

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SINALOA



FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR

**DOCTORADO EN CIENCIAS EN RECURSOS ACUÁTICOS**

**ELEMENTOS CURRICULARES DEL PROGRAMA EDUCATIVO**

MAZATLÁN, SINALOA A 14 DE JULIO DE 2020

## **DIRECTORIO**

**Dr. Juan Eulogio Guerra Liera**  
*Rector*

**Dr. Jesús Madueña Molina**  
*Secretario General*

**MC. Karla Margarita Guerrero Lizárraga**  
*Directora de Servicios Escolares*

**LAE y MA Manuel de Jesús Lara Salazar**  
*Srio. de Administración y Finanzas*

**Dr. Mario Nieves Soto**  
*Director General de Investigación y Posgrado*

**Dr. Jorge Saúl Ramírez Pérez**  
*Director de la Facultad de Ciencias del Mar (FACIMAR)*

**Dr. Luis Antonio Salcido Guevara**  
*Coordinador del Posgrado (FACIMAR)*

**Comisión Académica que participó en la actualización del Programa  
Educativo del Doctorado en Ciencias en Recursos Acuáticos**

**Comité Académico de Posgrado**

Dr. Jorge Saúl Ramírez Pérez

Dr. José Cristóbal Román

Dr. Raúl Pérez González

Dr. Luis Antonio Salcido Guevara

# Índice

1. Introducción.....	6
2. Justificación.....	9
2.1 Demanda previsible.....	14
2.2. Oportunidades laborales para egresados.....	15
3. Características del programa.....	16
3.1 Visión.....	17
3.2 Misión.....	18
3.3. Objetivo General.....	18
4. Perfiles.....	18
4.1 Perfil de ingreso.....	19
4.2 Perfil del egresado.....	19
5. Requisitos.....	20
5.1 Requisitos de ingreso.....	20
5.2 Requisitos de egreso y examen de grado.....	20
5.3. Requisitos de permanencia.....	21
6. Tiempo para la obtención del grado y eficiencia terminal.....	22
7. Descripción del plan de estudio y programa de estudio.....	23
7.1. Del plan y programa de estudios.....	24
7.2. De las líneas de investigación.....	25
8. Mapa curricular y estructura básica del plan de estudios.....	26
8.1. Los trabajos de investigación.....	28
8.2. Estructura curricular individual (ECI).....	28
8.3. Seminarios de investigación.....	28
8.4. Tópicos selectos.....	29
8.4.1. Actividades de libre elección.....	29
8.5. Examen predoctoral.....	30
8.6. Taller obligatorio.....	30
8.7. Artículo sometido.....	30
8.8. Defensa de tesis.....	31
8.9. Créditos totales.....	31
9. Opciones de cursos optativos por línea de investigación.....	31
10. Núcleo Académico Básico y Profesores de Apoyo.....	31
11. Proporción profesores-alumnos.....	33
12. Trabajo colegiado del comité tutorial del programa.....	33
12.1 Dedicación del Comité en relación con cada estudiante.....	35
12.2. Soporte de los Cuerpos Académicos.....	35
13. Actualización académica.....	36
14. Personal de apoyo.....	36
15. Proyectos de investigación.....	37
16. Vinculación: convenios de colaboración con otras instituciones.....	37
16.1 Nacionales.....	37
16.2 Internacionales.....	39
17. Infraestructura.....	39
18. Recursos Financieros: Ingresos y Egresos.....	40
18.1. Apoyo institucional.....	41
18.2. Financiamiento extraordinario.....	41
19. Fundamentación de las líneas de investigación.....	42
19.1. Línea 1: Desarrollo de sistemas para la producción sustentable de organismos acuáticos.....	42
19.2. Línea 2: Manejo sustentable de ambientes costeros.....	53
19.3. Línea 3: Aprovechamiento sustentable de recursos pesqueros.....	71
ANEXOS.....	76

A1. PROGRAMAS DE LOS CURSOS QUE OFERTA EL PROGRAMA DE POSGRADO EN RECURSOS ACUÁTICOS.....	77
A2. CURSOS OPTATIVOS PARA LAS 3 LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN.....	83
A3. PROFESORES DE APOYO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR.....	270
A4. PROFESORES INVITADOS.....	271

## **1. Introducción**

En el año de 1970 se creó la Escuela de Ciencias del Mar (ECM) de la Universidad Autónoma de Sinaloa, ofertando la carrera de Biólogo Pesquero con un programa semestral de estudio de cinco años. La justificación y enfoque de la carrera continúan siendo en esencia los mismos, la formación de recursos humanos con alta calidad para desempeñarse en la evaluación, uso y producción sostenible y responsable de los recursos acuáticos, así como en la protección de los ecosistemas costeros.

