|----------------------------------------------------------------------------------|-------|---|----|----|----|-----|-----|
|                                                                                  | N     | P | PA | B  | T  | NHP | DEA |
| Servicio Social Profesional                                                      |       | 1 | 2  | 5  | 10 | 1   |     |
| Prácticas Profesionales                                                          |       |   |    | 2  | 14 | 3   |     |
| Proyecto de vinculación con valor en créditos                                    |       |   |    | 2  | 14 | 3   |     |
| Intercambio Académico (Verano delfín, entre otras).                              |       | 1 | 3  | 1  | 4  | 9   | 1   |
| Aprendizaje de un segundo idioma                                                 |       |   | 1  | 6  | 5  | 7   |     |
| Ayudantías en investigación                                                      | 2     |   | 3  | 10 | 4  |     |     |
| Ayudantías docentes                                                              | 1     | 1 | 2  | 1  | 11 | 3   |     |
| Ayudantías en laboratorio                                                        |       |   |    | 5  | 9  | 5   |     |
| Ejercicio investigativo                                                          |       |   | 2  | 3  | 6  | 6   | 2   |
| Estudios independientes                                                          | 1     |   | 2  | 1  | 7  | 7   | 1   |
| Salidas de campo                                                                 |       |   |    | 3  | 15 | 1   |     |
| Actividades de divulgación y difusión de la ciencia (Casa abierta, entre otras). |       |   | 1  | 4  | 8  | 5   | 1   |
| Participación en Congresos, Simposios o Talleres.                                |       | 1 |    | 3  | 8  | 5   | 2   |

*Nota.* Elaboración propia. N= Nada, P= Poco, PA=Parcialmente, B= Bastante, T=

Totalmente, NHP=No he participado y DEA=Desconozco la actividad.

Por otro lado, las percepciones respecto a los programas y servicios que brinda la FCM, se sintetizan de la siguiente manera: a) aquellos programas con mayores calificaciones positivas (niveles excelente y bueno) son trámites escolares (84.2%), servicio comunitario (84.2%) y servicio social profesional (84.2%); b) en general se observan mayores concentraciones en los niveles positivos en todos los programas y servicios enlistados; c) aquellos con áreas de mejora son atención a estudiantes con necesidades especiales, apoyo para eventos académicos (congresos o concursos) y promoción del autocuidado y la salud (ver Tabla 62).

**Tabla 62**

*Opiniones respecto a los programas y servicios que son brindados en la FCM de la UABC*

| Programas y servicios                                 | Niveles |    |   |   |    |     |
|-------------------------------------------------------|---------|----|---|---|----|-----|
|                                                       | E       | B  | R | M | MM | NHP |
| Servicio Social Comunitario                           | 7       | 9  | 3 |   |    |     |
| Servicio Social Profesional                           | 7       | 9  | 1 |   |    | 2   |
| Prácticas Profesionales                               | 9       | 6  |   |   |    | 2   |
| Cursos de Idiomas                                     | 2       | 8  | 4 |   |    | 5   |
| Programa de Tutorías                                  | 4       | 10 | 2 |   | 2  | 1   |
| Atención del tutor(a)                                 | 6       | 9  | 2 |   | 2  |     |
| Asesorías Académicas                                  | 4       | 8  | 2 | 1 |    | 4   |
| Apoyo para eventos académicos (congresos o concursos) | 4       | 6  | 2 | 1 | 2  | 4   |
| Atención a estudiantes con Necesidades Especiales     | 2       | 7  | 1 | 1 | 2  | 6   |
| Orientación Educativa y Psicopedagógica               | 1       | 7  | 4 |   | 1  | 6   |
| Movilidad e Intercambio Académico                     | 2       | 5  | 2 | 1 |    | 9   |
| Trámites escolares                                    | 4       | 12 | 2 | 1 |    |     |

| Programas y servicios                | Niveles |   |   |   |    |     |
|--------------------------------------|---------|---|---|---|----|-----|
|                                      | E       | B | R | M | MM | NHP |
| Servicios de Cómputo                 | 5       | 7 | 2 | 1 | 1  | 3   |
| Promoción del autocuidado y la salud | 3       | 7 | 3 | 1 | 1  | 4   |

*Nota.* Elaboración propia. E= Excelente, B= Bueno, R= Regular, M= Malo, MM= Muy malo, NHP=No he participado.

### Estudio Empírico: Cuestionario Dirigido a Docentes: Trayectoria

**Escolar.** Continuando con el grado en el que distintos programas y actividades de la UABC contribuyen al desarrollo profesional de los estudiantes, los profesores expresaron mayormente puntajes positivos en los niveles de “contribuye totalmente” y “contribuye”. En suma, los resultados fueron: Intercambio Académico 95.50%, Servicio Social Profesional 86.40%, Prácticas Profesionales 86.40%, y Actividades artísticas y culturales 77.30%. Esta última actividad fue la de menor contribución con un porcentaje de 22.70% en los niveles de “parcialmente e indeciso”. Asimismo, ninguna actividad fue calificada con poca o nula contribución (ver Tabla 63).

**Tabla 63**

*Grado en el que distintos programas y actividades contribuyen a la formación profesional de los estudiantes*

| Programas y actividades             | Nivel de contribución |       |      |       |       |
|-------------------------------------|-----------------------|-------|------|-------|-------|
|                                     | CT                    | C     | P    | I     | CP NC |
| Servicio Social Profesional         | 40.9%                 | 45.5% | 4.5% | 9.1%  |       |
| Prácticas Profesionales             | 45.5%                 | 40.9% | 9.1% | 4.5%  |       |
| Intercambio Académico de la UABC    | 45.5%                 | 50%   | 4.5% |       |       |
| Actividades artísticas y culturales | 27.3%                 | 50%   | 9.1% | 13.6% |       |



*Nota.* Elaboración propia. CT= Contribuye totalmente, C=Contribuye, P=Parcialmente, I=Indeciso(a), CP=Contribuye poco, NC=No contribuye.

## **Conclusiones**

Los resultados del cuestionario dirigido a los estudiantes revelan una valoración positiva general respecto al proceso de ingreso y a los servicios ofrecidos por FCM. La mayoría de los estudiantes están satisfechos con su proceso de ingreso, aunque algunos expresaron la necesidad de simplificar y hacer más claro el acceso a la información sobre trámites y liberación de créditos. Asimismo, el curso de inducción fue considerado útil, pero se sugirió que podría enfocarse más en aspectos específicos de la carrera y en el aprovechamiento de recursos institucionales.

Las actividades académicas que impactan de manera significativa en la formación profesional, como salidas de campo, prácticas profesionales y proyectos de vinculación, son altamente valoradas. Por el contrario, aquellas con menores porcentajes de participación son el intercambio académico y las ayudantías docentes

En cuanto a los programas y servicios de apoyo, los estudiantes valoran especialmente los trámites escolares y el servicio social. No obstante, identifican áreas de mejora en el apoyo a eventos académicos y en la atención a estudiantes con necesidades especiales. En este sentido, se recomienda mejorar la disponibilidad de estos servicios y facilitar su accesibilidad, dado su potencial para enriquecer la formación y el bienestar estudiantil.

Por otro lado, la percepción de los docentes confirma que programas como el intercambio académico y el servicio social profesional son esenciales para el desarrollo de competencias profesionales en los estudiantes. En conclusión, las recomendaciones apuntan hacia un fortalecimiento de la orientación inicial para los estudiantes y una mejora en el acceso a recursos y servicios específicos.

La UABC implementa una serie de estrategias para la atracción de posibles aspirantes a las carreras que oferta, como la publicación de las convocatorias en sus páginas oficiales, la implementación de expoprofesiones, el uso de sus distintos medios de comunicación, entre otros. Asimismo, los actores educativos de la FCM se suman al esfuerzo a través de su participación en brigadas, exposiciones en planteles de educación media superior y eventos de otros organismos e instituciones. Dado lo anterior, la LBA presenta una adecuada difusión y promoción.

Respecto a la trayectoria escolar del estudiantado de la LBA, se observa que, en general, el 41.3% de los estudiantes se ha mantenido como regular, mientras que el 58.3% ha presentado algún nivel de rezago, con un 39.1% concentrado en el nivel 3 de rezago. No obstante, los índices de aprobación han aumentado en los últimos tres ciclos registrados (2020-1 y 2020-2), lo que ha llevado a una disminución de los índices de reprobación y rezago.

En cuanto a la eficiencia terminal y de titulación, entre las cohortes de 2007-1 a 2018-1 (se focaliza las cohortes que completaron su trayecto académico), la LBA tuvo una matrícula total de 396 estudiantes. De estos, 256 han completado sus estudios, ninguno sigue activo y 140 han desertado, lo que representa un porcentaje de egreso del 64.6%. Además, según los coordinadores del programa, el 52% de la matrícula total ha obtenido su título universitario. Con base en las recomendaciones de ANPROMAR, el porcentaje de egreso recomendado es de 80%, por lo que se recomienda reforzar estrategias con las cohortes que se encuentran aún dentro del trayecto académico para el logro de este objetivo.

En este mismo sentido, la FCM ha desarrollado un sistema de asesorías académicas, así como de regularización y nivelación de los estudiantes como apoyo para

el logro del egreso. Las evidencias señalan que en los últimos periodos se ha visto reflejado un aumento de asesorías a estudiantes de la LBA. Así como una mayor implementación de mecanismos utilizados para garantizar el perfil de egreso de los estudiantes, tales como cursos, foros y talleres gratuitos.

Aunado a lo anterior, la UABC puso en marcha mecanismos que velan por la promoción de la diversidad e igualdad de oportunidades de todos los estudiantes para que independientemente de sus antecedentes, capacidades o circunstancias, se sientan valorados y apoyados en su trayecto académico. Las directrices que forman parte del Estatuto Escolar desde 2023, permean en las diferentes áreas de la Universidad, incluyendo la FCM y la LBA.

La UABC también implementa estrategias para promover la movilidad de los estudiantes, entre ellas, convenios con 106 universidades internacionales y 82 nacionales, así como cuatro tipos de modalidades de financiamiento (tres opciones corresponden a apoyos y una hace referencia al autofinanciamiento). Con base en los datos obtenidos, durante los periodos 2019-1 al 2024-2, se ha logrado el intercambio de 14 estudiantes. De acuerdo con ANPROMAR, se debe lograr que el 2% de la matrícula participe en los programas de intercambio académico.

En referencia al sistema de tutorías, la UABC implementa el SIT de forma general para sus estudiantes con el fin de evaluar las asesorías recibidas. Asimismo, la FCM cuenta con su propio manual de tutorías desde 2012, lo que permite realizar dicha actividad de forma más focalizada a la población en cuestión. Durante los periodos 2019-1 a 2024-1, la FCM registró 1054 tutores y 6364 estudiantes tutorados.

Aunado a lo anterior, la LBA también ofrece servicios de orientación educativa y psicopedagógica a través del Programa Institucional de Orientación Educativa y

Psicopedagógica (PIOEP, 2024) de la UABC, diseñado para atender a aspirantes, estudiantes de nuevo ingreso, estudiantes inmersos en etapas más adelantadas de su trayecto académico y a docentes. Durante los periodos 2019-1 al 2024-2, se atendieron 690 estudiantes a través del PIOEP, 558 de tronco común y 132 de la LBA.

Dentro del trayecto académico de los estudiantes de la LBA, también se promueven las prácticas profesionales, estancias y visitas en los diversos sectores a través del convenio con 13 empresas del sector. Durante los periodos 2019-1 al 2024-1, 77 estudiantes de la LBA han realizado sus prácticas profesionales. Asimismo, del 2019 al 2023, 121 estudiantes de la LBA han participado en 11 de los 11 programas registrados por el Servicio Social Profesional; se recomienda la promoción de los diferentes programas, ya que los estudiantes tienden a seleccionar “Acuacultura y pesca regional”.

## **Evaluación del Personal Académico, Infraestructura y Servicios**

### **Objetivo**

Evaluar la suficiencia del personal académico, la infraestructura y los servicios que permiten operar el programa educativo de la LBA, a fin de fundamentar su modificación o actualización.

### **Método**

Se realizó una investigación documental con información del área de la subdirección y la Coordinación del programa educativo de LBA, en la cual se analizaron los niveles de formación del personal académico, superación disciplinaria y habilitación académica, producción académica, formas de organización para el trabajo académico, entre otros, relativo a la planta docente actual. En cuanto al análisis de infraestructura

académica del programa educativo, se revisaron documentos en el área de administración de la unidad académica (inventarios, reportes, informes y reglamentos aplicables) referentes a las aulas, laboratorios, biblioteca, espacios para profesores y para encuentros académicos y culturales, así como otros espacios donde se imparte el programa, incluyendo las áreas de seguridad, deporte, recreación y convivencia, conectividad, y de acceso a personas con alguna discapacidad. También, se consultó información en las páginas electrónicas de las Coordinaciones Generales de Posgrado e Investigación y Servicios Estudiantiles y Gestión Escolar de la UABC. Además, se tomaron en cuenta las observaciones realizadas al programa educativo por parte de ANPROMAR.

La investigación empírica se realizó a través de la técnica de la encuesta, para lo cual fue necesario diseñar dos cuestionarios; uno dirigido a la población de los académicos del programa educativo y otro a los estudiantes en curso, con la finalidad de identificar algunas opiniones y percepciones respecto a la infraestructura de la FCM, así como el grado de satisfacción con el desempeño de la práctica y trabajo docente.

El cuestionario dirigido a docentes y el cuestionario para estudiantes se conformaron por 4 y 4 reactivos respectivamente; ambos de opción múltiple y preguntas de respuesta abierta.

La aplicación de los instrumentos se llevó a cabo mediante la plataforma *Google Forms*. Se obtuvieron las respuestas de 22 profesores y 19 estudiantes. Los datos recabados fueron analizados a través de estadística descriptiva; se agruparon los datos cuantitativos, en porcentajes o frecuencias. El procedimiento permitió organizar y analizar el contenido de la información generada.

