



# PROGRAMA DE ASIGNATURA

## 1. ANTECEDENTES GENERALES

<b>Carrera</b>	<b>Ingeniería en Biotecnología</b>			
<b>Unidad responsable</b>	Instituto De Ciencias Naturales Alexander Von Humboldt			
<b>Nombre de la asignatura</b>	Tópicos avanzados en conservación de peces cartilaginosos y sus aplicaciones biotecnológicas			
<b>Código de la asignatura</b>	IBFP10			
<b>Año/Semestre</b>	Quinto Año/ IX Semestre			
<b>Coordinador Académico</b>	Dr. Carlos Bustamante			
<b>Equipo docente</b>	Dr. Carlos Bustamante (Carlos.bustamante@uantof.cl) Dra. Mariella Rivas (Mariella.rivas@uantof.cl) Dra. Carolina Vargas-Caro			
<b>Área de formación</b>	Profesional			
<b>Créditos SCT</b>	6 créditos			
<b>Horas de dedicación</b>	Horas Presenciales Directas	4P	Horas De Trabajo Autónomo	6C
<b>Fecha de inicio</b>	07 de abril del 2025			
<b>Fecha de término</b>	15 de agosto del 2025			

## 2. DESCRIPCIÓN DE LA ASIGNATURA

Este curso teórico-práctico profundiza en aspectos biológicos, ecológicos y evolutivos de tiburones, rayas y quimeras, con énfasis en especies de aguas nacionales. Se abordarán herramientas biotecnológicas aplicadas a la conservación y uso sustentable de estos organismos, considerando avances en genómica, inmunología y telemetría. Se fomentará el análisis crítico de problemáticas actuales, promoviendo la participación en congresos y publicaciones científicas. Esta asignatura contribuye a las siguientes competencias específicas del perfil del graduado.

Esta asignatura contribuye a las siguientes competencias del perfil del graduado:

- 3.1.1. Implementa procesos de desarrollo, innovación y transferencia tecnológica para la generación de bienes y servicios biotecnológicos considerando aspectos económicos, legales y éticos.
- 3.1.3. Lidera proyectos de emprendimiento para generar bienes y servicios biotecnológicos.

### 3. RESULTADOS DE APRENDIZAJE

---

- 3.1 La actividad curricular define los siguientes resultados de aprendizaje:
- RA 3.1.3.1. Desarrolla proyectos de I+D+i y/o emprendimiento aplicando metodologías biotecnológicas.
- RA 3.1.3.4. Interactúa con profesionales de diferentes disciplinas para el desarrollo y/o aplicación de metodologías en biotecnología en el contexto de un proyecto I+D+i o de un emprendimiento biotecnológico.
- RA 3.1.3.5. Compara diferentes modelos de emprendimiento biotecnológico para la toma de decisiones estratégicas en la empresa.
- 3.2 Objetivos generales (OG):
- Proporcionar a los estudiantes una comprensión avanzada sobre la biología, ecología y conservación de peces cartilagosos, con énfasis en especies presentes en las costas chilenas. A través del uso de herramientas biotecnológicas y técnicas de investigación aplicada, los estudiantes evaluarán estrategias de manejo pesquero y conservación sustentable, fomentando el pensamiento crítico y la participación en la generación y difusión de conocimiento científico.
- 3.3 Objetivos Específicos (OE):
- 3.3.1 OE1. Analizar la diversidad biológica y las interacciones ecológicas de tiburones, rayas y quimeras en las costas chilenas, utilizando herramientas de investigación científica.
- 3.3.2 OE2. Evaluar estrategias de conservación, ordenamiento pesquero y manejo sustentable aplicadas a peces cartilagosos, considerando modelos científicos actualizados.
- 3.3.3 OE3. Aplicar conocimientos en biotecnología para la identificación y estudio de especies en riesgo.