A mediados de 1980 inició el desarrollo de la acuicultura en el Estado de Sinaloa, por lo cual la ECM creó en 1989 la Licenciatura en Biología Acuícola, mientras que para el 22 de julio de 1992, con la colaboración del Instituto Nacional de Pesca, el H. Consejo Universitario aprobó la Maestría en Ciencia Pesquera, favoreciendo con ello la creación de la Facultad de Ciencias del Mar (FACIMAR). En 1994 el programa de Maestría se acotó a dos líneas terminales, Biología Pesquera y Acuicultura. En 1995, se reformuló el plan de estudios con el objeto de reducir el número de créditos de los cursos básicos y optativos, pasando de 120 que se tenían se redujo a 94 créditos, favoreciendo con ello un incremento en el índice de titulación.

Actualmente, la Universidad Autónoma de Sinaloa (UAS) se encuentra ubicada por su cobertura como la tercera Universidad más grande del país. Esto se debe a las acciones implementadas en el Plan de Desarrollo Institucional Consolidación Global 2021 por la actual administración, las cuales están encaminadas a la transformación de la universidad, haciendo eficientes los procesos de gestión y académicos, buscando que los programas educativos sean reconocidos tanto en el ámbito nacional como internacional, contribuyendo con ello al desarrollo del Estado y del país.

En este contexto, la FACIMAR como parte de la Universidad Autónoma de Sinaloa, está coadyuvando en la formación de recursos humanos del alto nivel capaces de generar nuevo conocimiento científico y tecnológico que permitan desarrollar estrategias innovadoras que incrementen, entre otras

cosas, la producción de alimentos de alto valor nutricional y sanitario requeridos por la población; todo lo anterior en un marco de desarrollo sustentable que permita la conservación de los recursos naturales, principalmente en las regiones subtropicales de México.

Actualmente, la FACIMAR cuenta con suficientes espacios habilitados para la formación de recursos humanos de alto nivel académico, así como de una renovada planta de profesores e investigadores; los cuales están conformados en Cuerpos Académicos (tres consolidados) con Líneas de Generación y Aplicación del Conocimiento (LGAC) en el ámbito pesquero, acuícola y de gestión de zona costera.

Esto permite a la FACIMAR posicionarse en la vanguardia del conocimiento de los Recursos Acuáticos y Manejo de Ambientes Costeros a través de la oferta educativa de sus programas académicos, tanto a nivel de licenciatura y posgrado, así como de sus proyectos de investigación. Aunado a lo anterior, la FACIMAR cuenta con diversos convenios de colaboración e intercambios con instituciones y universidades, tanto nacionales como extranjeras, facilitando con ello que estudiantes, profesores e investigadores puedan realizar estancias académicas y de investigación.

En este contexto, la FACIMAR replantea su oferta de posgrado y crea en 2008 la Maestría en Recursos Acuáticos con tres áreas terminales: Manejo de zona costera, Biología pesquera y Acuicultura. Recientemente, este posgrado fue evaluado como programa en desarrollo por el PNP-CONACYT en el marco de la convocatoria 2016. Sin embargo, se pretende que los estudiantes tengan opción de obtener el doctorado por lo que se ha planteado el presente programa como continuación del programa de maestría (tal como se prevé en los lineamientos de CONACYT) ya que en esencia cuenta con las mismas líneas de investigación, el mismo núcleo académico básico, pero con el nivel de doctorado. Este programa de doctorado es creado de acuerdo al plan estratégico que se ha trazado la Universidad y que se resume en los siguientes tres puntos:

1. Reordenar la oferta del posgrado, de acuerdo con los lineamientos considerados por el Programa Nacional de Posgrado de Calidad del CONACYT.
2. Inscribir un número significativo de posgrados de las distintas áreas del conocimiento en el Programa Nacional de Posgrados con Calidad de CONACYT.
3. Agrupar la oferta actual de posgrado en un modelo que integre las seis áreas del conocimiento y se diversifique en la entidad tomando en cuenta la potencialidad que aseguren su desarrollo.

Por todo lo anterior, es que la dirección de FACIMAR de la Universidad Autónoma de Sinaloa retoma el reto que implica aspirar, conducir y mantener un programa educativo de Doctorado con los mayores estándares de calidad, para que sea reconocido tanto a nivel nacional como internacional.

El presente programa de Doctorado, en apego a los lineamientos de CONACYT, se estructuró como programa de continuación de la Maestría en Recursos Acuáticos. Y en sentido estricto es una continuidad que la formación de la FACIMAR ofrece a sus estudiantes ya que a nivel de licenciatura se ofertan las carreras de Biólogo Pesquero, Biólogo Acuicultor y Gestor de la Zona Costera.