## **Resultados**

**Personal Académico.** Para el desarrollo de las actividades académicas del programa educativo de la FCM, cuenta con 52 docentes que componen su personal

académico; de los cuales, 19 (36.5%) son Profesores de Asignatura (PA), 16 (30.8%) son Profesores de Tiempo Completo, 11 (21.1%) son Investigadores de Tiempo Completo (ITC) y seis (11.5%) son Técnicos Académicos de Tiempo Completo (TATC) profesores de tiempo completo y 12 (20%) técnicos académicos. Asimismo, cuenta con el apoyo de dos auxiliares administrativos y seis personas que conforman el personal de servicios. Cabe mencionar que algunos de los docentes enlistados también colaboran en otros de los programas de la FCM:

#### **Investigadores de Tiempo Completo**

1. André Braga
2. Christina Treinen
3. Emyr Peña
4. José Miguel Sandoval
5. Juan Gabriel Correa Reyes
6. Laura Lileana López Galindo
7. Oscar del Río
8. Ricardo Cruz
9. Sheila Castellanos
10. Teresa Viana
11. Zaúl García Esquivel

#### **Profesores de Tiempo Completo**

1. Alejandra Castillo
2. Angélica Romero
3. Conal True
4. Fernando Barreto
5. Gabriela Arreguín
6. Ivone Giffard
7. Jorge López
8. Juan Correa
9. Luis Enríquez
10. Mario Alberto Galaviz Espinoza
11. Marlene Cardoza
12. Miroslava Vivanco
13. Mónica Torres
14. Salvador Villasuso Palomares

15. Samuel Sánchez
16. Victor Zavala Hamz

#### **Técnico Académico de Tiempo Completo**

1. Alejandra Ferreira
2. Ángel Raul Herrera Gutiérrez
3. Enrique Valenzuela Wood
4. Gerardo Sandoval
5. Ramiro Hernández
6. Rosario Jara Montañez

#### **Profesores de Asignatura**

1. Alejandra Quintero
2. Andrea Bustamante
3. Bertha García
4. Brenda Bonett
5. Dantenoc Álvarez
6. Denise Lubinsky
7. Diana Arenas
8. Dora Trejo
9. Evnika Zarina Medina Romo
10. Gabriela De la Peña
11. Guadalupe Gómez
12. Idaly Trejo
13. Jazmine Gutiérrez Castañeda
14. Jennyfers Chongs
15. Jonathan García
16. Maxiliano López Frisbie
17. Norma Oliva
18. Omar Aguillón
19. Samantha Victoria

Los datos registrados evidencian que el PE solo cuenta con 30.8% PTC del 40% sugerido por ANPROMAR en 2023. Respecto a la formación académica de la planta docente, los datos actuales (3.8% con licenciatura, 21.1% con maestría y 75% con doctorado) indican que este criterio aún se cumple e incluso sobrepasa tanto los porcentajes recomendados (50% con licenciatura, 30% con maestría y 20% con

doctorado) como las cifras registradas en 2023 por ANPROMAR (4% con licenciatura, 25% con maestría y 71% con doctorado).

Aunado a los anterior, en el reporte de ANPROMAR (2023) se señala que el PE:

- Cuenta con un proceso de reclutamiento abierto, por medio de convocatorias públicas o instrumentos equivalentes para que sea transparente y procedimientos bien definidos y sancionados por cuerpos colegiados de acuerdo con la reglamentación institucional.
- La selección de la planta docente tiene áreas de mejora respecto a la contratación de docentes que respondan a los perfiles requeridos por el plan de estudios, la selección se realiza y deberá seguirse realizando a través de exámenes de oposición o equivalentes de acuerdo con la reglamentación institucional.
- Cuenta con procedimientos institucionales para la contratación de la planta docente en la que participan Cuerpos Colegiados.
- Cuenta con políticas, normas y procedimientos para la formación de nuevos docentes.
- Tiene establecidas políticas, normas y procedimientos para la incorporación de los profesores a estudios de posgrado, estancias y año sabático.

Acorde a lo expresado, se evidencian procesos consistentes y transparentes de reclutamiento de la planta docente en aseguramiento del cumplimiento del Estatuto Escolar, así como cumplimiento de la formación docente requerida; sin embargo, se observan áreas de mejora en referencia a la necesidad de aumentar el porcentaje de PTC para igualar o superar el recomendado por la acreditadora del PE.

**Líneas de Generación, Aplicación del Conocimiento y su Transferencia al Programa.** Como se muestra en la Tabla 64, la FCM cuenta con 29 líneas de cuerpos académicos.



**Tabla 64***Líneas de cuerpos académicos*

| Clave Línea | Línea                                                                                                                           | Cuerpo Académico                                    |
|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| UABC-CA-49  | Fitoplancton                                                                                                                    | Botánica marina                                     |
| UABC-CA-47  | Manejo y conservación de recursos marinos                                                                                       | Ecología, conservación y manejo de recursos marinos |
| UABC-CA-47  | Manejo y conservación de recursos pesqueros                                                                                     | Ecología, conservación y manejo de recursos marinos |
| UABC-CA-47  | Pelágicos                                                                                                                       | Ecología, conservación y manejo de recursos marinos |
| UABC-CA-41  | Manejo de ecosistemas                                                                                                           | Manejo de recursos costeros y terrestres            |
| UABC-CA-41  | Manejo de recursos naturales                                                                                                    | Manejo de recursos costeros y terrestres            |
| UABC-CA-41  | Planificación ambiental                                                                                                         | Manejo de recursos costeros y terrestres            |
| UABC-CA-39  | Modelación fluidos geofísicos                                                                                                   | Dinámica de fluidos geofísicos                      |
| UABC-CA-38  | Análisis de cuencas                                                                                                             | Geología costera                                    |
| UABC-CA-38  | Paleoecología                                                                                                                   | Geología costera                                    |
| UABC-CA-38  | Procesos costeros                                                                                                               | Geología costera                                    |
| UABC-CA-38  | Sedimentología                                                                                                                  | Geología costera                                    |
| UABC-CA-337 | Variabilidad paleoclimática y cambio climático (VPCC)                                                                           | Geociencias marinas y costeras                      |
| UABC-CA-326 | Modelación de las interacciones ecológicas y fisiológicas de comunidades microbianas marinas mediante variables oceanográficas. | Oceanografía microbiana                             |
| UABC-CA-325 | Planeación estratégica del monitoreo de calidad de agua y dinámica oceanográfica                                                | Diagnóstico Ambiental Oceanográfico                 |
| UABC-CA-310 | Biología y genética molecular                                                                                                   | Recursos genéticos acuáticos                        |
| UABC-CA-307 | Nanobiotecnología marina                                                                                                        | Nanobiotecnología marina                            |
| UABC-CA-233 | Electroquímica marina                                                                                                           | Monitoreo en tiempo real de zonas costeras          |
| UABC-CA-224 | Producción de proteína de origen animal                                                                                         | Producción de proteína de origen animal             |
| UABC-CA-213 | Bioteconología acuícola animal                                                                                                  | Bioteconología acuícola animal                      |
| UABC-CA-205 | Diseño y aplicación de materiales didácticos para el proceso de enseñanza, aprendizaje y divulgación de las ciencias            | Enseñanza y divulgación de las ciencias             |
| UABC-CA-192 | Materiales para aplicaciones biológica, biomédicas y ambientales                                                                | Bioingeniería aplicada                              |
| UABC-CA-158 | Ecología, productividad primaria y sensores remotos                                                                             | Ecología de fitoplancton                            |
| UABC-CA-158 | Taxonomía del fitoplancton                                                                                                      | Ecología de fitoplancton                            |

| Clave Línea | Línea                                               | Cuerpo Académico                 |
|-------------|-----------------------------------------------------|----------------------------------|
| UABC-CA-136 | Biología de organismos marinos asociados a moluscos | Biología y cultivo de moluscos   |
| UABC-CA-125 | Meteorología                                        | Oceanografía sináptica           |
| UABC-CA-125 | Oceanografía física                                 | Oceanografía sináptica           |
| UABC-CA-124 | Biología molecular                                  | Ecología molecular               |
| UABC-CA-122 | Nutrición                                           | Nutrición y fisiología digestiva |

**Producción Académica para el Programa.** Con base en la Tabla 65, la producción académica de los docentes de la FCM asciende a un total de 233 publicaciones entre el 2020 y el 2024; como puede observarse, 2020 y 2021 fueron los años con mayor número de publicaciones. El tipo de producciones que mayormente destaca son las publicaciones en revistas indexadas, sin embargo, también se observan capítulos de libro, libros, congresos, memorias en congreso internacional, memorias en congreso, revistas de investigación, artículos de investigación, e informes técnicos (véase Anexo A).

**Tabla 65**

*Tipo de publicaciones académicas del personal académico de la FCM por año*

| Tipo de publicación                | Año  |      |      |      |      |
|------------------------------------|------|------|------|------|------|
|                                    | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 |
| Artículo en revista indexada       | 42   | 45   | 41   | 28   | 13   |
| Artículo de revista arbitrada      | -    | 4    | -    | -    | -    |
| Artículo de difusión               | -    | 2    | -    | -    | -    |
| Artículo de divulgación            | -    | 1    | 1    | 6    | -    |
| Artículo de investigación          | 1    | -    | -    | -    | -    |
| Artículo arbitrado                 | -    | 1    | -    | -    | -    |
| Artículo de divulgación científica | -    | -    | 1    | -    | -    |
| Revista de divulgación             | -    | 2    | -    | -    | -    |
| Congreso                           | -    | -    | 1    | -    | -    |
| Congreso internacional             | -    | -    | -    | 1    | -    |
| Memoria en Congreso                | 8    | 9    | -    | 1    | -    |
| Memoria en Congreso Internacional  | 4    | -    | -    | -    | -    |
| Capítulo de libro                  | 6    | 1    | -    | 3    | -    |
| Libro                              | 1    | 1    | -    | 1    | -    |
| Libro con arbitraje                | -    | -    | 1    | -    | -    |
| Informe técnico                    | -    | -    | 1    | -    | -    |

La FCM también realiza un arduo esfuerzo en el desarrollo y participación en eventos académicos, entre los registrados se encuentran:

1. Evento “Noche de las Ciencias” a través de la actividad “Estudia en la Facultad de Ciencias Marinas”, realizado el 7 de septiembre de 2019 con duración de 15 a 22 horas y coordinado por el Dr. Luis Javier Villegas Villavicencio.
2. Evento “Noche de las Ciencias” a través de la actividad “Estudia en la Facultad de Ciencias Marinas”, realizado el 11 de septiembre de 2021 y coordinado por la Mtra. Paulina Moreno Rangel.
3. Evento “Expo Ciencias Sociales, Artes y Humanidades” llevado a cabo en UABC, campus Sauzal del 30 de marzo al 01 de abril de 2022.
4. Evento “Noche de las Ciencias” llevado a cabo en el CEARTE el 08 de octubre de 2022, promovido por el Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE), la Universidad Autónoma de Baja California (UABC) y la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).
5. Evento “El Mar de la Ciencia” llevado a cabo en UABC, campus Sauzal el 10 de junio de 2023, en colaboración con el Instituto de Investigaciones Oceanológicas y el Museo Caracol.
6. Evento “Noche de las Ciencias” llevado a cabo en el Caracol Museo de las Ciencias el 07 de octubre de 2023, promovido por el Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE), la Universidad Autónoma de Baja California (UABC) y la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).
7. Evento “El Mar de la Ciencia” llevado a cabo en UABC, campus Sauzal el 08 de junio de 2024, en colaboración con el Instituto de Investigaciones Oceanológicas y el Museo Caracol.

8. Evento “Expociencia y Tecnología” llevado a cabo en la Facultad de Ciencias Marinas de la UABC del 24 al 26 de octubre de 2023.

Además de lo anterior, la UABC promueve la participación de sus docentes e investigadores en su Programa Flexible de Formación y Desarrollo Docente, cuyo objetivo es fortalecer la profesionalización, formación y actualización del personal académico en los conocimientos teóricos, metodológicos y técnicos relacionados con su actividad. Dicho programa es flexible y puede ajustarse a las demandas de capacitación (Coordinación General de Formación Profesional, 2022). A continuación, se presentan las dimensiones que aborda:

1. **MODELO EDUCATIVO.** Presenta al docente universitario el enfoque de los elementos que incluye y relaciona la práctica docente del modelo educativo que implementa la UABC, con la finalidad de guiarlo a la adecuación de dichos elementos en la planeación de su unidad de aprendizaje y su desarrollo durante su práctica docente, propiciando el aprendizaje significativo del estudiante.
2. **COMPETENCIAS PARA LA DOCENCIA UNIVERSITARIA.** Desarrolla en el docente las habilidades básicas necesarias para la aplicación de herramientas psicopedagógicas más adecuadas para la práctica docente, propiciando en él la reflexión continua sobre la importancia y el perfeccionamiento de su quehacer docente.
3. **DIDÁCTICAS ESPECÍFICAS.** Plantea perspectivas teóricas-pedagógicas, que permite al docente identificar en lo particular de su disciplina, las propuestas sobre las herramientas necesarias que fundamentan y fortalecen la práctica docente en lo particular, buscando mejorar en el estudiante las competencias básicas, disciplinarias y profesionales.

4. **INNOVACIÓN EDUCATIVA.** Desarrolla en el docente nuevos enfoques educativos que puedan instrumentarse en el ámbito académico con impacto y aplicación en el aula, de forma particular y de equipos docentes.
5. **TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN.** Busca que el docente aplique las competencias necesarias para la implementación del uso de las tecnologías de información y comunicación en los procesos de enseñanza y aprendizaje, así como de nuevas herramientas académicas, elaboración de programas de diseño instruccional, y estrategias educativas, con la finalidad de incorporarse y atender a los sectores requeridos en la modalidad a distancia.
6. **PRODUCCIÓN ACADÉMICA.** El docente conoce las políticas principales de instancias federales que tiene injerencia un profesor-investigador, así mismo desarrolla la epistemología y metodologías necesarias para realizar diversas producciones del ámbito académico, con el objetivo de desarrollar en él la mejora continua de la calidad de trabajos de investigación y divulgación científica.
7. **PROGRAMAS ESPECIALES.** Busca ofrecer al docente espacios de formación sobre aspectos disciplinarios en específico, incluyendo el desarrollo humano y cultural con la finalidad de desarrollar fortalezas personales y profesionales, que logren un impacto positivo en el desarrollo de la docencia.

**Infraestructura Académica.** La FCM, en lo general, dispone de la infraestructura académica para el desarrollo de las actividades docentes. Las aulas, cubículos para los docentes, laboratorios, salas de cómputo, almacenes, biblioteca, entre otros. Además, espacios para la práctica pedagógica acondicionados con equipo, mobiliario y características físicas para cada área.

**Aulas y Espacios para la Docencia y su Equipamiento.** La FCM cuenta con 12 edificios (E12, E13, E14, E15, E16, E17, E18, E19, E20, E21, E27, E41). Con base en el Informe de *Reacreditación del Programa de Biotecnología en Acuicultura de la*

*Facultad de Ciencias Marinas, de la Universidad Autónoma de Baja California* entregado en 2023, en junio de 2019, los edificios E15 y E16 fueron clausurados debido a fallas estructurales provocadas por el clima marino, por lo que las actividades de docencia e investigación se redistribuyeron en el resto de los edificios y las actividades administrativas fueron centralizadas en el edificio E14.

La FCM dispone de 14 aulas de clases distribuidas en el primer piso de los edificios E14, E15, E29 y E41, así como en el primer y segundo piso de los edificios E17 y E18 (Departamento de Control Patrimonial, 2024). Dicho salones se encuentran equipados con mesabancos individuales, pizarrones y proyectores, nueve laboratorios, un espacio para la colección paleontológica de Baja California, un herbario, cuatro centros de cómputo en el E14 y dos Aulas Magnas, una para clases teóricas y otra para eventos académicos. Las aulas, con capacidad para 35 alumnos, tienen ventanas que permiten la entrada de luz natural y la circulación de la brisa marina. Los espacios cerrados, como laboratorios y centros de cómputo, cuentan con sistemas de refrigeración para mantener una temperatura adecuada (ANPROMAR, 2023).

**Biblioteca.** La FCM tiene acceso a la Biblioteca Central de la UABC en Ensenada, tanto presencialmente como en línea. La biblioteca ofrece un horario amplio para estudiantes, personal académico, administrativo y ciudadanos externos, y lleva un registro de préstamos y usuarios. La biblioteca cuenta con bancos de información físicos y en línea. El programa de Biotecnología en Acuicultura tiene suficiente material bibliográfico, suscripciones a publicaciones periódicas del área y materiales creados por docentes de la FCM. Toda la información sobre el Sistema Bibliotecario, la normatividad, los bancos de datos, el Catálogo Cimarrón, el Repositorio Institucional, gestores bibliográficos, otros, se encuentran disponibles en la página WEB de la Biblioteca de UABC: <https://bibliotecas.uabc.mx/> (ANPROMAR, 2023).