### 4. UNIDADES DE APRENDIZAJE

---

- 4.1 Módulo 1: Evolución y Diversidad de Peces Cartilagosos
- 4.1.1 Orígenes evolutivos y registro fósil de tiburones, rayas y quimeras.
- 4.1.2 Filogenia y sistemática: clasificación y relaciones evolutivas de condriictios.
- 4.1.3 Adaptaciones morfológicas y funcionales: escamación, dentición y esqueleto cartilaginoso.
- 4.2 Módulo 2: Biología y Fisiología Aplicada a la Conservación
- 4.2.1 Hidrodinámica y natación: formas corporales y estrategias de propulsión.
- 4.2.2 Biología sensorial: electrorecepción, quimiorrecepción y mecanorrecepción.
- 4.2.3 Estrategias reproductivas.
- 4.3 Módulo 3: Ecología y Conservación de Tiburones
- 4.3.1 Distribución y selección de hábitat: impacto del cambio climático en migraciones.
- 4.3.2 Pesquerías y amenazas: captura incidental (bycatch), sobreexplotación y comercio ilegal.
- 4.3.3 Modelos de ordenamiento pesquero y normativas internacionales.
- 4.4 Módulo 4: Aplicaciones Biotecnológicas en Conservación
- 4.4.1 Genómica y transcriptómica en peces cartilagosos: identificación de especies y estudios de variabilidad genética.
- 4.4.2 Telemetría satelital y acústica para el monitoreo de tiburones.
- 4.5 Módulo 5: Investigación Aplicada y Difusión Científica
- 4.5.1 Técnicas de muestreo y reconocimiento de especies en terreno.



- 4.5.2 Diseño de proyectos de investigación en conservación marina.
- 4.5.3 Ética en la investigación y conservación de especies vulnerables.

## 5. METODOLOGÍA Y EVALUACIÓN

---

### 5.1 Estrategia:

- 5.1.1 Aprendizaje Basado en Problemas (ABP): Casos reales sobre manejo de tiburones.
- 5.1.2 Aprendizaje Basado en Servicio (ABS): Colaboración con ONGs marinas en difusión y conservación.
- 5.1.3 Trabajo en laboratorio: Análisis de ADN y evaluación de parámetros fisiológicos.
- 5.1.4 Análisis de artículos científicos y debates.

### 5.2 Evaluación:

- 5.2.1 Ensayos escritos (OE1): 15%
- 5.2.2 Pruebas parciales (OE1 y OE2): 50%
- 5.2.3 Trabajo de investigación con propuesta de conservación (OE2): 20%
- 5.2.4 Informes de laboratorio (OE3): 15%

**Rendición de examen:** El examen final será rendido en forma escrita por aquellos alumnos con nota inferior a 4.0 (cuatro coma cero).

### 5.3 Exigencias de la asignatura:

Según lo establecido en la Circular N°06/2024-VRA y el Reglamento del Estudiante de pregrado de la Universidad de Antofagasta, la asistencia será obligatoria en un 75% de las actividades teóricas y 100% en actividades de talleres, laboratorio y/o prácticas. La justificación de las inasistencias está debidamente regulada por el Reglamento del Estudiante de Pregrado.