El programa de **Doctorado en Ciencias en Recursos Acuáticos** y el de Maestría en Recursos Acuáticos conforman un programa integral de posgrado, tal como se establece en los Artículos 6º y 16º del reglamento de Posgrado de la Universidad Autónoma de Sinaloa. Esta integralidad permite se comparta: Planta académica (Núcleo Académico Básico), Modelo pedagógico (integración de grupos de ambos programas en cursos optativos, talleres y actividades académicas extracurriculares, flexibilidad y énfasis multidisciplinar), Nomenclatura, Líneas de Generación y Aplicación del Conocimiento (LGAC), infraestructura y espacios de trabajo (laboratorios, centros de cómputo, unidades administrativas), y el Comité Académico del Posgrado, órgano colegiado que es la máxima instancia en los programas de posgrado, en atención al Artículo 27º del Reglamento de Posgrado.

Esta integralidad permite que los cursos ofrecidos puedan ser tomados por alumnos de ambos niveles, desarrollar su trabajo de Tesis o integrarse en grupos de trabajo dando continuidad a los proyectos de investigación al pasar de la maestría al doctorado.

El tránsito de la maestría al doctorado sólo es posible después de obtener el grado de maestría, para lo cual deberá de aprobar el examen de tesis, tal como se establece en el Artículo 71º del reglamento referido, por lo tanto, las y los egresados de maestría que aspiren a cursar el programa de doctorado deberán realizar el proceso de selección y admisión al igual que los aspirantes externos, ofreciendo las mismas oportunidades de ser seleccionados.

## **2. Justificación**

La producción mundial de pescado ha alcanzado unos 179 millones de toneladas en 2018 con un valor total de primera venta estimado de 401 000 millones de USD, de los cuales 82 millones de toneladas, por valor de 250 000 millones de USD procedieron de la producción acuícola. Del total general, 156 millones de toneladas se destinaron al consumo humano, lo que equivale a un suministro anual estimado de 20.5 kg per cápita. Los 22 millones de toneladas restantes se destinaron a usos no alimentarios, principalmente para la producción de harina y aceite de pescado.

La acuicultura representó el 45% de la producción total y el 52% del pescado para el consumo humano. En 2018, la producción mundial de la pesca de captura alcanzó una cifra récord de 96.4 millones de toneladas, lo que supone un aumento del 5.4% con respecto al promedio de los tres años anteriores. Dicho aumento fue impulsado principalmente por la pesca de captura marina, cuya producción aumentó de 81.2 millones de toneladas en 2017 a 84.4 millones de toneladas en 2018.

En términos generales, más del 75% de las poblaciones de peces a nivel mundial están siendo explotadas en sus máximos rendimientos sostenibles o incluso están siendo sobreexplotadas, la tendencia a largo plazo

en la pesca de captura total a nivel mundial se ha mantenido relativamente estable desde finales de la década 1980, con capturas que fluctúan generalmente entre 86 millones de toneladas y 93 millones de toneladas por año, sin embargo, en 2018, la producción mundial total de la pesca de captura alcanzó el nivel más alto jamás registrado, con 86.4 millones de toneladas, lo que supone un aumento del 5.4% con respecto al promedio de los tres años anteriores (FAO, 2020).

En lo que respecta a la acuicultura, según las estadísticas mundiales más recientes recopiladas por la FAO, la producción acuícola mundial alcanzó otro récord histórico de 114.5 millones de toneladas de peso vivo en 2018, con un valor total de venta de 253 600 millones de USD. La producción total consistió en 82.1 millones de toneladas de animales acuáticos (250 100 millones de USD), 32.4 millones de toneladas de algas acuáticas (13 300 millones de USD) y 26 000 toneladas de conchas marinas ornamentales y perlas (179 000 USD).

En 2018, la cría de animales acuáticos estuvo dominada por los peces de aleta (54.3 millones de toneladas, 139 700 millones de USD), procedentes de la acuicultura continental (47 millones de toneladas, 104 300 millones de USD), así como la acuicultura marina y costera (7,3 millones de toneladas, 35 400 millones de USD). Después de los peces de aleta se ubican los moluscos (1,7 millones de toneladas, 34 600 millones de USD) (principalmente bivalvos), crustáceos (9,4 millones de toneladas, 69 300 millones de USD), invertebrados marinos (435 400 toneladas, 2000 millones de USD), tortugas acuáticas (370 000 toneladas, 3500 millones USD) y ranas (131 300 toneladas, 997 millones USD). La producción acuícola mundial de animales acuáticos cultivados creció, en promedio, un 5.3% anual en el periodo de 2001-2018, mientras que el crecimiento fue solo el 4% en 2017 y del 3.2% en 2018.