El edificio se encuentra situado a un lado del edificio de Vicerrectoría y consta de dos plantas. En la planta inferior se encuentra el área de préstamo, con estanterías abiertas que contienen una amplia variedad de libros de consulta y para préstamos. En esta planta hay varias salas con mobiliario adecuado para el uso de estudiantes, personal académico y administrativo, así como para usuarios externos. También se encuentra el área de computadoras para el acceso a los bancos de datos en internet. Asimismo, en esta planta se encuentran ubicados varios cubículos para reuniones de trabajo, el área de fotocopiadora y la videoteca. En la planta alta se encuentra la hemeroteca, con estanterías abiertas donde las publicaciones periódicas se encuentran catalogadas por área (ANPROMAR, 2023).

**Espacios Destinados para Profesores.** De acuerdo con los datos del Departamento de Control Patrimonial (2024) de la UABC, la FCM cuenta con 86 cubículos que en su mayoría están asignados a los docentes para el desarrollo de sus actividades académicas. Debe hacerse notar que algunos de estos espacios son utilizados para otras actividades, por ejemplo, como salas de juntas. Asimismo, los espacios asignados a docentes de tiempo completo cuentan con equipo de cómputo, impresoras, acceso a internet, teléfono, escritorio, silla y librero.

**Infraestructura Física.** Además de la infraestructura mencionada anteriormente, la FCM cuenta con espacios físicos adicionales que complementan la docencia y favorecen la vida académica de los estudiantes. Los laboratorios, talleres y áreas experimentales están adecuadamente equipados en cuanto a calidad y cantidad, disponiendo de la infraestructura necesaria para atender a los estudiantes del programa educativo.

**Seguridad de Personas y Bienes.** La FCM tiene su propio Manual de Organización y Procedimientos (Vaca, 2018) donde se establecen los criterios necesarios

para mantener la seguridad de los diversos actores académicos tanto dentro de la institución como en salidas de práctica, así como los mismos bienes de la institución en cumplimiento de:

- La NOM-062-ZOO-1999.
- El Reglamento de la Ley General de Salud en materia de investigación para la salud, en los E.U.M. (Título 7º, arts. 121-126).
- Declaración Mexicana y Principios básicos de la Experimentación en animales (Comisión Nacional de Bioética).
- Guía para el cuidado y uso de los animales de laboratorio (Academia Nacional de Medicina).

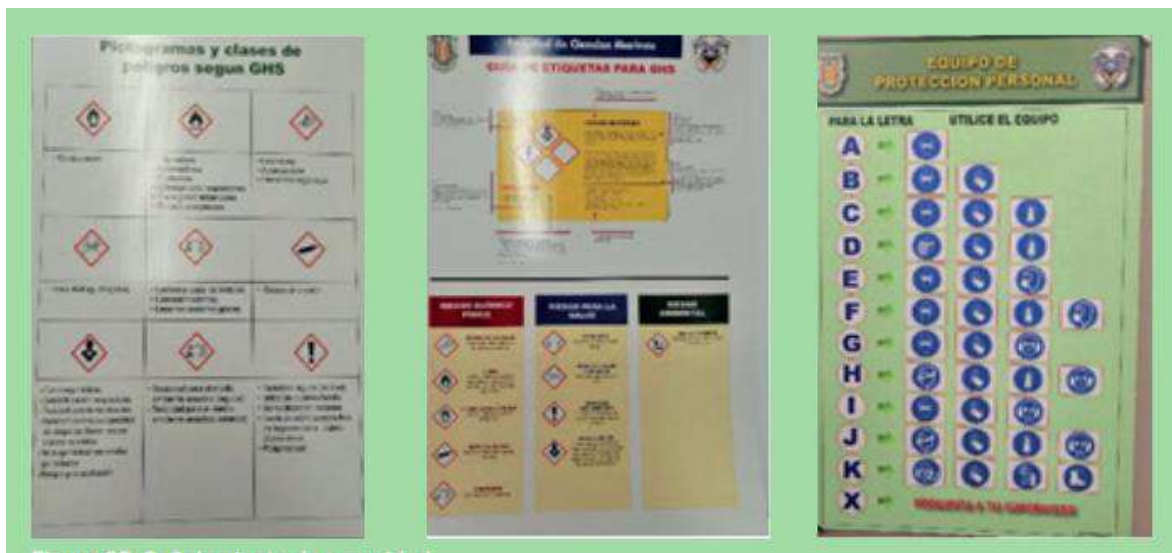
Asimismo, existe un marco legal vigente de la UABC:

- Ley Orgánica de la Universidad Autónoma del Estado de Baja California, Publicada en el Periódico Oficial Núm. 117, de fecha 28 de febrero de 1957, Al calce, tomo LXVIII.
- Estatuto General de la UABC, Aprobado por acuerdo del H. Consejo Universitario en sesión extraordinaria, celebrada el 17 de noviembre de 2017.
- Estatuto Escolar de la UABC, Aprobado por acuerdo del H. Consejo Universitario en sesión ordinaria, celebrada el 25 de mayo de 2006.
- Estatuto del Personal Académico de la UABC, Aprobado por acuerdo del H. Consejo Universitario en sesión ordinaria celebrada el 20 de febrero de 1982.
- Contrato Colectivo de Trabajo vigente con el Sindicato de profesores Superación Universitaria de UABC.
- Reglamento Interior de las Academias, Aprobado en la sesión extraordinaria del H. Consejo Universitario de fecha 13 de junio de 2001 y publicado en la Gaceta Universitaria No. 81 correspondiente al mes de Julio-Agosto de 2001.



- Reglamento de Obras, Equipamiento, Suministros y Servicios de la Universidad Autónoma de Baja California, Aprobada por acuerdo del H. Consejo Universitario en la Sesión ordinaria celebrada el 25 de febrero de 2003.
- Reglamento Interno de la Facultad de Ciencias Marinas, Aprobado por acuerdo del H. Consejo Universitario en sesión ordinaria, celebrada el 27 de mayo de 2009.

**Protección Civil y la Unidad Interna de Protección Civil Integrados por Profesores de esta Unidad Académica.** La Facultad cuenta con protocolos de seguridad en caso de contingencia. De hecho, en la FCM se cuenta con Brigadas de apoyo compuestas por el personal académico y administrativo, el cual se encuentra capacitado en el uso de equipo y en los protocolos definidos por Protección Civil. Todas las instalaciones, salones, laboratorios y áreas de oficinas se encuentran equipados para que los estudiantes y el personal académico y administrativo puedan realizar sus actividades en condiciones de seguridad e higiene óptimas, siguiendo los protocolos requeridos. Se cuenta con el señalamiento de seguridad oficial, desde 2022 comenzó la transición de dichos señalamientos al manejo de pictogramas y museografía de apoyo (ver Figura 68) (López-2022).

**Figura 68***Señalamientos de seguridad*

*Nota.* Tomado del Segundo Informe de Actividades 2021-2022.

**Seguridad de Personas con Discapacidad.** A partir de lo expuesto en el Segundo Informe de Actividades 2021-2022 de la FCM (López, 2022), se observa la implementación de rampas a lo largo de la unidad académica, mismas que favorecen el tránsito de personas con discapacidad (ver Figura 69). Asimismo, los edificios principales (DIB, Vicerrectoría) donde se realizan otras actividades académicas cuentan con elevadores que facilitan el acceso.

**Figura 69**

*Ruta de las rampas para personas con discapacidad*



*Nota.* Tomado del Segundo Informe de Actividades 2021-2022. La línea azul marca las diversas rutas por donde se encuentran distribuidas las rampas de acceso para personas con discapacidad.

Aunado a lo anterior, la FCM se apeg a los avisos de privacidad de la UABC para proteger los datos personales. Esto incluye el Aviso de Privacidad Académico para estudiantes, egresados, aspirantes y el público en general, y el Aviso de Privacidad de Recursos Humanos para empleados, docentes e investigadores. La institución se

compromete a no transferir datos personales, salvo excepciones necesarias para cumplir sus objetivos académicos y las leyes aplicables. También cuenta con el Aviso de Privacidad de Quejas "No más" para la comunidad universitaria y el Aviso de Privacidad para Público en General para personas externas.

**Áreas Deportivas, de Recreación y Convivencia.** El campus de UABC Ensenada, unidad Sauzal donde se encuentra la FCM cuenta con varias instalaciones deportivas, como canchas de baloncesto, una cancha de fútbol rápido y un gimnasio. Además, la Facultad de Gastronomía opera la Escuela Restaurante, que proporciona alimentos a estudiantes y personal, así como un ambiente de convivencia. Estas instalaciones están distribuidas por todo el campus y son de uso común para todas las Unidades Académicas.

**Conectividad.** La Unidad Académica dispone de un enlace de 800 megas simétricos con proveedor externo, internet inalámbrico en todos los edificios con 2.5 ghz a 5 ghz y red enlace de fibra óptica 10 gb. Asimismo, cuenta con:

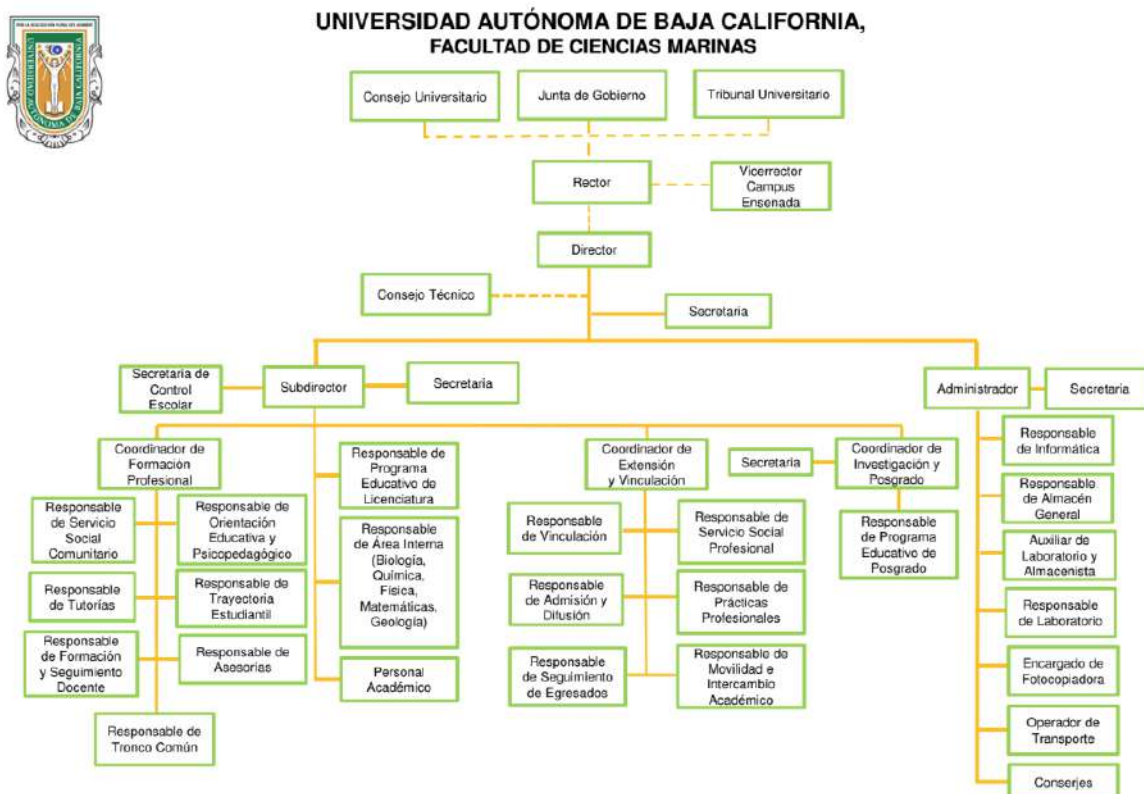
- 3 servidores web
- 3 switch para internet

**Servicios de Apoyo.** En la administración escolar de la FCM, hay personal dedicado a orientar a los estudiantes en trámites como inscripción, reinscripción, altas, bajas, titulación, becas y tutorías. La estructura organizacional incluye puestos como Responsable de gestión escolar, Responsable de titulación y seguimiento de egresados, Responsable de tutorías y Responsable de orientación educativa y psicopedagógica. Además, se cuenta con tutores y secretarías. Cada puesto tiene la responsabilidad de elaborar informes para sus superiores, con el fin de tomar decisiones y generar acciones

relacionadas con deserción, reprobación, rezago y titulación de los alumnos (ver Figura 70).

**Figura 70**

*Organigrama de la FCM*



**Servicios Estudiantiles.** La universidad ofrece el programa de afiliación al seguro facultativo (IMSS), beneficiando a estudiantes con atención médica, maternidad, cirugía, farmacia y hospitalización para aquellos que no pueden costear servicios médicos privados. Además, en caso de accidentes dentro de la universidad, los estudiantes cuentan con un seguro de gastos médicos mayores. La orientación educativa en la UABC se entiende como una intervención psicopedagógica que proporciona a los alumnos herramientas intelectuales, actitudinales, emocionales y valorativas para desarrollar vidas satisfactorias y acorde a sus potencialidades humanas.



**Becas Estudiantiles.** UABC cuenta con distintos tipos de apoyos para estudiantes, de acuerdo con el Sistema Integral de Becas, se ofrecen las siguientes:

- **Beca prórroga.** Consiste en la autorización para diferir el pago de cuotas de inscripción, reinscripción, colegiatura y cuotas específicas a cargo de alumnos.
- **Beca económica.** Se otorga a los alumnos que colaboran en las unidades académicas, bibliotecas, laboratorios, talleres y demás instalaciones universitarias.
- **Beca artística.** Es la que se otorga a los alumnos por su destacada participación en actividades artísticas, representando a la universidad en eventos locales, estatales, regionales, nacionales o internacionales.
- **Beca Ciencias Naturales y Exactas.** Se otorga a los aspirantes a ingresar a la UABC, por su destacada participación en concursos de las ciencias naturales y exactas, en el ámbito estatal y/o nacional.
- **Beca investigación.** Esta es para los alumnos que están realizando su tesis o que participan como auxiliares en proyectos de investigación autorizados por la Coordinación General de Posgrado e Investigación de la Universidad.
- **Beca compensación.** Esta compensación se podrá otorgar a los alumnos que colaboren en instalaciones universitarias, auxiliando en actividades académicas o administrativas.
- **Beca vinculación.** Esta beca es para los alumnos que quieran hacer una movilidad estudiantil, realizar prácticas profesionales o prestar servicio en programas de vinculación de la Universidad.
  - Modalidad “A”: Beca Alas aportada por la Fundación UABC.
  - Modalidad “B”: Apoyos externos provenientes de instituciones u organismos externos a UABC como Santander, CUMEX, ECOES, SRE, SUBES, Erasmus Mundus y Convenios Bilaterales con Beca de Universidad Receptora.