## 6. BIBLIOGRAFÍA

---

### 6.1 Bibliografía Básica

- 6.1.1. Bustamante, C. (2025). Guía de Laboratorio. Antofagasta, Chile: Universidad de Antofagasta.
- 6.1.2. Bustamante, C., Acuña, E., Tapia-Jopia, C. & Vargas-Caro, C. (2023). Actualización del Plan de Acción Nacional para la conservación y manejo de tiburones de Chile. Informe Final Proyecto del Fondo de Investigación Pesquera y de Acuicultura (FIPA N°2021-24). Universidad de Antofagasta.
- 6.1.3. Carrier, J. C., Musick, J. A., & Heithaus, M. R. (Eds.). (2004). Biology of sharks and their relatives. Boca Raton, FL: CRC Press.
- 6.1.4. Carrier, J. C., Musick, J. A., and Heithaus, M. R. (2010). Sharks and Their Relatives II. Boca Raton, FL: CRC Press.
- 6.1.5. Carrier, J. C., Musick, J. A., and Heithaus, M. R. (2012). Biology of sharks and their relatives, second edition. Boca Raton, FL: CRC Press.
- 6.1.6. Dulvy, N.K., et al. (2021). Overfishing drives over one-third of all sharks and rays toward a global extinction crisis. *Current Biology* 31(21), 4773–4787.
- 6.1.7. Ebert, D. A., Fowler, S. & Compagno, L. V. J. (2013). *Sharks of the World*. Plymouth, UK: Wild Nature Press.
- 6.1.8. Jabado, R.W., Morata, A.Z.A., Bennett, R.H., Finucci, B., Ellis, J.R., Fowler, S.L., Grant, M.I., Barbosa Martins, A.P., & Sinclair, S.L. (2024). The global status of sharks, rays, and chimaeras. Gland, Switzerland: IUCN.
- 6.1.9. Mouton, et al. (2025). Shortfalls in the protection of Important Shark and Ray Areas undermine shark conservation efforts in the Central and South American Pacific, *Marine Policy* 171, 106448.

- 6.1.10. Navia, A.F., et al. (2025). Unveiling Macroecological Patterns of Elasmobranchs in the Eastern Pacific Ocean. *Journal of Biogeography* 52, 323–349

## 6.2. Bibliografía Complementaria

- 6.2.1. Bustamante C, Vargas-Caro C, Bennett MB (2014) Biogeographic patterns in the cartilaginous fauna (Pisces: Elasmobranchii and Holocephali) in the southeast Pacific Ocean. *PeerJ* 2, e416.
- 6.2.2. Bustamante C, Vargas-Caro C, Bennett MB (2014b) Not all fish are equal: functional biodiversity of cartilaginous fishes (Elasmobranchii and Holocephali) in Chile. *Journal of Fish Biology* 85, 1617–1633.
- 6.2.3. Ferretti, F., Worm, B., Britten, G. L., Heithaus, M. R. & Lotze, H. K. (2010). Patterns and ecosystem consequences of shark declines in the ocean. *Ecology Letters* 13, 1055–1071.
- 6.2.4. Dulvy, N.K., et al. (2014). Extinction risk and conservation of the world's sharks and rays. *eLife* 3, e00590. Los estudiantes dispondrán de acceso a las revistas y libros depositados en la Biblioteca y a las revistas electrónicas suscritas por la Universidad de Antofagasta. Artículos científicos que se entregarán durante el semestre.

## 7. CRONOGRAMA

Semana	Fecha	Contenido
1	07/04/2025	Orígenes evolutivos y registro fósil
2	14/04/2025	Filogenia y sistemática // Laboratorio
3	21/04/2025	Adaptaciones morfológicas y funcionales // Laboratorio
4	28/04/2025	Hidrodinámica y estrategias de forrajeo
5	05/05/2025	Biología sensorial y estrategias reproductivas.
<b>6</b>	<b>12/05/2025</b>	<b>Primera prueba parcial</b>
7	19/05/2025	Distribución y selección de hábitat
8	26/05/2025	Pesquerías y amenazas // CCM 2025
9	02/06/2025	Semana de Salud Mental
10	09/06/2025	Ordenamiento pesquero
11	16/06/2025	Conservación y manejo pesquero: análisis de casos
12	23/06/2025	Conservación y manejo pesquero: presentaciones
<b>13</b>	<b>30/06/2025</b>	<b>Segunda prueba parcial</b>
14	07/07/2025	Genómica y transcriptómica // Semana de Los Tiburones
15	14/07/2025	Genómica y transcriptómica // Laboratorio
16	21/07/2025	Telemetría satelital y acústica para el monitoreo de tiburones
17	28/07/2025	Técnicas de muestreo y ética en la investigación
18	04/07/2025	Exámenes de primera oportunidad
19	11/07/2025	Exámenes de segunda oportunidad