En lo que respecta a México, cuenta con un potencial enorme en el ámbito pesquero y acuícola, ya que tiene alrededor de 10 000 km de litoral, 1.3 millones de hectáreas de agua epicontinental y 1475 millones de hectáreas

de lagunas costeras. Particularmente, el Estado de Sinaloa cuenta con una extensión litoral de 656 km, tiene más de 57 000 hectáreas de aguas continentales, y es la segunda entidad (después de Nayarit) con mayor superficie de lagunas costeras, lo cual lo ubica como uno de los Estados con mayor potencial pesquero y acuícola. Sin embargo, el sector pesquero y acuícola tienen problemas particulares y grandes retos para hacer más eficiente la producción, industrialización y comercialización de los productos marinos. Dentro de los principales problemas que actualmente tiene la pesca en México se encuentran: pesquerías sobreexplotadas, exceso de capacidad pesquera, modificación severa de ecosistemas, captura incidental, deterioro de hábitat, contaminación, sobreesfuerzo pesquero, falta de apoyo técnico y financiero, flota excedente y caduca, falta de control y vigilancia, así como deficiencias en la ordenación de las pesquerías.

A pesar de ello y de acuerdo con información oficial, México aporta el 2% de la producción pesquera y acuícola mundial, esto le permite situarse dentro de los veinte países con mayor producción pesquera y el tercero en América Latina. A partir de 1980, la producción pesquera se ha estabilizado en alrededor de 1.4 millones de toneladas en promedio. Las principales especies que sostienen la producción pesquera en México son: sardina, atún y similares, camarón, calamar, mojarra, ostión, carpa y tiburón. De esta producción, el 66 % de la captura se obtiene en el Pacífico nororiental, el 20% en el Golfo de México, el 9% en el Pacífico tropical y el 3% en el Mar Caribe. Con base en lo anterior, la zona más productiva en recursos pesqueros corresponde al litoral del Océano Pacífico, en donde sólo cuatro Estados (Sonora, Sinaloa, Baja California y Baja California Sur) aportan aproximadamente dos tercios de la producción nacional pesquera y acuícola. De acuerdo con la Carta Nacional Pesquera, el 71% de los stocks explotados están en máximo rendimiento o explotación plena, el 15% en deterioro por sobreexplotación y el 13% presentan potencial de expansión de las capturas.

En lo que se refiere a la acuicultura y a pesar de que en México es una actividad que ya tiene operando desde mediados de 1980, aún existen

algunos problemas con el diseño, construcción y operación de las granjas; sin embargo, los distintos grupos sociales que han invertido en esta actividad presentan importantes avances que les han permitido obtener buenos márgenes de rentabilidad en distintos tipos de cultivo. Las dificultades encontradas en la operación se deben principalmente a 4 aspectos: 1) carencia en el abastecimiento continuo de semilla, 2) optimización en el uso de alimento balanceado y calidad del mismo, 3) personal capacitado para la actividad y 4) fuente de financiamiento y crédito, siendo factores que ocasionan estancamiento y dificultad en el desarrollo y consolidación de esta importante actividad humana y económica.

Esto es evidente en la falta de sistematización de la camaronicultura, que es precisamente la industria más desarrollada en este sector; ya que aún se siguen repitiendo errores en el diseño, construcción y operación de las granjas acuícolas, por lo que debería de existir mayor interés y el establecimiento de canales adecuados, así como de la formación de recursos humanos altamente capacitados, para difundir las limitaciones y los avances de la acuicultura en México.

Por otro lado, se reconoce que son insuficientes los recursos humanos para coadyuvar el desarrollo científico y tecnológico de la actividad pesquera y acuícola, debido a que en el país son relativamente pocas las universidades, institutos y centros de investigación que preparan profesionistas en estas áreas, y en los cuales se imparten principalmente cursos a nivel técnico y licenciatura y en pocos casos a nivel de posgrado (Tabla 1).

Es pertinente señalar que son pocos los programas de posgrado relacionados con el estudio de los recursos acuáticos con potencial pesquero y acuícola; ya que los que existen, estudian aspectos generales relacionados con biología, oceanografía, taxonomía, genética y ecología de recursos acuáticos y en el mejor de los casos con evaluación y manejo sustentable de recursos marinos. Por lo que actividades relacionadas con la producción y aprovechamiento sustentable y responsable se estudian de manera general, ya que no abordan aspectos como la sanidad, nutrición, mejoramiento

genético, desarrollo y aplicación del avance tecnológico, etc.

**Tabla 1. Universidades, Institutos y Centros de Investigación en el País que ofertan programas de posgrado en las áreas de pesquerías, acuicultura y manejo de recursos acuáticos y zona costera.**