- Modalidad “C”: Autofinanciamiento.
- Modalidad “D”: Movilidad UABC (Fondo UABC). \* Sujeto a espacios y disponibilidad presupuestal:
  - **Para Intercambio internacional y prácticas profesionales:**
    - A) Para habla no hispana de hasta \$35,000.00 M.N.
    - B) Para habla hispana de hasta \$30,000.00 M.N.
  - **Para Intercambio nacional y prácticas profesionales:**
    - Para intercambio nacional de hasta \$25,000.00 M.N.
  - **Para Intercambio internacional:**
    - A) Beca ALAS Fundación UABC 5,000.00 dls (Licenciatura).
    - B) Beca ALAS Fundación UABC 5,000.00 dls (Prácticas Profesionales).
    - C) Beca Santander Iberoamérica 50,000.00 M.N.  
(Licenciatura) \* Preferentemente: Portugal, Brasil, Puerto Rico (Universidad Bilingüe).
  - **Para Intercambio nacional:**
    - Beca Santander \$20,000.00 M.N (Licenciatura).
    - Beca CUMex \$25,000.00 M.N (Licenciatura).

**Tránsito a la Vida Profesional.** Para orientar a los estudiantes en su inserción al ámbito profesional, la Coordinación de Formación Profesional de la Facultad (UABC, 2018), a través de personal responsable de titulación, seguimiento de egresados y prácticas profesionales, difunde acciones y apoyos en programas institucionales como bolsa de trabajo e incubadora de negocios. También se ofrece asesoría en trámites de egreso y vinculación con empresas. La bolsa de trabajo, según el Estatuto Escolar (UABC, 2018a), facilita la incorporación de alumnos y egresados al mercado laboral,

ayudándoles a aplicar sus aptitudes y conocimientos en la solución de problemas comunitarios. Está gestionada por los departamentos de Formación Profesional y Vinculación Universitaria de cada campus, cuyas funciones son:

- Promover y establecer vínculos con organizaciones del sector público, privado y social que puedan apoyar el tránsito de los alumnos y egresados al mercado laboral.
- Facilitar, sin costo alguno, información relevante sobre una amplia variedad de profesionistas.
- Promover la pertinencia de los planes y programas de estudio a través de la obtención y análisis de la información relevante sobre los perfiles profesionales que están demandando las empresas.
- Realizar periódicamente la difusión de este servicio entre los sectores público, privado y social y la comunidad universitaria.
- Establecer criterios operativos para el adecuado funcionamiento de este servicio.

**Estudio Empírico. Cuestionario Dirigido a Docentes: Infraestructura de la FCM.** Las percepciones de los profesores en relación a la condición de algunos elementos de la infraestructura de la FCM fueron las siguientes: a) de forma general los diecinueve aspectos enlistados en la Tabla 66 obtuvieron mayormente puntuaciones en los niveles de “bueno” y “regular”; b) de forma específica los mejores calificados fueron las condiciones de la biblioteca, el cuidado del medio ambiente y el equipo de cómputo y conectividad; c) aquellos aspectos con puntajes en los niveles negativos “deficiente” y “malo” fueron las condiciones de sanitarios, la pertinencia del mobiliario y las adecuaciones para personas con necesidades especiales.



**Tabla 66***Opiniones de los docentes respecto a la infraestructura de la FCM de la UABC*

| Aspectos de infraestructura                           | Niveles |    |    |   |   |     |    |
|-------------------------------------------------------|---------|----|----|---|---|-----|----|
|                                                       | E       | B  | R  | D | M | NES | NE |
| Limpieza de instalaciones                             | 1       | 7  | 11 | 2 | 1 |     |    |
| Pertinencia del mobiliario                            | 2       | 5  | 10 | 5 |   |     |    |
| Equipo de cómputo y conectividad                      | 4       | 13 | 2  | 1 | 2 |     |    |
| Espacios para la enseñanza                            | 3       | 8  | 7  | 3 | 1 |     |    |
| Condiciones de sanitarios                             | 2       | 2  | 9  | 6 | 3 |     |    |
| Disponibilidad de agua potable                        | 2       | 12 | 3  | 3 | 1 | 1   |    |
| Espacios para la recreación y descanso                | 6       | 6  | 6  | 3 |   |     | 1  |
| Condiciones de la biblioteca                          | 8       | 10 | 3  |   |   |     | 1  |
| Condiciones de aulas y audiovisuales                  | 4       | 8  | 7  | 2 | 1 |     |    |
| Condiciones de laboratorios y talleres                | 2       | 7  | 8  | 1 | 3 |     |    |
| Condiciones de instalaciones deportivas               | 4       | 10 | 3  |   | 1 | 2   | 2  |
| Adecuaciones para personas con Necesidades Especiales | 1       | 9  | 4  | 5 | 2 |     | 1  |
| Cubículos de trabajo                                  | 4       | 11 | 1  | 3 | 1 | 2   |    |
| Seguridad de personas y edificio (protección civil)   | 2       | 10 | 6  | 3 | 1 |     |    |
| Seguridad de instalaciones                            | 4       | 8  | 7  | 1 | 1 | 1   |    |
| Seguridad en alrededores de la Unidad Académica       | 5       | 10 | 5  | 2 |   |     |    |
| Cuidado del medio ambiente                            | 4       | 15 | 2  |   | 1 |     |    |
| Condiciones para la realización de prácticas de campo | 4       | 7  | 5  |   | 2 | 4   |    |
| Para el desarrollo de prácticas sustentable           | 4       | 7  | 5  | 1 | 2 | 3   |    |

*Nota.* Elaboración propia. E= Excelente, B= Bueno, R= Regular, D= Deficiente, M= Mala, NES=No estoy seguro, NE=No existe.

Algunas áreas de mejora para la infraestructura de la FCM, fueron:

- En el área de acuacultura se requiere mucho más presupuesto para mantenimiento. Desgraciadamente se requiere bastante presupuesto para los servicios de todos los motores para el movimiento de agua dulce, agua de mar y aire, mismos que no paran durante los 365 días del año. Requerimos medir calidad de agua día a día y no se cuenta con kits de nutrientes, oxímetros y potenciómetros, refractómetros.
- La infraestructura específica de acuacultura necesita renovarse.
- Son deficientes, hacen falta mejores instalaciones.
- En algunas aulas faltan los cables de conexión del proyector a la laptop, o si lo hay tienen corto o no funcionan.
- Actualmente, con el calor que se ha estado presentando en Ensenada, considero que debería haber al menos 1 o 2 ventiladores de techo en los salones, ya que, aún con las ventanas abiertas puede ponerse muy sofocante. Así mismo, considero que quizás buscarse reforzar la seguridad para el ingreso al campus, sobre todo, el peatonal (en ocasiones pueden ingresar personas que puedan poner en riesgo la seguridad del estudiantado)
- La licenciatura de biotecnología en acuicultura tiene requerimientos distintos al de las otras licenciaturas. Uno de dichos requerimientos es el mantenimiento constante de material, equipo e instalaciones. Sin un adecuado mantenimiento, no hay forma de poder realizar, prácticas o experimentos
- Conexión a internet inestable. Equipamiento para el manejo de residuos peligrosos/domésticos deficientes. Aulas parcialmente limpias. Baños sin papel frecuentemente. Laboratorio 3 sucio en marcos de ventana, área para mochilas con polvo. Señalización deficiente del área de residuos peligrosos dentro del laboratorio.

- Conozco muy poco porque solo tengo una asignatura optativa y paso poco tiempo en la facultad, pero hasta donde he visto tienen buenas instalaciones
- Existen espacios nuevos muy adecuados para la docencia de laboratorios, mientras otros sí son deficientes
- Se requieren mejoras significativas en la red eléctrica y los recursos para mantenimiento de equipos analíticos y aires acondicionados son insuficientes.
- Al laboratorio de procesamiento de productos acuáticos le hace falta mucho equipo, en específico, equipos de procesamiento. Solamente contamos con equipo para análisis.
- Los laboratorios son ineficientes.
- Los espacios de clase y laboratorios en los Edificios E17 y E18 no son adecuados. Los laboratorios no cuentan con los requerimientos básicos, además de que las colecciones y material de referencia en el almacén debe actualizarse.

En lo que respecta al nivel de satisfacción de los profesores con distintas condiciones laborales, la Tabla 67 muestra en general una mayor concentración de puntajes en los niveles positivos “muy satisfecho(a)” y “satisfecho(a)”. De forma específica, los aspectos con mayor satisfacción fueron la capacitación docente recibida por la UABC y la comunicación interna entre personal docente, administrativo y de servicios. Por el contrario, aquellos elementos que presentaron niveles de “poca satisfacción” e “insatisfacción” fueron los insumos para el desarrollo de actividades docentes e investigación, así como el tiempo dedicado a la investigación.

**Tabla 67**

*Nivel de satisfacción con distintos aspectos relacionados al trabajo docente*

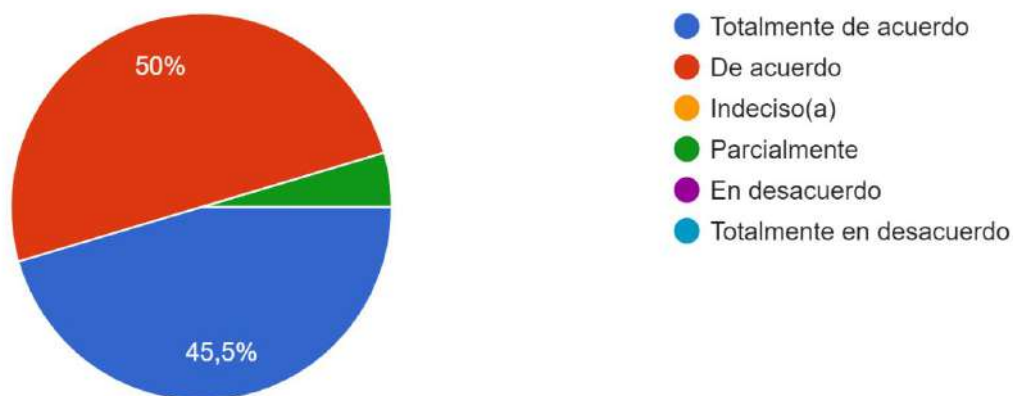
| Aspectos                                                                                             | Nivel de satisfacción |    |   |    |    |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|----|---|----|----|-----|
|                                                                                                      | MS                    | S  | I | PS | IN | SBO |
| Capacitación docente recibida por la UABC                                                            | 8                     | 11 | 2 |    | 1  |     |
| Productividad académica (asistencia a congresos, publicación de artículos, dirección de tesis, etc.) | 8                     | 8  | 6 |    |    |     |
| Tiempo de dedicación a la investigación                                                              | 9                     | 8  | 2 | 2  | 1  |     |
| Participación en Cuerpos Académicos                                                                  | 9                     | 5  | 7 | 1  |    |     |
| Participación en grupos colegiados (comités, academias, etc.)                                        | 7                     | 9  | 5 | 1  |    |     |
| Insumos para el desarrollo de actividades docentes e investigación                                   | 2                     | 6  | 5 | 7  | 2  |     |
| Suficiencia y actualización de acervo impreso o electrónico                                          | 8                     | 8  | 4 | 1  | 1  |     |
| Apoyo para movilidad académica                                                                       | 4                     | 10 | 5 | 1  | 1  | 1   |
| Comunicación interna entre personal docente, administrativo y de servicios                           | 6                     | 12 | 2 | 2  |    |     |

*Nota.* Elaboración propia. MS= Muy satisfecho(a), S= Satisfecho(a), I= Indeciso(a), PS= Poco satisfecho (a), IN=Insatisfecho(a), SBO=Sin bases para opinar.

El 50% de los docentes expresó que la estructura organizacional de la FCM es adecuada para la operación de los planes de estudio; el 45.5% opinó que dicha premisa es totalmente cierta y el 4.5% indicó estar parcialmente de acuerdo (ver Figura 71).

**Figura 71**

*Grado en el que se considera que la estructura organizacional de la Facultad de Ciencias Marinas es pertinente para la operación de los planes de estudios*



Los comentarios que coinciden con la presencia de una estructura pertinente fueron:

- Me parece que es funcional organizativa y operativamente
- Estoy de acuerdo. Sobre todo, para el trabajo administrativo, considero que la organización que se tiene actualmente, puede ayudar a eficientizar el trabajo y el delego de actividades.
- La facultad por lo que conozco hasta ahora tiene un nivel reconocido a varios niveles y eso nos dice que tiene una estructura sólida con lo que se pueden operar los planes de estudio, de no ser así lo dudaría.
- Está bien organizado.
- Cumplen con mis expectativas, no veo deficiencias.
- Es una estructura reciente, pero creo que sí es pertinente.
- Se cuenta con un organigrama claro que permite una buena comunicación.

Algunas sugerencias para mejorar la estructura organizacional son:

- Ya se cuenta con un organigrama, sin embargo, considero que hace falta hacer el engranaje final para que sea más fluido.
- Creo que hay poca receptividad a los argumentos por uno planteados.
- Hay estructura, pero poca comunicación o resultados efectivos aún.
- La estructura organizacional la recomienda la UABC, así que no podemos hacer mucho. Si nos dieran más plazas de tiempo completo podríamos aligerar la carga de gestión de los PTC y dedicarnos más a la investigación, pero sabemos que eso no es posible.

Finalmente, otros comentarios y sugerencias emitidos por los profesores para fortalecer el programa educativo fueron:

- Gestión para la obtención de un mayor presupuesto para el área de acuacultura.
- Buscar la manera de apoyar a estudiantes en riesgo económico con becas.  
Distribuir mejor los recursos económicos dentro del área para tener beneficios comunes.
- Falta mayor presencia de la seguridad en los espacios universitarios sobre todo en horarios donde no hay luz solar.
- Solo que es necesario que los egresados entiendan de manera clara que es la biotecnología y que es la zootecnia, y claro está, cómo interactúan en su campo.
- Sería óptimo realizar actualizaciones de los contenidos de los cursos, adecuándolos a la literatura más reciente, actividades más dinámicas.

**Estudio Empírico: Cuestionario Dirigido a Estudiantes.** Las opiniones de los alumnos en cuanto a la calidad de la infraestructura de la FCM se describen de la siguiente manera: a) aquellos aspectos con mayores calificaciones positivas (excelente y bueno) son las condiciones de sanitarios (84.2%), seguridad de las instalaciones (78.9%) y cuidado al medio ambiente (78.9%); b) los elementos con áreas de mejora son la

disponibilidad de agua potable y los espacios recreativos (ver Tabla 68).

**Tabla 68**

*Opiniones de los estudiantes respecto a la infraestructura de la FCM de la UABC*

| Aspectos de infraestructura                         | Niveles |    |   |   |    |     |
|-----------------------------------------------------|---------|----|---|---|----|-----|
|                                                     | E       | B  | R | M | MM | NHU |
| Limpieza de instalaciones                           | 3       | 8  | 6 | 1 | 1  |     |
| Condiciones del mobiliario                          | 2       | 9  | 7 | 1 |    |     |
| Equipo de cómputo y conectividad                    | 2       | 11 | 5 | 1 |    |     |
| Espacios para la enseñanza                          | 4       | 9  | 4 | 2 |    |     |
| Condiciones de sanitarios                           | 8       | 8  | 2 | 1 |    |     |
| Disponibilidad de agua potable                      | 2       | 7  | 4 | 4 | 2  |     |
| Espacios recreativos                                | 1       | 10 | 6 | 1 | 1  |     |
| Condiciones de los cubículos de estudio             | 1       | 10 | 6 |   | 1  | 1   |
| Condiciones de las aulas                            | 1       | 10 | 7 | 1 |    |     |
| Seguridad de personas y edificio (protección civil) | 1       | 13 | 5 |   |    |     |
| Seguridad en las instalaciones                      | 2       | 13 | 4 |   |    |     |
| Seguridad de alrededores de la Facultad             | 1       | 12 | 6 |   |    |     |
| Cuidado al medio ambiente                           | 4       | 11 | 4 |   |    |     |

*Nota.* Elaboración propia. E= Excelente, B= Bueno, R= Regular, M= Malo, MM= Muy malo, NHU=No he hecho uso.