## 8. OTROS

### 8.1 Evaluación y Resultados de Aprendizaje

El Artículo 39 establece que los estudiantes deben aprobar todos los resultados de aprendizaje de una asignatura, con un promedio igual o superior a 4,0, para aprobar la actividad académica. Los estudiantes que reprobren algún resultado de aprendizaje tienen derecho y obligación a realizar actividades de evaluación en primera y segunda oportunidad, siempre que hayan participado en evaluaciones parciales. La calificación final de la asignatura se calculará a partir del promedio de las calificaciones de cada resultado de aprendizaje. Si un estudiante aprueba la evaluación en segunda oportunidad, se le asignará un 4,0 en el resultado de aprendizaje no aprobado.

Si después de estas evaluaciones se reprobaba un resultado de aprendizaje, se reprobó la asignatura con la calificación más baja obtenida. No se aplicará este derecho de evaluación a asignaturas que requieran actividades pedagógicas colectivas, como prácticas grupales, donde no se pueda evaluar individualmente el logro de los resultados de aprendizaje. Esta excepción debe ser acordada por el comité de carrera y especificada en el programa de la asignatura.

## 8.2 Asistencia y justificaciones

Artículo 29: La asistencia a trabajos prácticos, laboratorios, prácticas e internados es obligatoria al 100% para todos los estudiantes. Se pueden justificar inasistencias por motivos de salud (a través del SEMDA) y situaciones especiales (cuidadores, maternidad, etc.) ante la Dirección de Desarrollo Estudiantil, registrándose como faltas justificadas. No se permiten justificaciones para inasistencias a clases regulares, salvo para evaluaciones programadas, que requieren respaldo en los plazos establecidos. La asistencia a clases teóricas debe ser del 75% mínimo, a menos que se estipule un porcentaje mayor en el programa de la asignatura. El incumplimiento conlleva la reprobación de la asignatura, reemplazando la nota final por un 2.0. Se considera atraso si el estudiante llega hasta 5 minutos tarde; después, se cuenta como inasistencia.

Artículo 30: Si un estudiante no asiste a una evaluación, recibirá la nota mínima (1.0), pero puede solicitar una reprogramación si justifica su inasistencia dentro de tres días hábiles. La evaluación reprogramada debe realizarse antes del final del semestre. Si falta al examen de primera oportunidad, será calificado con 1.0 y deberá presentarse al examen de segunda oportunidad; si no asiste a este último, también obtendrá 1.0.

## 8.3 Faltas Graves y Sanciones

Cualquier falta grave relacionada con copias, plagio en pruebas, evaluaciones o trabajos será sancionada de acuerdo con el [DECRETO EXENTO N° 955 \(23/08/2018\)](#), que regula el Procedimiento Disciplinar del Estudiante de Pregrado de la Universidad de Antofagasta.

La normativa y reglamentos pueden ser consultados en la Jefatura de Carrera.

Adicionalmente, algunos documentos relevantes están disponibles en los siguientes enlaces:  
<http://desarrollocurricular.uantof.cl/wp-content/uploads/2021/03/D.E.-N%C2%B0538-2018-REGLAMENTO-DEL-ESTUDIANTE-DE-PREGRADO-.pdf>

<http://desarrollocurricular.uantof.cl/wp-content/uploads/2021/03/Manual-del-Chungungo-Mechones-2021.pdf>

Enlace visación certificados SEMDA: <https://forms.office.com/r/m7RkCRphzp>

Documento : Programa de la Asignatura  
Tópicos avanzados en conservación de peces  
cartilagosos y sus aplicaciones biotecnológicas  
(IBFP10)  
Carrera : Ingeniería en Biotecnología  
Creado por : Instituto De Ciencias Naturales Alexander Von  
Humboldt  
Facultad : Facultad De Ciencias Del Mar y de Recursos Biológicos  
Visado por : Jefatura de la Carrera de Ingeniería en Biotecnología  
Autorizado por : 07/04/2025



Vinko Zadjelovic Varas  
Jefe de Carrera de Ingeniería en Biotecnología