Institución	Programa	Ciudad sede
Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C.	Maestría y Doctorado en Manejo Ambiental	Mazatlán, Sinaloa
Universidad Nacional Autónoma de México	Maestría y Doctorado en Ciencias del Mar y Limnología	Mazatlán, Sinaloa
Instituto Politécnico Nacional-Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional	Maestría en Conservación y Aprovechamiento de Recursos Naturales	Guasave, Sinaloa
Instituto Politécnico Nacional-Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional	Doctorado en Biotecnología	Guasave, Sinaloa
Universidad de Sonora	Maestría y Doctorado en Biociencias en las Áreas de Acuicultura, Biotecnología de Recursos Naturales y Ecología Costera.	Hermosillo, Sonora
Universidad de Sonora-Departamento de Investigación Científica y Tecnológica de la Universidad de Sonora	Maestría en Ciencias en Acuicultura	Hermosillo, Sonora
Universidad Autónoma de Nayarit	Maestría y Doctorado en Ciencias Biológico Agropecuarias en Ciencias Pesqueras	Tepic Nayarit
Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada B.C.	Maestría y Doctorado en Ciencias en Ecología Marina	Ensenada, B.C.
Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada B.C.	Maestría y doctorado en ciencias en acuicultura	Ensenada, B. C.
Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada B.C.	Maestría y doctorado en ciencias de la vida	Ensenada, B. C.
Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada B.C.	Maestría y Doctorado en Ciencias en Oceanografía Física	Ensenada, B.C.
Universidad Autónoma de Baja California	Maestría y Doctorado en Ciencias en Oceanografía Costera	Ensenada, B.C.
Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN	Maestría y Doctorado en la Especialidad de Biología Marina	Mérida, Yucatán
Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S.C.	Maestría y Doctorado en Ciencias en el Uso, Manejo y Preservación de los Recursos Naturales	La Paz, B.C.S.
Universidad Autónoma de Baja California Sur	Especialidad, Maestría y Doctorado en Ciencias Marinas y Costeras	La Paz, B.C.S.
Instituto Politécnico Nacional-Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas	Maestría en Ciencias en Manejo de Recursos Marinos	La Paz, B.C.S.
Instituto Politécnico Nacional- Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional	Doctorado en Ciencias Marinas	La Paz, B.C.S.

Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. (CIBNOR), Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas – IPN y la Universidad Marista de Mérida	Doctorado en Ciencias en Bioeconomía Pesquera y Acuícola.	La Paz, B.C.S.
Instituto Politécnico Nacional-Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas	Especialidad en Gestión de Ambientes Costeros	La Paz, B.C.S.
Universidad del Mar	Maestría y Doctorado en Ciencias en Ecología Marina	Puerto Ángel, Oaxaca
Instituto Politécnico Nacional-Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional	Doctorado en Ciencias en Conservación y Aprovechamiento de Recursos Naturales	Oaxaca, Oaxaca
Instituto Tecnológico de Boca del Río	Maestría en Acuicultura	Boca del Río, Veracruz
Universidad Autónoma de Nuevo León	Maestría y Doctorado en Nutrición y Tecnología de Alimentos para Organismos Acuáticos	Monterrey, Nuevo León
Universidad Veracruzana	Maestría y Doctorado en Ecología y Pesquerías	Tuxpan y Veracruz, Veracruz

## 2.1 Demanda previsible

La demanda de estudios de posgrado en las áreas de recursos acuáticos en el entorno regional encuentra sustento en las orientaciones que la SEP (Secretaría de Educación Pública) expresa a las instituciones de educación superior y que señalan como tarea relevante la ampliación de su oferta de posgrado, los cuales se espera que contribuyan tanto a la formación de recursos humanos con un alto nivel de competencia que satisfaga la demanda de los sectores productivos, además de coadyuvar la generación y aplicación de conocimientos innovadores cuyos resultados mejoren sustancialmente el entorno de la región y nivel nacional.

Es en esta perspectiva, fue desarrollado el programa de Doctorado en Ciencias en Recursos Acuáticos de la Facultad de Ciencias del Mar. Es importante destacar que esta Facultad tiene una amplia trayectoria (50 años) en la formación de recursos humanos, formando tanto licenciados en biología pesquera, acuícola, y gestores de zona costera, así como también desde en la formación de maestros en ciencias en las áreas terminales de pesquerías, acuicultura y de manejo de zona costera.

A la fecha se han titulado un total de 77 Maestros en Ciencias, encontrándose actualmente en proceso de formación dos generaciones más

con 32 estudiantes y 6 generaciones con 12 alumnos rezagados. Adicionalmente, existen otras instituciones de educación superior que actualmente están formando profesionales con el grado de maestría cuyo perfil permite también ser considerados como posibles aspirantes a ingresar al presente programa de doctorado.

Lo anterior ha sido considerado por la Facultad de Ciencias del Mar y se ha propuesto como tareas prioritarias generar y desarrollar actividades inherentes a la investigación y al posgrado reconociendo que son piezas fundamentales en la formación de recursos humanos de alto nivel que dispongan de conocimientos científicos y tecnológicos relacionados con la producción y aprovechamiento de especies acuáticas, así como la prospección, manejo y conservación sustentable de las pesquerías, las cuales mantienen el firme propósito de coadyuvar en la solución de la problemática que vive el sector pesquero y acuícola, tanto del estado de Sinaloa como del resto del país.