Tal y como lo muestra la Tabla 69, los encuestados indicaron mayor concentración en los niveles positivos respecto a su satisfacción con el desempeño de los profesores. Destacaron con altas frecuencias en muy satisfecho(a) y satisfecho(a) el respeto al estudiante (89.5%) y equidad de género (89.5%), mientras que aquellos con menores

niveles de satisfacción fueron evaluación objetiva (63.2%) y claridad expositiva (63.2%).

**Tabla 69**

*Nivel de satisfacción con el desempeño de los profesores de la LBA*

| Aspectos la práctica docente               | Nivel de satisfacción |    |    |   |    |     |
|--------------------------------------------|-----------------------|----|----|---|----|-----|
|                                            | MS                    | S  | PS | I | MI | NES |
| Conocimiento de la unidad de aprendizaje   | 8                     | 6  | 3  |   | 2  |     |
| Claridad expositiva                        | 5                     | 7  | 4  | 1 | 2  |     |
| Métodos y técnicas                         | 4                     | 9  | 3  | 1 | 2  |     |
| Atención fuera de clase                    | 5                     | 11 | 1  |   | 2  |     |
| Manejo de tecnologías                      | 5                     | 9  | 3  |   | 2  |     |
| Pensamiento crítico                        | 5                     | 7  | 5  |   | 2  |     |
| Comunicación e interacción con estudiantes | 7                     | 9  | 1  |   | 2  |     |
| Compromiso ético                           | 6                     | 10 | 1  |   | 2  |     |
| Capacidad de liderazgo                     | 4                     | 8  | 5  |   | 2  |     |
| Evaluación objetiva                        | 5                     | 7  | 4  | 1 | 2  |     |
| Respeto al estudiante                      | 7                     | 10 |    |   | 2  |     |
| Equidad de género                          | 8                     | 9  |    |   | 2  |     |

*Nota.* Elaboración propia. MS= Muy satisfecho(a), S= Satisfecho(a), PS=Parcialmente Satisfecho(a), I= Insatisfecho(a), MI= Muy Insatisfecho(a), NES=No estoy seguro(a).

Algunos comentarios y sugerencias respecto a la práctica de los profesores son:

- Ponerse en el lugar de los demás.
- Las respuestas son en base al promedio del desempeño general, ya que en su mayoría la devoción de los profesores hacia las actividades relacionadas a la



carrera facilitan el proceso de aprendizaje, lo malo es que son pocos los que tienen flexibilidad hacia los métodos de aprendizaje de los alumnos.

- La consideración a casos especiales; en mi caso trabajo y en ocasiones el horario no me deja entrar a clases y los maestros no son condescendientes, no entrar reprobados, deberían de tener estrategias que ayuden a las personas que trabajan, venimos de un sistema de trabajar en línea del cual a mi criterio no aprendieron nada.
- Las instalaciones y material de laboratorio son la principal limitante.

Finalmente, algunas propuestas y comentarios emitidos por los estudiantes para mejorar la formación profesional de la LBA se detallan a continuación.

En relación con las asignaturas:

- Hacer un cambio en las biotecnologías para que se dividan en 2 semestres y la carga académica no sea tan pesada y se puedan enfocar en 2 y poder dar el tiempo adecuado de cada uno y poder aprender.
- Algunas optativas deberían pasar a ser obligatorias como el inglés ya que piden un nivel para titularse.
- Otro punto es el enfoque que tiene la carrera, ya que va más hacia la parte tradicional de acuicultura y deja un poco de lado el tema de biotecnología, hay algunas asignaturas donde el enfoque es totalmente hacia la sinergia o aplicación de una en la otra, pero en su mayoría y resaltando a las materias que tienen los nombres de biotecnología en ellas, únicamente la materia obligatoria de biotecnología en macroalgas y la optativa de taller de tópicos de biotecnología en acuicultura ofrecen el programa completo. Me gustaría que fuera una prioridad darle un enfoque más completo hacia el tema de biotecnología en acuicultura.

- Entiendo que la carrera lleva el prefijo Biotecnología, sin embargo, considero que se debería enfocar en formar acuacultores, no investigadores ni personas puramente de laboratorio.
- Cómo quitar algunas optativas ejemplo economía acuícola que ya se lleva administración de empresas, pymes para que no sea tan repetitivo.
- Renovar adecuadamente el plan de estudios con materias pertinentes e implementar tecnologías porque hasta el momento sólo se nos han enseñado zootecnias, pero no biotecnologías aplicadas a la acuicultura.

En relación con el enfoque pedagógico:

- Mayor educación en la parte práctica acercándose a lo real y no solo a lo teórico.
- Necesitamos involucrar más a los estudiantes, egresados, y a los docentes.

Somos uno, pero solemos vernos como distintos.

- Observaciones de clase o de los maestros de parte de superiores.
- Hay mucha flexibilidad de elegir asignaturas y programas para enfocar el estudio de tópicos de interés de los estudiantes, pero los métodos de evaluación son completamente estáticos y obsoletos, se exige que todos tengan las mismas habilidades y conocimientos a través del mismo tipo de aprendizaje y evaluación, cuando en una carrera científica el enfoque no debería ser que todos sigan los mismos pasos o de lo contrario tendrán los mismos resultados y no hay progreso.

La universidad ofrece muchas oportunidades de especializarse y escoger áreas de interés específicas, pero el método de evaluación y la calificación que deriva de eso siempre será un freno, pongamos de ejemplo una persona cuya forma de evaluar su desempeño sea por medio de aplicar los conocimientos en la práctica, y tiene que resolver un problema en el momento, pero él está como trabajando bajo un cierto tipo de presión, en cambio cuando se le aplica un examen, usualmente

tienes una o dos horas para contestar, pero por la presión es distinta, y puede que lo repruebe por ponerse nervioso, eso no calificó como se desenvuelve de forma profesional.

En relación con temas transversales:

- Que abarquen más sobre los temas de emprendimiento.
- Apoyo académico para emprendimiento
- Podemos llevar a la universidad a niveles más altos. Solo hay que comenzar a trabajar juntos.
- Mejorar la atención a los estudiantes con necesidades específicas (trabajo).

En relación con la infraestructura:

- Más atención al mantenimiento de los sanitarios, nunca hay papel higiénico
- Limpieza de los baños.
- Se necesitan más estacionamientos, actividades en línea, parece que no aprendimos nada del trabajo realizado en la pandemia, ya que es una herramienta muy útil.

En relación con la vinculación con el sector profesional:

- Más programas de servicio profesional con empresas privadas.
- Fomentar el enlace con más empresas acuícolas, promover el desarrollo de pymes, motivar a los estudiantes a emprender y no solo a irse por el ámbito de la investigación o posgrado, relacionarse con más universidades del país como la UDG, crear una red de empleo en todo el país.
- Maestros adecuados para los laboratorios de biotecnologías que tengan experiencia con cultivos grandes o trabajado en áreas de producción.

## Conclusiones

La FCM presenta una cantidad suficiente de personal de apoyo para cubrir las actividades académicas del PE, sin embargo, se recomienda establecer estrategias para alcanzar el porcentaje de PTC solicitado por ANPROMAR. El personal se desempeña en una amplia gama de líneas de generación del conocimiento que se destaca a través de su producción académica (233 publicaciones entre el 2020 y el 2024). Además, el personal docente realiza esfuerzos en la participación de eventos académicos importantes (8 eventos del 2019 al 2023) en colaboración con otras instituciones de renombre dentro del municipio, así como en la participación en actividades relacionadas con el Programa Flexible de Formación y Desarrollo Docente de la UABC. Respecto a la infraestructura, la FCM dispone de las condiciones necesarias y suficientes para asegurar el desarrollo de las actividades académicas de docentes y estudiantes, así como para asegurar su libre tránsito de forma segura y con acceso a diversas áreas que favorecen su vida universitaria en varias esferas del ser humano. Otro aspecto que resalta son los servicios de apoyo que se provee a los estudiantes con vistas a favorecer su trayecto académico, como tutorías en diversas áreas, seguro facultativo, becas, apoyo para la inserción al mundo laboral, entre otras.

El análisis de las opiniones de los docentes sobre la infraestructura y condiciones laborales en la FCM revela áreas clave de satisfacción y de mejora. Entre los aspectos mejor valorados se encuentran las condiciones de la biblioteca, el cuidado del medio ambiente y los recursos de cómputo y conectividad. Sin embargo, los docentes identifican como áreas deficientes los sanitarios, la adecuación de espacios para personas con necesidades especiales y la pertinencia del mobiliario. En las aulas y laboratorios, se menciona la falta de equipos de proyección en buen estado, ventiladores y mejoras en la infraestructura específica para acuacultura, donde la continuidad de mantenimiento es

crítica debido a las características de los equipos necesarios para el movimiento de agua y aire.

Los docentes también expresan una baja satisfacción en cuanto a los insumos disponibles para el desarrollo de actividades docentes e investigación, así como en el tiempo que pueden dedicar a la investigación debido a las cargas de gestión. Sugieren aumentar los recursos destinados a estos insumos y optimizar el uso de tiempo, proponiendo que una mayor cantidad de plazas de tiempo completo podría ayudar a equilibrar las tareas de investigación y gestión, permitiendo a los docentes dedicar más tiempo a la investigación y a la actualización académica.

Respecto a la estructura organizacional, la mayoría de los docentes considera que es funcional y adecuada para la operación de los planes de estudio, destacando la claridad en el organigrama y la eficiencia en la delegación de actividades administrativas. Sin embargo, algunos sugieren que la estructura podría mejorar con una comunicación más fluida y receptiva entre las distintas áreas, así como con un ajuste final en el “engranaje” organizacional que facilite la colaboración entre equipos.

Otras recomendaciones para fortalecer el programa incluyen la actualización de los contenidos de los cursos, integrando literatura más reciente y métodos de enseñanza más dinámicos. En el ámbito de la seguridad, los docentes sugieren una mayor presencia de seguridad en el campus, especialmente en horarios nocturnos. En conjunto, estas sugerencias subrayan la importancia de mejorar tanto la infraestructura como el apoyo académico y administrativo, lo cual contribuiría a un entorno más adecuado para la enseñanza, la investigación y el bienestar general en la FCM.

Por su parte, las opiniones de los estudiantes reflejan una valoración positiva en ciertos aspectos de la infraestructura de la Facultad de Ciencias Marinas (FCM), como la

seguridad de las instalaciones y el cuidado al medio ambiente. Sin embargo, señalan deficiencias en la disponibilidad de agua potable y en el mantenimiento de los espacios recreativos y sanitarios, donde mencionan la falta de insumos básicos. Estos comentarios sugieren la necesidad de reforzar la limpieza y el mantenimiento de las instalaciones para mejorar el ambiente de estudio y trabajo.

En cuanto a la formación académica, los estudiantes sugieren una revisión en la estructura de las asignaturas. Proponen que las materias de biotecnología se distribuyan en dos semestres para reducir la carga académica y permitir un aprendizaje más profundo. También consideran que ciertas optativas, como inglés y tópicos avanzados de biotecnología, deberían ser obligatorias, dado su valor en el perfil profesional. Al mismo tiempo, sugieren eliminar asignaturas repetitivas, como economía acuícola, que consideran redundante al ya cubrirse temas similares en administración y PyMEs.

Respecto a los métodos pedagógicos, los estudiantes destacan la importancia de integrar evaluaciones más diversas y flexibles que se adapten a distintos estilos de aprendizaje y no dependan únicamente de exámenes escritos. Proponen un enfoque práctico que permita aplicar conocimientos en situaciones reales y fomente la creatividad en la resolución de problemas, considerando que este tipo de evaluación puede reflejar mejor el desempeño profesional en el campo.

En temas de emprendimiento y vinculación profesional, los estudiantes sugieren incorporar un mayor enfoque en el desarrollo de PyMEs y en el emprendimiento en acuicultura. Piden un vínculo más fuerte con el sector productivo, que incluya convenios con empresas y redes de empleo que faciliten la inserción laboral y el contacto con profesionales experimentados. También se menciona la necesidad de contar con

docentes con experiencia práctica en producción para las materias de laboratorio de biotecnologías.

Finalmente, los estudiantes señalan que el apoyo a aquellos con necesidades especiales, como quienes trabajan, podría mejorar. Sugieren horarios flexibles o alternativas de modalidad en línea para adaptarse a diferentes circunstancias, aprovechando los aprendizajes de la educación a distancia durante la pandemia. En conjunto, estas recomendaciones apuntan a una formación académica más adaptada al mercado laboral, con un equilibrio entre teoría y práctica, infraestructura adecuada, y mayor apoyo para el desarrollo profesional y personal de los estudiantes.

## Conclusiones Generales

A través del estudio de pertinencia social de la LBA se detectó la necesidad de mantener y actualizar este programa educativo. Se destaca que las condiciones geográficas de México, especialmente en Baja California, son favorables para el desarrollo de la acuacultura, lo que justifica la formación de profesionales en este campo.

Además, se menciona el bono demográfico que se experimentará en los próximos años, lo que implica un aumento en la fuerza laboral y la necesidad de atender las demandas sociales emergentes. Este fenómeno demográfico se traduce en mayores oportunidades de ahorro e inversión, así como en un incremento en la recaudación tributaria. También se encontró que las cifras del Índice de Desarrollo Humano (IDH) y de Producto Interno Bruto (PIB) en el estado son superiores a las del promedio nacional, lo que crea un entorno propicio para invertir en educación. La tasa de escolarización en educación media superior en Baja California es también más alta que la media nacional, lo

que sugiere una mayor afluencia de aspirantes disponibilidad de candidatos para las universidades.

Aunado a lo anterior, se establece una correlación positiva entre la inversión en educación y el desarrollo económico, indicando que, a mayor nivel de escolaridad, se registran ingresos más altos. Esto hace que un programa educativo en biotecnología acuícola sea económicamente atractivo, dado el creciente interés y demanda global por productos acuáticos. Asimismo, se subraya la importancia de la biotecnología acuícola para enfrentar los desafíos que plantea el aumento de la demanda de productos de esta índole. Se enfatiza la necesidad de aumentar la fuerza laboral en este sector, mantener una visión estratégica para el futuro de la profesión, asegurando la calidad educativa del programa, así como la formación continua de los profesionistas, con el objetivo de contribuir a un futuro más sostenible y tecnológicamente avanzado.

En este sentido, el panorama para la profesión de Biotecnología en Acuicultura es prometedor y dinámico, impulsado por la creciente demanda de productos acuícolas sostenibles, el interés por dietas más saludables, el apoyo gubernamental al sector, los avances tecnológicos y el crecimiento del comercio internacional. Esta expansión del sector genera una necesidad urgente de profesionistas con capacidad para innovar y aplicar conocimientos avanzados para abordar desafíos como el cambio climático, las enfermedades emergentes y la gestión sostenible de los recursos acuícolas.