## **2.2. Oportunidades laborales para egresados**

Los egresados del programa de Doctorado en Ciencias en Recursos Acuáticos podrán desempeñarse en cualquiera de las áreas que involucren a las ciencias pesqueras acuícolas y de manejo de zona costera, los cuales contarán con el más alto nivel de conocimientos y habilidades que les permitirán desarrollarse en la investigación y docencia, en las áreas de producción e innovación, tanto de los sectores públicos y privados.

Dentro de los programas PFCE 2019-2020 se plantea la necesidad de responder a demandas regionales en materia de investigación y desarrollo tecnológico pesquero, acuícola y protección al ambiente. La Facultad de Ciencias del Mar cuenta como antecedente directo, dos programas educativos certificados, tanto a nivel de licenciatura como de maestría, los cuales están diseñados en las áreas de Pesquerías, Acuicultura y Manejo de Zona Costera. La Maestría en Ciencias en Recursos Acuáticos, perteneciente al PNPC, responde a las necesidades de continuidad en la formación de recursos humanos altamente calificados para desarrollar investigación en el ámbito de

la ciencia y tecnología, tanto pesquera como acuícola en la región noreste del país. Por lo tanto, en congruencia y continuidad con los programas antes mencionados, se planteó la creación del programa de doctorado, el cual integra la filosofía universitaria en la formación de recursos humanos de alto nivel.

El programa de doctorado que se presenta, se diseñó por un equipo multidisciplinario de especialistas de la FACIMAR, apoyados en la creación del primer plan de estudios por profesores del Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste (CIBNOR), y ahora con la capacidad académica y la planta docente habilitada, se presenta una reforma a este plan de estudios donde se integran las capacidades del Núcleo Académico Básico. Se tomaron en cuenta las opiniones y sugerencias de profesores e investigadores de otras instituciones nacionales de prestigio, así como su experiencia en sus programas de posgrado a nivel doctorado, manteniendo en todo momento la congruencia con las políticas educativas de la SEP, así como lo establecido en el Plan de Desarrollo Institucional de la Universidad Autónoma de Sinaloa (Plan de Desarrollo Consolidación Global 2021).

### **3. Características del programa**

**Nombre del programa:**

DOCTORADO EN CIENCIAS EN RECURSOS ACUÁTICOS

**Grado que se otorga:**

DOCTOR (A) EN CIENCIAS EN RECURSOS ACUÁTICOS

**Orientación del programa:**

PROGRAMA DE DOCTORADO CON ORIENTACIÓN A LA INVESTIGACIÓN

**DES de Adscripción:**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SINALOA – FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR

**Total de Créditos incluida la Tesis:**

## 232 CRÉDITOS

### **Programa de continuación al de:**

#### PROGRAMA INTEGRAL EN CIENCIAS EN RECURSOS ACUÁTICOS

El programa de Maestría en Ciencias en Recursos Acuáticos y el Doctorado en Ciencias en Recursos Acuáticos conforman un programa integral de posgrado, como se establece en los Artículos 6° y 16° del reglamento de Posgrado de la Universidad Autónoma de Sinaloa. Esta integralidad permite se comparta: Planta académica (Núcleo Académico Básico), Modelo pedagógico (integración de grupos de ambos programas en cursos optativos, talleres y actividades académicas extracurriculares, flexibilidad y énfasis multidisciplinar), Nomenclatura, Líneas de Generación y Aplicación del Conocimiento (LGAC), infraestructura y espacios de trabajo (laboratorios, centros de cómputo, unidades administrativas), y el Comité Académico del Posgrado, órgano colegiado que es la máxima instancia en los programas de posgrado, en atención al Artículo 27° del Reglamento de Posgrado.

Esta integralidad permite que los cursos ofrecidos puedan ser tomados por alumnos de ambos niveles, desarrollar su trabajo de Tesis o integrarse en grupos de trabajo dando continuidad a los proyectos de investigación al pasar de la maestría al doctorado.

El tránsito de la maestría al doctorado solo es posible después de obtener el grado de maestría, para lo cual deberá de aprobar el examen de tesis, tal como se establece en el Artículo 71° del reglamento referido, por lo tanto, las y los egresados de maestría que aspiren a cursar el programa de doctorado deberán realizar el proceso de selección y admisión al igual que los aspirantes externos, lo que favorece el principio de equidad entre los aspirantes.

### **3.1 Visión**

En el ámbito de la globalización, se pretende aplicar estrategias y políticas en el posgrado para que en el futuro inmediato se consolide como un programa de calidad y pertinente a las necesidades del sector pesquero y acuícola regional y nacional, comprometido con el uso responsable y sustentable de los

recursos acuáticos y la protección al ambiente, de tal manera que en el corto plazo se incorpore al circuito científico nacional e internacional.

### **3.2 Misión**

Formar recursos humanos de alto nivel, apoyados en un Núcleo Académico Básico, en los Cuerpos Académicos, Redes y grupos de investigación; los cuales posean los últimos conocimientos en el ámbito científico y tecnológico para que sean capaces de responder a las necesidades del sector pesquero y acuícola de manera responsable y siempre comprometida con la sustentabilidad y protección al ambiente. Promover, diseñar, desarrollar, innovar y aplicar investigación para generar nuevo conocimiento de acuerdo con la evolución de las necesidades del sector pesquero y acuícola a nivel regional, nacional e internacional. Asimismo, generar en los posgraduados, con un amplio conocimiento relacionado con la importancia del adecuado uso, manejo, protección y restauración de la zona costera y los ambientes acuáticos.

### **3.3. Objetivo General**

Formar individuos de alto nivel académico, capacitados para participar en el análisis, adaptación e incorporación a la práctica de los avances inherentes a la actividad pesquera, acuícola y gestión ambiental de los ecosistemas relacionados con dichas actividades productivas. Asimismo, que sean capaces de involucrarse en actividades de investigación encauzadas al conocimiento del uso, manejo, aprovechamiento responsable, sustentable y de conservación de los recursos acuáticos, además de ser capaces de dar respuesta a las necesidades sociales del entorno y contribuir al desarrollo científico del Estado de Sinaloa y del país.

## **4. Perfiles**

Con el propósito de lograr una eficiencia terminal superior al promedio nacional en este nivel educativo, como asegurar que el posgraduado de

doctorado tenga éxito en el desarrollo eficiente de sus actividades académicas y de investigación, se han definido los siguientes perfiles para el ingreso y egreso al programa.

#### **4.1 Perfil de ingreso**

- Demostrar a través de documentos probatorios, pertenecer en su formación y trayectoria académica al ámbito de las ciencias naturales y/o exactas afines a los objetivos del programa.
- Presentar proyectos de interés institucional y social que se inscriban con toda claridad en las líneas de investigación en que se sustenta el programa de Doctorado.
- Compromiso del candidato a dedicar tiempo completo a las actividades inherentes del Doctorado.
- El candidato deberá tener una actitud de superación personal, espíritu de trabajo, de colaboración en su formación académica y de disposición interdisciplinario. Además deberá mantener un espíritu de responsabilidad, constancia y disciplina para el trabajo académico.
- El candidato deberá de demostrar en todo momento, capacidad de análisis de problemas, así como tener habilidad para plantear soluciones en áreas relacionadas con a las ciencias naturales y exactas.

#### **4.2 Perfil del egresado**

El egresado del Doctorado en Ciencias en Recursos Acuáticos tendrá la capacidad de participar en la elaboración de proyectos de investigación relacionados con la actividad pesquera, acuícola y manejo costero inherentes a la producción, aprovechamiento y protección sustentable de los recursos acuáticos. Contará con los fundamentos técnicos y metodológicos en el ámbito de la investigación de estos sistemas productivos para generar conocimientos sobre la biología de los recursos, su extracción y su cultivo, así como para brindar asesoría técnico-científica a los sectores académico, social, gubernamental o productivo, en el adecuado desarrollo y gestión de los

procesos de la actividad relacionada en sus diferentes líneas de investigación para coadyuvar al uso sustentable y responsable de los recursos acuáticos. El (la) Doctor (a) en Ciencias en Recursos Acuáticos podrá participar en el análisis, adaptación e incorporación a la práctica de los avances científicos y tecnológicos de las diferentes ciencias marinas para fortalecer el desarrollo nacional pesquero y acuícola, así como la administración de la zona costera.

## **5. Requisitos**

### **5.1 Requisitos de ingreso**

- Certificado de estudios completo de licenciatura y maestría de áreas de ciencias naturales y exactas afines al programa, con promedio general de 80 puntos base 100 o su equivalente, según la escala en la que fueron emitidos.
- Constancia oficial y/o título de licenciatura y grado de maestría.
- Dos cartas de recomendación de profesores y/o investigadores reconocidos en el área de recursos acuáticos.
- Presentar por escrito un anteproyecto de investigación, en el cual se detallen: título de la propuesta, introducción, justificación de la investigación, marco teórico, hipótesis de trabajo, objetivos, materiales y métodos, calendario de actividades y referencias bibliográficas.
- Mostrar conocimientos del idioma inglés a través de un examen de lectura y comprensión de textos.
- Presentar el EXANI III del CENEVAL.
- Firmar carta compromiso de dedicación de tiempo completo y exclusivo al programa de doctorado.
- Entrevista con el comité de evaluación de ingreso al programa.

### **5.2 Requisitos de egreso y examen de grado**

- Certificado de estudios completos, original o constancia, que acredite haber concluido el plan de estudios correspondiente.

- Evidencias de tener un artículo científico aceptado y uno sometido para su publicación en revista científica reconocida (arbitrada e indizada en el SCI o padrón de revistas de excelencia del CONACYT).
- Carta del interesado donde solicite por escrito la concesión del examen de grado.
- Contar con los votos aprobatorios de la tesis por el Comité Tutorial.
- Entregar al Coordinador del programa el número de copias requeridas de la tesis (impresas y una copia en formato electrónico).
- Cubrir los demás requisitos administrativos de la UAS.