Respecto al análisis del Mercado laboral, se destaca un panorama positivo en términos de demanda y oportunidades laborales. Según el Observatorio Laboral, las Ciencias de la Tierra y la Biotecnología, incluyendo la generación de alimentos, muestran una alta demanda en el mercado. Asimismo, se enfatiza la importancia de la tecnología en los roles laborales, sugiriendo que los futuros profesionistas deben considerar especializarse en áreas como el hatchery y la comercialización.



Otro elemento que conviene considerar es que, los empleadores expresan un nivel de satisfacción moderado con el desempeño de los egresados, especialmente en conocimientos teóricos y resolución de conflictos. También, se observa una menor satisfacción en habilidades de liderazgo y vinculación social.

La demanda profesional se centra en la gestión de proyectos, considerada de media-alta demanda, mientras que el desempeño como docente se percibe como menos relevante. En este sentido, se sugiere replantear ~~recapitular~~ las competencias de egreso, de tal forma que se aprovechen las condiciones laborales que se estiman a futuro para la profesión. Las competencias más valoradas en el ejercicio profesional incluyen el trabajo técnico y las técnicas de cultivo, mientras que se anticipa una creciente necesidad de habilidades en administración de la producción y biotecnología. Los egresados realizan diversas funciones en sus organizaciones, desde la alimentación y control de calidad hasta la investigación y supervisión de producción, por tanto, no se deben desestimar las distintas áreas de aplicación.

A pesar de la satisfacción general, un 40% de las empresas no ha tenido experiencias de vinculación con estudiantes, lo que representa una oportunidad de mejora en la formación académica. Los empleadores también señalan la necesidad de fortalecer la formación en aspectos administrativos y de gestión.

En términos salariales, los egresados del presente programa se encuentran por encima de la media nacional, con un salario promedio mensual que varía según la experiencia y el nivel educativo. Sin embargo, se anticipan desafíos como la alta competencia y la dificultad para encontrar empleo, aunque se prevé un aumento gradual en la demanda laboral en los próximos años. El mercado laboral para los egresados es

prometedor, pero requiere ajustes en la formación para alinearse mejor con las necesidades del sector.

A través de estudio de egresados se reveló un nivel de satisfacción general positivo, con un 79.3% de los encuestados expresando contento con la formación recibida. Además, destacaron especialmente los conocimientos teóricos y las habilidades en trabajo en equipo. En contraparte, se observa una discrepancia en relación con la vinculación a actividades prácticas y el desarrollo de la creatividad, lo que sugiere que la formación se percibe mayormente académica.

Un porcentaje significativo, el 63.6%, considera que la formación recibida tiene una relación parcial con el campo laboral. Esto indica la necesidad de incluir contenidos relativos a como aspectos fiscales y empresariales, así como un enfoque en que se enfatice lo multidisciplinario. Además, se identifica una demanda creciente de habilidades prácticas en áreas como sostenibilidad, administración y finanzas.

En cuanto a la continuidad académica, solo el 18.2% de los egresados siente que la formación promovió su interés por estudios de posgrado. A pesar de esto, muchos expresan el deseo de continuar su formación. En el ámbito laboral, la mayoría trabaja en empresas del sector agropecuario y de alimentos, aunque un 72.7% manifiesta la falta de oportunidades laborales.

Aunado a lo anterior, los egresados sugirieron una reestructuración del plan de estudios, con un enfoque en la gestión y una mayor cantidad de actividades prácticas. Este análisis pone de manifiesto la necesidad de adaptar la formación a las demandas del mercado laboral y a las expectativas de desarrollo profesional de los estudiantes.

Entre los desafíos identificados en la educación e investigación acuícola, se subraya la necesidad de promover un desarrollo agropecuario sustentable, incorporar avances tecnológicos y asegurar una conexión efectiva entre las necesidades de los sistemas de producción y la formación profesional ofrecida por los programas educativos.

Además, las recomendaciones de ANPROMAR (2016) sugieren la inclusión de 14 competencias genéricas en los programas de Ciencias del Mar, abarcando desde el compromiso ciudadano y el cuidado del medio ambiente hasta habilidades para la investigación. Aunado a esto, se recomienda la revisión del Marco Global de Habilidades Básicas para la Vida y el Trabajo en el Siglo XXI (OIT, 2021), que pone sobre la mesa un conjunto de habilidades esenciales para la vida personal y laboral contemporánea.

A través del análisis sobre la evaluación de programas educativos en el ámbito de las ciencias agropecuarias y del mar, se destacó la relevancia de un marco de referencia actualizado, que data del año 2001. Este marco proporciona una visión integral de los aspectos clave que deben considerarse para la actualización de dichos programas, incluyendo indicadores básicos de calidad. Se mencionan áreas de conocimiento que deben ser cubiertas en las mallas curriculares, la infraestructura necesaria en las universidades, la vinculación con los sectores social y productivo, así como la integración de temáticas de investigación prioritarias.

Con base en la evaluación de los Fundamentos y condiciones de operación del programa educativo se detectó que la misión y visión del programa están adecuadamente definidas, aunque son generales y no cuentan con una guía específica para las actividades de evaluación. Asimismo, la LBA tiene un perfil de ingreso, egreso y mercado laboral actualizado hasta 2018.

En cuanto a la matrícula, se observa una tendencia al alza desde el periodo 2022-1 hasta 2024-1, aunque se anticipa que esta situación podría cambiar debido a una reciente disminución en el número de estudiantes matriculados. Respecto a la gestión del presupuesto, se considera que el sistema es adecuado para cubrir las necesidades operativas del programa, cumpliendo con los procedimientos de asignación de gastos y rendición de cuentas. Sin embargo, se destaca la necesidad de un presupuesto mayor para la adquisición de nuevo equipamiento y tecnologías.

La estructura organizacional de la Facultad se evalúa como adecuada, con adaptaciones realizadas en el organigrama y funciones desde 2018, en respuesta a reformas del Estatuto General de UABC de 2020. Se han creado nuevas coordinaciones en áreas clave como Formación Profesional, Investigación y Posgrado, y Extensión y Vinculación. El personal está completo según el organigrama actualizado, lo que asegura el cumplimiento de las funciones esenciales del programa educativo; sin embargo, se requiere cumplir el criterio de porcentaje de PTC señalado por ANPROMAR.

Entre los estudiantes encuestados, predominan los hombres en etapas avanzadas de la carrera, especialmente en el octavo semestre. En cuanto al cuerpo docente, se destaca que un 68.2% posee un doctorado, y hay un equilibrio en la contratación de profesores de asignatura, investigadores y docentes de tiempo completo. Muchos docentes participan en programas de reconocimiento académico, lo que resalta su profesionalización y compromiso con la calidad educativa. La carga docente es moderada, con la mayoría de los profesores impartiendo de una a dos asignaturas por semestre y dedicando entre 1 a 10 horas semanales frente a grupo.

A partir de la evaluación del currículo de la LBA de la UABC se destacan aspectos clave relacionados con la trayectoria académica y el egreso de los estudiantes. En primer

lugar, se menciona que el 52% de la matrícula total ha obtenido su título universitario, aunque se recomienda aumentar este porcentaje al 80% mediante el refuerzo de estrategias académicas, como asesorías y programas de regularización. A este respecto, UABC ha implementado un sistema de tutorías y un Programa Institucional de Orientación Educativa y Psicopedagógica (PIOEP) para apoyar a los estudiantes en su trayecto académico.

En cuanto a la trayectoria escolar, se observa que el 41.3% de los estudiantes se mantiene como regular, mientras que el 58.3% presenta algún nivel de rezago. Sin embargo, los índices de aprobación han mejorado en los últimos ciclos, lo que ha llevado a una disminución en los índices de reprobación. En términos de eficiencia terminal, se reporta un porcentaje de egreso del 64.6% entre las cohortes de 2007-1 a 2018-1. Se recomienda revisar los factores que afectan los promedios históricos de los estudiantes, especialmente en asignaturas clave, para identificar áreas de mejora y asegurar.

En la Evaluación del Personal académico, infraestructura y servicios destaca la suficiencia del personal docente de tiempo y de apoyo, quienes han producido un total de 233 publicaciones entre 2020 y 2024. Este personal participa activamente en eventos académicos, colaborando con instituciones reconocidas y contribuyendo al Programa Flexible de formación y desarrollo docente de la UABC. En cuanto a la infraestructura, la FCM cuenta con condiciones adecuadas para el desarrollo de actividades académicas, garantizando la seguridad y el acceso a diversas áreas que enriquecen la vida universitaria. Se ofrecen servicios de apoyo a los estudiantes, como tutorías, seguro facultativo y becas, que facilitan su trayectoria académica.

Sin embargo, el análisis de las opiniones de docentes y estudiantes revela áreas de mejora. Los docentes sugieren la necesidad de optimizar la infraestructura,

especialmente en los sanitarios y en la adecuación de espacios para personas con necesidades educativas especiales. También destaca la falta de equipos adecuados en aulas y laboratorios, así como la necesidad de más insumos para la investigación y una mejor distribución de las cargas de trabajo.

Por su parte, los estudiantes valoran positivamente aspectos como la seguridad de las instalaciones, pero señalan deficiencias en la disponibilidad de agua potable y el mantenimiento de espacios recreativos. Proponen una revisión de la estructura de las asignaturas para reducir la carga académica y sugieren la inclusión de materias optativas como obligatorias. Además, abogan por métodos pedagógicos más flexibles que se adapten a diferentes estilos de aprendizaje y un mayor enfoque en el emprendimiento y la vinculación profesional.

Aunque la FCM presenta fortalezas en su personal y servicios, hay un consenso sobre la necesidad de mejorar la infraestructura, el apoyo académico y administrativo, así como la formación académica para crear un entorno más propicio para la enseñanza, la investigación y el bienestar general de la comunidad educativa.

Por último, se encontraron 24 programas iguales o afines ofertados dentro de los períodos abarcados por el análisis. A nivel nacional, resaltan los PE ubicados en Sinaloa, Baja California, Baja California Sur y Oaxaca. Dentro de la región noroeste, donde se circunscribe el PE analizado, destacaron cuatro programas circunscritos dentro de Sinaloa, Baja California (PE analizado) y Baja California Sur. A nivel estatal, destaca la *Licenciatura en Biotecnología en Acuicultura* como la única en su rama, además mantiene cifras que se comparan a los de otros programas de relevancia en México.

En este sentido, el programa educativo cuenta con condiciones factores que respaldan su relevancia y permanencia, así como la necesidad de actualización en correspondencia con las demandas sociales.



## Referencias

- Asociación Nacional de Profesionales del Mar. (2008). Nuestra Asociación [sitio web].  
[https://www.anpromar.org/Nuestra\\_asociacion.html](https://www.anpromar.org/Nuestra_asociacion.html)
- Asociación Nacional de Profesionales del Mar. (2016). Metodología para la acreditación de las licenciaturas del área de las Ciencias del Mar [sitio web].  
<https://www.anpromar.org/Pdf/metodologia.pdf>
- Asociación Nacional de Profesionales del Mar. (2020). Programas de acreditación [sitio web].  
<https://www.anpromar.org/Programas.html>
- Asociación Nacional de Profesionales del Mar. (2023). Informe de reacreditación del programa de Oceanología de la Facultad de Ciencias Marinas, de la Universidad Autónoma de Baja California. Autor
- Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior. (2023). Anuarios Estadísticos de Educación Superior [sitio web].  
<http://www.anuies.mx/informacion-y-servicios/informacion-estadistica-de-educacion-superior/anuario-estadistico-de-educacion-superior>
- Casas, R., Dettmer, J., Celis, L., y Hernández, C. (2007). Redes y flujos de conocimiento en la acuicultura mexicana. *Redes*, 13(26), 111-144.  
<https://www.redalyc.org/pdf/907/90702608.pdf>
- Caso-Niebla, J., Díaz López, C. D., Castro-Morera, M., y Martínez Arias, M. R. (2017). Manual Técnico del examen de ingreso a la educación superior. Universidad Autónoma de Baja California.
- Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (2022). Aguas subterráneas: entre sobreexplotación y salinidad.  
<https://www.cicese.edu.mx/difusion/getDatosDifusionId/1056>
- Centro Mexicano de Derecho Ambiental (2024). Prioridades para la agenda ambiental 2024-2030 [sitio web]. <https://cemda.org.mx/prioridades-para-la-agenda-ambiental-2024-2030/>
- Colegio de la Frontera Norte (2024). Sequía, megaproyecto cervecero y agenda ciudadana del agua en Baja California [sitio web]. <https://www.colef.mx/estemes/sequia->



[megaproyecto-cervezero-y-agenda-ciudadana-del-agua-en-baja-california/#:~:text=Baja%20California%20es%20una%20regi%C3%B3n,humano%20y%20el%20desarrollo%20sostenible](https://megaproyecto-cervezero-y-agenda-ciudadana-del-agua-en-baja-california/#:~:text=Baja%20California%20es%20una%20regi%C3%B3n,humano%20y%20el%20desarrollo%20sostenible).

Comisión Nacional de Pesca y Acuicultura. (2018). Anuario Estadístico de Acuicultura y Pesca 2018. Autor.

[https://nube.conapesca.gob.mx/sites/cona/dgppe/2018/ANUARIO\\_2018.pdf](https://nube.conapesca.gob.mx/sites/cona/dgppe/2018/ANUARIO_2018.pdf)

Comité de Acreditación de la Asociación Nacional de Profesionales del Mar, A. C., ANPROMAR A. C. (2023). *Reporte para la Recreditación del Programa de Biotecnología en Acuicultura de la Facultad de Ciencias Marinas de la Universidad Autónoma de Baja California*. Autor

Comités Interinstitucionales para la Evaluación de la Educación Superior. (2001). Marco de referencia para la Evaluación Comité de Ciencias Agropecuarias.

<https://es.scribd.com/document/7097264/CIEES-Agropecuarias>

Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social. (2023). *Medición de la pobreza 2022*. Autor.

[https://www.coneval.org.mx/Medicion/MP/Documents/MMP\\_2022/Pobreza\\_multidimensional\\_2022.pdf](https://www.coneval.org.mx/Medicion/MP/Documents/MMP_2022/Pobreza_multidimensional_2022.pdf)

Coordinación General de Servicios Estudiantiles y Gestión Escolar de la UABC [sitio web].

<http://cgsege.uabc.mx/>

Departamento de Control Patrimonial. (2024). Reporte por unidades académicas. Unidad Académica 104: Facultad de Ciencias Marinas. Universidad Autónoma de Baja California.

<https://drive.google.com/drive/folders/1aznYAJ7oS9Md9qMoGQB6RL0R1eHax7x>

Diario Oficial de la Federación. (25/06/2020). *Programa sectorial derivado del plan nacional de desarrollo 2019-2024*. Secretaría de Gobernación.

[https://dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5595549&fecha=25/06/2020#gsc.tab=0](https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5595549&fecha=25/06/2020#gsc.tab=0)

Diario Oficial de la Federación. (30/11/2018). *Política Nacional de Mares y Costas de México*. Secretaría de Gobernación.

[https://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5545511&fecha=30/11/2018#gsc.tab=0](https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5545511&fecha=30/11/2018#gsc.tab=0)

Diario Oficial de la Federación. (30/12/2020). *Programa especial derivado del plan nacional de desarrollo 2019-2024*. Secretaría de Gobernación.

[https://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5609194&fecha=30/12/2020#gsc.tab=0](https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5609194&fecha=30/12/2020#gsc.tab=0)

Dirección General de Planeación, Programación y Estadística Educativa. (2022-2023). Sistema Interactivo de Consulta de Estadística Educativa [sitio web].

<https://www.planeacion.sep.gob.mx/principalescifras/>

Facultad de Ciencias Marinas [sitio web]. <http://fcm.ens.uabc.mx/nosotros/la-fcm.php>

Flores, D., y Olimón, A. (2015). *Gobierno-Universidad-Sociedad, una relación necesaria y urgente*. Universidad Autónoma de Nayarit.

[https://www.ecorfan.org/proceedings/CDU\\_VI/CDUVI\\_4.pdf](https://www.ecorfan.org/proceedings/CDU_VI/CDUVI_4.pdf)

Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza. (2022). *Informe anual FMCN 2022*. Autor. [https://informe2022.fmcn.org/wp-](https://informe2022.fmcn.org/wp-content/uploads/2023/08/FMCN_INFORME2022_DIGITAL_ESP_VFINAL_compressed.pdf)

[content/uploads/2023/08/FMCN\\_INFORME2022\\_DIGITAL\\_ESP\\_VFINAL\\_compressed.pdf](https://informe2022.fmcn.org/wp-content/uploads/2023/08/FMCN_INFORME2022_DIGITAL_ESP_VFINAL_compressed.pdf)

Gobierno de México. (2022). *Acuicultura en México. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural*. Autor. <https://www.gob.mx/agricultura/articulos/acuicultura-en-mexico>

Instituto de Estudios en Gobierno y Finanzas Públicas. (2016). *Evaluación de las Condiciones de Desarrollo Socioeconómico de Baja California*. Autor. <https://www.coneval.org.mx/sitios/RIEF/Documents/bajacalifornia-estudiodesarrollosocioeconomico-2016.pdf>

Instituto Mexicano para la Competitividad. (2023). *Índice de competitividad estatal 2023*. Autor.

Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (2024). Sistema de Monitoreo de calidad del aire. Baja California. [sitio web] . [https://cambioclimatico.gob.mx/estadosymunicipios/Aire/Aire\\_02.html](https://cambioclimatico.gob.mx/estadosymunicipios/Aire/Aire_02.html)

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2017). *Conociendo Baja California (7ª ed.)*. Autor. [https://www.inegi.org.mx/contenido/productos/prod\\_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/estudios/conociendo/702825093884.pdf](https://www.inegi.org.mx/contenido/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/estudios/conociendo/702825093884.pdf)

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2018). *Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares*. Autor. [https://www.inegi.org.mx/contenidos/programas/enigh/nc/2018/doc/enigh2018\\_ns\\_presentacion\\_resultados.pdf](https://www.inegi.org.mx/contenidos/programas/enigh/nc/2018/doc/enigh2018_ns_presentacion_resultados.pdf)

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2020). Censo poblacional vivienda 2020 [página web]. Autor. <https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/#Documentacion>

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2023). *Producto interno bruto por entidad federativa (PIBE)*. Autor.

<https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2023/PIBEF/PIBEF2022.pdf>

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2023). *Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte, México SCIAN 2023*. Autor.

[https://www.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod\\_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva\\_estruc/889463909675.pdf](https://www.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/889463909675.pdf)

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2024). Consulta de indicadores sociodemográficos y económicos por área geográfica [sitio web].

<https://inegi.org.mx/#>

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2024). *Producto interno bruto (PIB)*. Autor.

[https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2024/pib\\_pconst/pib\\_pconst2024\\_05.pdf](https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2024/pib_pconst/pib_pconst2024_05.pdf)

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (s. f.). Cuéntame de México [sitio web].

Autor. [https://beta.cuentame.inegi.org.mx/descubre/economia/pesca\\_y\\_acuicultura/](https://beta.cuentame.inegi.org.mx/descubre/economia/pesca_y_acuicultura/)

Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación (2019). Políticas para mejorar el aprendizaje de los estudiantes en México. *Documentos ejecutivos de política educativa*, 1, 1-8. <https://www.inee.edu.mx/publicaciones/politicas-para-mejorar-el-aprendizaje-de-los-estudiantes-en-mexico/>

López, L. M. (2022). *Segundo Informe de Actividades 2021-2022*. Universidad Autónoma de Baja California-Facultad de Ciencias Marinas.

<http://fcm.ens.uabc.mx/stuff/descargas/informes/Informe%20FCM%202021-2022.pdf>

López-Leyva, S. (2005). La vinculación de la ciencia y la tecnología con el sector productivo: una perspectiva económica y social. Universidad Autónoma de Sinaloa. ISBN: 9706601082; 9789706601087

Lubinsky, M., Alvarado, P., Martín, B., López, J. M., Eaton, R., Jara, R., Sánchez, S., Giffard, I., Zavala, V. A., y Millán, N. (2023). *Plan Institucional de Asesorías Académicas*. Universidad Autónoma de Baja California-Facultad de Ciencias Marinas.

Observatorio Laboral. (2023). Estadísticas de carreras profesionales por área [sitio web]. Autor. [https://www.observatoriolaboral.gob.mx/static/estudios-publicaciones/Ola\\_indice\\_estadisticas\\_area.html](https://www.observatoriolaboral.gob.mx/static/estudios-publicaciones/Ola_indice_estadisticas_area.html)

Observatorio Laboral. (s. f.). Tendencias actuales del mercado laboral [sitio web]. [https://www.observatoriolaboral.gob.mx/static/estudios-publicaciones/Tendencias\\_empleo.html](https://www.observatoriolaboral.gob.mx/static/estudios-publicaciones/Tendencias_empleo.html)

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2024). *El Estado mundial de la pesca y la acuicultura 2024. La transformación azul en acción*. Autor. <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/b8e7ddc7-222a-463c-9005-8b367bbb29ea/content>

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2022). *Versión resumida de El Estado mundial de la pesca y la acuicultura 2022. Hacia la transformación azul*. Autor. [https://mexico.un.org/sites/default/files/2022-06/cc0463es\\_0.pdf](https://mexico.un.org/sites/default/files/2022-06/cc0463es_0.pdf)

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2024). 10

Desafíos. Decenio del Océano Retos del impacto colectivo [sitio web].

<https://oceandecade.org/es/challenges/>

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2010). Las

biotecnologías en la pesca y la acuicultura en los países en desarrollo [sitio web].

<https://www.fao.org/biotech/sectoral-overviews/fisheries/es/>

Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. (2007).

*Informe sobre la educación superior en América Latina y el Caribe, 2000-2005: La metamorfosis de la educación superior.* Autor.

[https://www.ses.unam.mx/curso2013/pdf/informe\\_educacion\\_superiorAL2007.pdf](https://www.ses.unam.mx/curso2013/pdf/informe_educacion_superiorAL2007.pdf)

Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. (2009).

*Conferencia Mundial sobre la Educación Superior. La nueva dinámica de la educación superior y la investigación para el cambio social y el desarrollo.*

[https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000183277\\_spa](https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000183277_spa)

Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. (s. f.). La ciencia que necesitamos para el océano que queremos. Autor.

[https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000265198\\_spa](https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000265198_spa)

Organización de las Naciones Unidas. (2023). *Las múltiples crisis mundiales conducen a*

*un largo periodo de bajo crecimiento económico.* Noticias ONU.

<https://news.un.org/es/story/2023/05/1521052>

Organización de las Naciones Unidas. (s. f.). Objetivos de Desarrollo Sostenible [sitio

web]. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>

Organización Internacional del Trabajo. (2021). Marco Global de Habilidades Básicas para la Vida y el Trabajo en el Siglo XXI. Autor. <https://www.ilo.org/publications/global-framework-core-skills-life-and-work-21st-century>

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. (2022). *Informe anual 2022*. Autor. <https://www.undp.org/es/publicaciones/informe-anual-del-pnud-2022#:~:text=En%202022%2C%20el%20PNUD%20ayud%C3%B3,vida%20de%20millones%20de%20personas>.

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. (2024). *Informe sobre desarrollo humano 2023/2024 (instantánea)*. Autor. <https://www.undp.org/es/colombia/publicaciones/informe-desarrollo-humano-2023-2024-instantanea>

Radar Baja California (25/05/2022). Ladrilleras y tiraderos a cielo abierto, causa de contaminación en Mexicali [Noticia en sitio web]. <https://radarbc.com/general/ladrilleras-y-tiraderos-a-cielo-abierto-causa-de-contaminacion-en-mexicali/>

Ricardo, H., Rodríguez, B., León, J. L., y Medina, A. (2021). Bases y oportunidades de la vinculación universidad-empresa. *Revista Universidad y Sociedad*, 13(1), 300-306. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2218-36202021000100300&lng=es&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202021000100300&lng=es&tlng=es).

Rivera, H. (2024-2). Convocatoria de intercambio Estudiantil y Prácticas Profesionales. Licenciatura 2024-2 [presentación power point]. Universidad Autónoma de Baja California-Facultad de Ciencias Marinas

Ruiz, M. C. (2024). Prácticas profesionales [presentación power point]. Universidad Autónoma de Baja California-Facultad de Ciencias Marinas.

Sarabia-Altamirano, G. (2016). La vinculación universidad-empresa y sus canales de interacción desde la perspectiva de la academia, de la empresa y de las políticas públicas. *CienciaUAT*, 10(2), 13-22.

[https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007-78582016000100013#B21](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-78582016000100013#B21)

Secretaría de Economía e Innovación. (2024). *Panorama económico de Baja California*. Gobierno del Estado. Autor.

<https://www.bajacalifornia.gob.mx/Documentos/economia/panorama-economico.pdf>

Secretaría de Gobernación. (2020). *Programa Nacional de Pesca y Acuacultura 2020-2024*. Autor.

[https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/616554/PROGRAMA\\_Nacional\\_de\\_Pesca\\_y\\_Acuacultura\\_2020-2024baja.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/616554/PROGRAMA_Nacional_de_Pesca_y_Acuacultura_2020-2024baja.pdf)

Secretaría de Pesca y Acuacultura. (2022). *Programa Estatal de Pesca y Acuacultura 2022-2027*. Autor.

<https://www.bajacalifornia.gob.mx/Documentos/coplade/planeacion/programas-estatales/Programa%20Estatal%20de%20Pesca%20y%20Acuacultura.pdf>

Serna, A., y Castro, A. (Coords.). (2018). *Metodología de los estudios de fundamentación para la creación, modificación y actualización de programas educativos de licenciatura*. Universidad Autónoma de Baja California.

[http://www.uabc.mx/formacionbasica/documentos/metodologia\\_con\\_ficha.pdf](http://www.uabc.mx/formacionbasica/documentos/metodologia_con_ficha.pdf)

Sistema de admisiones UABC [sitio web]. <http://admisiones.uabc.mx/>



Universidad Andrés Bello. (s. f.). Ingeniero en Acuicultura [sitio web].

<https://facultades.unab.cl/cienciasdelavida/carrera/ingenieria-en-acuicultura/>

Universidad Autónoma de Baja California Sur. (2022). Bioingeniería en Acuicultura [sitio web]. <https://www.uabcs.mx/licenciatura/7>

Universidad Autónoma de Baja California. (2007). *Reglamento de Servicio Social de la Universidad Autónoma de Baja California*. Gaceta Universitaria.  
<https://sriagral.uabc.mx/Externos/CompilacionLegislativa/CLUABC/9.%20Reglamentos/9.8.pdf>

Universidad Autónoma de Baja California. (2009). *Sistema Institucional de indicadores (SII). Ficha técnica*. Coordinación de Planeación y Desarrollo Institucional.  
<http://www.uabc.mx/planeacion/sii/Fichas/Alumnos/Estatutaria/Ficha.pdf>

Universidad Autónoma de Baja California. (2013, febrero 5). *Acuerdo que establece las disposiciones complementarias del artículo 22 del estatuto escolar, para la integración y funcionamiento del Comité de Equidad de la Universidad Autónoma de Baja California*. Gaceta Universitaria.  
[https://sriagral.uabc.mx/Externos/AbogadoGeneral/Acuerdos/Rector/32\\_ComiteEquidad.pdf](https://sriagral.uabc.mx/Externos/AbogadoGeneral/Acuerdos/Rector/32_ComiteEquidad.pdf)

Universidad Autónoma de Baja California. (2018a). *Estatuto escolar de la Universidad Autónoma de Baja California*.  
[https://feg.ens.uabc.mx/pdf/normatividad/03\\_EstatutoEscolarUABC\\_ReformasDic032018.pdf](https://feg.ens.uabc.mx/pdf/normatividad/03_EstatutoEscolarUABC_ReformasDic032018.pdf)

Universidad Autónoma de Baja California. (2018b). *Modelo Educativo de la UABC 2018*.  
Universidad Autónoma de Baja California.

<http://web.uabc.mx/formacionbasica/documentos/ModeloEducativodelaUABC2018.pdf>

Universidad Autónoma de Baja California. (2024). Convocatoria concurso de selección para el ingreso a la licenciatura 2025-1. Autor.

<https://drive.google.com/file/d/12uGccWIW8anm1e8uZKgstYnPq15AfxK2/view>

Universidad Autónoma de Baja California. (2019, diciembre 16). *Estatuto General de la Universidad Autónoma de Baja California*. Gaceta Universitaria.

[https://sriagral.uabc.mx/externos/abogadogeneral/Reglamentos/Estatutos/02\\_EstatutoGeneralUABC\\_19-11-2019.pdf](https://sriagral.uabc.mx/externos/abogadogeneral/Reglamentos/Estatutos/02_EstatutoGeneralUABC_19-11-2019.pdf)

Universidad Autónoma de Baja California. (2023). *Plan de desarrollo institucional 2023-2027*. Autor. [http://planeacion.uabc.mx/pdi2023/docs/UABC\\_PDI\\_2023-](http://planeacion.uabc.mx/pdi2023/docs/UABC_PDI_2023-2027_Extendido.pdf)

[2027\\_Extendido.pdf](http://planeacion.uabc.mx/pdi2023/docs/UABC_PDI_2023-2027_Extendido.pdf)

Universidad Autónoma de Baja California. (2023, abril 3). *Acuerdo por el que se crea la unidad de género, diversidad e inclusión educativa en la universidad Autónoma de Baja California*. Gaceta Universitaria.

<https://gaceta.uabc.mx/edicionesanteriores/gaceta-524-edicion-especial>

Universidad Autónoma de Baja California. (s. f.). *Biotecnología en Acuicultura* [página web]. <http://fcm.ens.uabc.mx/lic-acuicultura.php>

Universidad Autónoma de Baja California. (s. f.). *Biotecnología en Acuicultura. Plan 2018-1*.

<http://web.uabc.mx/formacionbasica/FichasPE/Lic en Biotecnologia en Acuicultura.pdf>

Universidad Autónoma de Baja California. (s. f.). Facultad de Ciencias Marinas [sitio web].

<http://fcm.ens.uabc.mx/>

Universidad Autónoma de Baja California. (s. f.). Licenciatura en Biotecnología en Acuicultura [sitio web]. <http://fcm.ens.uabc.mx/lic-acuacultura.php>

Universidad Autónoma de Baja California. *Programa Institucional de Orientación Educativa y Psicopedagogía 2024*. <https://fcays.ens.uabc.mx/orientacion-educativa-y-psicologica/>

Universidad Autónoma de Baja California-Coordinación General de Formación Profesional. (2021). *Programa Flexible de Formación y Desarrollo Docente (PFFDD)*. Autor.  
[http://web.uabc.mx/formacionbasica/documentos/programa\\_flexible.pdf](http://web.uabc.mx/formacionbasica/documentos/programa_flexible.pdf)

Universidad Autónoma de Baja California-Coordinación General y Departamento de Servicios Estudiantiles y Gestión Escolar. (2023). Expo profesiones UABC 2023-2 [flyer]. Autor

Universidad Autónoma de Baja California-Departamento de Control Patrimonial. (2024). Reporte de ubicaciones por unidades académicas. Unidad Académica: 104-Facultad de Ciencias Marinas. Autor

Universidad Autónoma de Baja California-Departamento de Control Patrimonial. (2024). Padrón de artículos vigentes por departamentos. No. de empleado y ubicación. Autor

Universidad Autónoma de Baja California-Facultad de Ciencias Marinas. *Manual de Tutorías de la Facultad de Ciencias Marinas*. Autor

Universidad Autónoma de Baja California-Facultad de Ciencias Marinas. (2023). *Informe de Servicio Social Profesional. Licenciatura en Biotecnología en Acuicultura*. Autor

Universidad Autónoma de Baja California-Facultad de Ciencias Marinas. (2021). *Manual de organización y procedimientos*.

[http://fcm.ens.uabc.mx/stuff/descargas/organizacionyprocedimientos/moyp\\_fcm.pdf](http://fcm.ens.uabc.mx/stuff/descargas/organizacionyprocedimientos/moyp_fcm.pdf)

Universidad Autónoma de Baja California-Facultad de Ciencias Marinas. (2018). *Manual de organización y procedimientos*.

[http://fcm.ens.uabc.mx/stuff/descargas/reglamentos/MOP\\_FCM.pdf](http://fcm.ens.uabc.mx/stuff/descargas/reglamentos/MOP_FCM.pdf)

Universidad Autónoma de Baja California-Oficina de Planeación y Desarrollo Institucional. (2021). Catálogo del Sistema de Indicadores y Estadísticas Institucionales.

<http://indicadores.uabc.mx/indicadores/AcercaDe/downloadfile>

Universidad Autónoma de Nayarit. (2018). Ingeniería en Acuicultura [sitio web].

<https://www.uan.edu.mx/es/ingenieria-en-acuicultura-nueva>

Universidad Autónoma de Sinaloa. 2016). Licenciatura en Biólogo Acuacultor [sitio web].

<http://facimar.maz.uasnet.mx/licenciatura-biologo-acuacultor/>

Universidad Católica del Norte. (s. f.). Ingeniería en Acuicultura [sitio web].

<https://admision.ucn.cl/carreras/ciencias-del-mar/ingenieria-en-acuicultura/?tipo=academia>

Universidad Científica del Sur. (s. f.). Ingeniería acuícola [sitio web].

<https://web.cientifica.edu.pe/ciencias-veterinarias-y-biologicas/ingenieria-acuicola>

Universidad de Concepción. (s. f.). Ingeniero/a en Biotecnología Marina y Acuicultura [sitio web]. <https://admision.udec.cl/ingenieria-en-biotecnologia-marina-y-acuicultura/>

Universidad de Córdoba. (s. f.). Acuicultura [sitio web].

<https://www.unicordoba.edu.co/index.php/facultad-medicina-veterinaria-y-zootecnia/acuicultura/>

Universidad del Papaloapan. (s.f.). Ingeniería en Acuicultura [sitio web].

[https://www.unpa.edu.mx/ing\\_acuicultura.html](https://www.unpa.edu.mx/ing_acuicultura.html)

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. (2016). Ingeniería en Acuicultura [sitio web].

<https://www.ujat.mx/102/3235>

Vaca, J. G. (2018). *Manual de Organización y Procedimientos. Facultad de Ciencias Marinas*. Universidad Autónoma de Baja California.

[http://fcm.ens.uabc.mx/stuff/descargas/reglamentos/MOP\\_FCM.pdf](http://fcm.ens.uabc.mx/stuff/descargas/reglamentos/MOP_FCM.pdf)

Vaca, J. G. (2021). *Manual de Organización y Procedimientos. Facultad de Ciencias Marinas*. Universidad Autónoma de Baja California.

[http://fcm.ens.uabc.mx/stuff/descargas/organizacionyprocedimientos/moyp\\_fcm.pdf](http://fcm.ens.uabc.mx/stuff/descargas/organizacionyprocedimientos/moyp_fcm.pdf)

Wiek, A., Withycombe, L., y Redman, C. L. (2011). Key competencies in sustainability: a reference framework for academic program development. *Sustainability Science*, 6(2), 203–218. doi:10.1007/s11625-011-0132-6

Zarza E. (2021). *La educación en ciencias del mar en México avances y perspectivas*. AM Editores.

Zarza, E. y Serrano, A. (2017). *La Actividad Pesquera y Acuícola en México y Veracruz*. Centro de Estudios e Investigaciones para el Desarrollo Docente. pp.59-82.

Zeta Tijuana, (18/04/2022). Fábricas trasnacionales: contaminación y enfermedad en la frontera [Noticia en sitio web]. <https://zetatijuana.com/2022/04/fabricas-trasnacionales-contaminacion-y-enfermedad-en-la-frontera/>

## Anexos

### Anexo A. Año, tipo, nombre y cantidad de publicaciones

| Año  | Tipo de publicación          | Nombre de la publicación                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Total |
|------|------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| 2020 | Artículo en revista indexada | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Distribution of Atlantidae species (Gastropoda:Pterotracheoidea) during an El Niño event in the Southern California Current region (summer-fall 2015)</li> <li>2. Baja californian dust deposition and atmospheric input of iron to the Gulf of California during the summer</li> <li>3. Fishermen and Pinniped Interactions: The Perception of Fishermen in Baja California, Mexico.</li> <li>4. Evaluación del programa de conservación y manejo del parque nacional arrecife alacranes con énfasis en la gestión de los recursos pesqueros: una aproximación pragmática</li> <li>5. Volatile sources, sinks and pathways: A heliumcarbon isotope study of Baja California fluids and gases.</li> <li>6. Six novel species of the obligate marine actinobacterium <i>Salinispora</i>, <i>Salinispora cortesiana</i> sp. nov., <i>Salinispora fenicalii</i> sp. nov., <i>Salinispora goodfellowi</i> sp. nov., <i>Salinispora mooreana</i> sp. nov., <i>Salinispora oceanensis</i> sp. nov., <i>Salinispora vitiensis</i> sp. nov., and emended description of the genus <i>Salinispora</i>.</li> <li>7. Phytoplankton pigments and community structure in the northeastern tropical pacific using HPLC-CHEMTAX análisis</li> </ol> | 42    |

| Año | Tipo de publicación | Nombre de la publicación                                                                                                                                                   | Total |
|-----|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
|     |                     | 8. Seasonal controls of the carbon biogeochemistry of a fringing coral reef in the Gulf of California, Mexico                                                              |       |
|     |                     | 9. A New Algorithm to Estimate Diffuse Attenuation Coefficient from Secchi Disk Depth.                                                                                     |       |
|     |                     | 10. 1-D shallow water equation, withno viscosity and no rotation, for a topography represented by a quadratic function,                                                    |       |
|     |                     | 11. Fructooligosaccharide supplementation in diets for tropical gar ( <i>Atractosteus tropicus</i> ) juvenile: Effects on morphophysiology and intestinal barrier function |       |
|     |                     | 12. Impacts of the 2014-2015 warm-water anomalies on nutrients, chlorophyll-a and hydrographic conditions in the coastal zone of northern Baja California                  |       |
|     |                     | 13. Impacts of the 2014-2015 warm-water anomalies on nutrients, chlorophyll-a and hydrographic conditions in the coastal zone of northern Baja California                  |       |
|     |                     | 14. An analysis of the factors that control fault zone architecture and the importance of fault orientation relative to regional stress                                    |       |
|     |                     | 15. Rainfall Intensity-Duration-Frequency Relationship. Case Study: Depth-Duration Ratio in a Semi-Arid Zone in Mexico.                                                    |       |
|     |                     | 16. The Effect of Cold and Warm Anomalies on Phytoplankton Pigment Composition in Waters off the Northern Baja California Peninsula (México): 2007–2016.                   |       |

| Año | Tipo de publicación | Nombre de la publicación                                                                                                                 | Total |
|-----|---------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
|     |                     | 17. Effects of salinity on survival and plasma osmolality of <i>Totoaba macdonaldi</i> eggs, larvae, and juveniles.                      |       |
|     |                     | 18. The effects of depth and diet on red abalone growth and survival in cage mariculture at San Jeronimo Island, Baja California, Mexico |       |
|     |                     | 19. Trophic ecology of Mexican Pacific harbor seal colonies using carbon and nitrogen stable isotopes.                                   |       |
|     |                     | 20. Characteristics and metrics of resilient forests in the Sierra de San Pedro Martír, Mexico                                           |       |
|     |                     | 21. Building bridges not walls: the past, present, and future of international collaboration and research in northwest Mexico            |       |
|     |                     | 22. Indicators to measure pressure, state, impact and responses of surf breaks: The case of Bahía de Todos Santos World Surfing Reserve. |       |
|     |                     | 23. Effects of Heat Waves and Light Deprivation on Giant Kelp Juveniles ( <i>Macrocystis pyrifera</i> , Laminariales, Phaeophyceae).     |       |
|     |                     | 24. Highly Efficient Photocatalytic and Antimicrobial AgGaCl Tri-Doped ZnO Nanorods for Water Treatment under Visible Light Irradiation. |       |
|     |                     | 25. Unraveling the white shark observation tourism at Guadalupe Island, Mexico: Actors, needs and sustainability                         |       |
|     |                     | 26. Yellow snapper ( <i>Lutjanus argentiventris</i> ) connectivity in the Southern Gulf of California.                                   |       |
|     |                     | 27. The Smallest Known Free-Living White Shark <i>Carcharodon carcharias</i> (Lamniformes:                                               |       |



| Año | Tipo de publicación | Nombre de la publicación                                                                                                              | Total |
|-----|---------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
|     |                     | Lamnidae): Ecological and Management Implications                                                                                     |       |
|     |                     | 28. Predictive models of the preferential distribution of demersal fish larvae in the southern part of the California Current         |       |
|     |                     | 29. Escalera Náutica. Balance para la conclusión de un megaproyecto de larga data en el Mar de Cortés, México                         |       |
|     |                     | 30. Geographic variation in functional response of kelp forest ecosystems to recent climate and consequences for ecosystem structure. |       |
|     |                     | 31. Sex steroid hormones and behavior reveal seasonal reproduction in a resident fin whale population                                 |       |
|     |                     | 32. Pregnancy rate and biomarker validations from the blubber of eastern North Pacific blue whales.                                   |       |
|     |                     | 33. Low genetic structure and diversity of Red-billed Tropicbirds in the Mexican Pacific.                                             |       |
|     |                     | 34. Stakeholder diversity correlates with governance network performance in two artisanal fisheries in Northwest Mexico.              |       |
|     |                     | 35. Governance networks in marine spaces where fisheries and oil coexist: Tabasco, Mexico                                             |       |
|     |                     | 36. The Mexican Energy Reform in the Fishing and oil framework of the Gulf of Mexico                                                  |       |
|     |                     | 37. Multiphase Storm Deposits Eroded from Andesite Sea Cliffs on Isla San Luis Gonzaga (Northern Gulf of California, Mexico)          |       |
|     |                     | 38. Holocene Hurricane Deposits Eroded as Coastal Barriers from Andesite Sea Cliffs at                                                |       |

| Año | Tipo de publicación | Nombre de la publicación                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Total |
|-----|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
|     |                     | Puerto Escondido (Baja California Sur, Mexico)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |       |
|     |                     | 39. Low genetic structure and diversity of Red-billed Tropicbirds in the Mexican Pacific                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |       |
|     |                     | 40. Isotope-based inferences of the seasonal foraging and migratory strategies of blue whales in the eastern Pacific Ocean                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |       |
|     |                     | 41. A novel method to measure calcium carbonate with portable X-ray fluorescence instrumentation and its application to Gulf of Mexico surficial sediments                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |       |
|     |                     | 42. An ocean color algorithm based on power functions to retrieve inherent optical properties from remotely sensed data off the Baja California peninsula, Mexico.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |       |
|     | Capítulo de libro   | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Formación educativa para los gestores en la solución de problemas en las áreas costeras de México. Entre la formación en programas de licenciatura y los programas de posgrado o especialidad.</li> <li>2. Evaluación de inundación costera debido al incremento del nivel del mar en Ensenada, Baja California, México</li> <li>3. Los umbrales en los socioecosistemas costeros</li> <li>4. Gobernanza ambiental ante el Cambio Climático: municipios costeros de México.</li> <li>5. Elementos para la gobernanza del agua ante la vulnerabilidad a la sequía y el cambio climático: cuencas hidrológicas con destino turístico de Baja California Sur</li> <li>6. Capítulo II. Arrecifes coralinos</li> </ol> |       |

| Año | Tipo de publicación               | Nombre de la publicación                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Total |
|-----|-----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
|     | Memoria en Congreso Internacional | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Increase of Caribbean Water Incursion into the Gulf of Mexico: The Need in Biochemistry Studies of a New Characterization of the Upper Waters of the central Gulf of México</li> <li>2. Vitamin B12 and the microbial heterotrophic and autotrophic metabolism in two regions influence by the California current.</li> <li>3. Biological response of phytoplankton community structure after warm-water anomalies conditions and its implications on Mexican Pacific coastal waters.</li> <li>4. Relationships between Respiration Rates of Marine Microbial Communities and Physical Oceanographic Conditions of Gulf of Mexico (GM)</li> </ol>                                                                         |       |
|     | Memoria en Congreso               | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Historial de acumulación de cizalla co-sísmica en el segmento norte de la falla de bajo ángulo Cañada David durante los años</li> <li>2. Metabarcoding analysis of stomach contents in <i>Totoaba macdonaldi</i>.</li> <li>3. Uso de heces de foca: un método no invasivo para la identificación molecular de presas y microbioma. Conferencia magistral por invitación.</li> <li>4. La foca del puerto del Pacífico Mexicano: información reciente sobre su vulnerabilidad. Conferencia magistral por invitación.</li> <li>5. A new method for fault-scarp detection using Linear Discriminant Analysis (LDA) in highresolution bathymetry data from the Alarcón Rise and Pescadero Basin, Gulf of California</li> </ol> |       |

| Año | Tipo de publicación       | Nombre de la publicación                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Total |
|-----|---------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
|     |                           | <ul style="list-style-type: none"> <li>6. Effect of Caribbean Water Incursion into the Gulf of Mexico derived from Absolute Dynamic Topography, Satellite Data, and Remotely – sensed Chlorophyll-a</li> <li>7. Observaciones satelitales de clorofila a, temperatura superficial y viento en la costa occidental de Baja California</li> <li>8. Implementacion del modelo biogeoquimico BioEBUS en la Bahia de Campeche</li> </ul> |       |
|     | Libro                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>1. Atlas of Marine Mammal Distribution and Abundance in Mexican Waters.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |       |
|     | Artículo de investigación | <ul style="list-style-type: none"> <li>1. Peligro de inundación costera por eventos de tormenta. Caso de estudio: Bahía de Todos Santos, BC., México</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                     |       |