Una vez finalizado el examen, el jurado, a través de su Secretario, notificará al Coordinador del Programa de Posgrado el resultado del examen de grado, que tendrá uno de los siguientes resultados: 1) Aprobado o 2) Reprobado. En caso de resultar reprobado, el alumno podrá solicitar al Comité Académico de Posgrado, por única ocasión, un nuevo examen de grado. Este examen podrá realizarse en un plazo no mayor a doce meses, siempre y cuando esté dentro de los límites de permanencia. Para esto deberá realizar nuevamente todo el procedimiento para el examen de grado indicado en esta normatividad.

### **5.3. Requisitos de permanencia**

- Cubrir los requisitos administrativos y pago de derechos correspondientes. Los alumnos que se encuentren cursando el programa deberán efectuar el trámite de reinscripción en los periodos que indique la coordinación de posgrado. Para completar este trámite es requisito que el alumno haya cubierto los pagos correspondientes, o perderá su calidad de alumno regular del programa.
- El alumno que repruebe un seminario de investigación será dado de baja del programa.
- El alumno deberá aprobar el Examen Predoctoral dentro del periodo de duración del programa, quedando bajo responsabilidad del Director de Tesis, asumir el fallo del Comité Predoctoral y emitir la calificación en el

Trabajo de Investigación correspondiente al semestre de aplicación de dicho examen.

- Los avances del proyecto de investigación serán evaluados en los seminarios de investigación, los cuales deberán presentarse obligatoriamente cada semestre de forma oral y escrita ante el comité tutorial correspondiente, que emitirá la calificación, así como las observaciones o recomendaciones específicas para su corrección, en caso necesario.
- El tiempo máximo de permanencia será como se indica en la Tabla 2.

**Tabla 2. Duración y tiempo máximo de permanencia en el Doctorado en Recursos Acuáticos de la Facultad de Ciencias del Mar.**

Nivel	Duración del plan de estudios (años)	Tiempo máximo de permanencia (años)
Doctorado	4	5

- Los alumnos deberán haber obtenido el total de los créditos requeridos y haber aprobado el Examen de Grado antes del tiempo máximo de permanencia, en caso contrario causarán baja del programa.
- El alumno deberá inscribirse anualmente y cubrir los derechos correspondientes cada semestre hasta que se gradúe, sin rebasar el periodo máximo de permanencia del programa (ver Tabla 1).
- Los casos no contemplados en los puntos anteriores serán resueltos por el Comité Académico del Posgrado.

## **6. Tiempo para la obtención del grado y eficiencia terminal**

El Programa de Doctorado en Ciencias en Recursos Acuáticos se propone de tal manera que el alumno lo curse y se gradúe en un tiempo máximo de cinco años, argumentando que la Facultad de Ciencias del Mar cuenta con un núcleo base de 15 investigadores con doctorado, todos excepto uno (~93%), pertenecientes al Sistema Nacional de Investigadores (SNI). El total de ellos

están organizados en 4 Cuerpos Académicos que realizan investigación básica y aplicada. Asimismo, se cuenta con Laboratorios Generales y de Investigación con equipamiento especializado, así como acceso a bases de datos donde se puede obtener bibliografía especializada en las áreas de interés del programa educativo. Lo anterior permite establecer como meta, alcanzar al menos un 80% de eficiencia terminal.

## **7. Descripción del plan de estudio y programa de estudio**

A nivel mundial existe un consenso de que la protección del medio ambiente acuático tanto continental como marino es una de las condiciones esenciales para garantizar el aprovechamiento responsable de sus recursos. Esta prioridad ha sido expresada prácticamente en todos los foros regionales e internacionales que en los últimos años se han realizado sobre el ambiente en general, incluyendo el cambio climático y sus efectos sobre los medios acuáticos. El objetivo principal de dichas iniciativas es el aprovechamiento de los recursos acuáticos y el desarrollo de la acuicultura de manera sustentable, sin olvidar la protección ambiental y el desarrollo económico y social. Es en este contexto que la FACIMAR de la UAS, a través del Plan y Programa de Estudios del Doctorado en Ciencias en Recursos Acuáticos, pretende orientar sus actividades de Investigación y Formación de Recursos Humanos de Alta Calidad.

El estudiante podrá desarrollar su Estructura Curricular Individual (ECI) con el apoyo del comité tutorial previamente establecido y de su particular interés, que puede ser en el área de aprovechamiento sustentable de recursos pesqueros, organismos acuáticos y manejo de ambientes costeros.

El Posgrado en Ciencias en Recursos Acuáticos se fundamenta a partir de planes de estudio de posgrado por investigación y en la incorporación de las líneas de generación y aplicación de conocimiento de los cuerpos académicos del Núcleo Académico Básico, que está conformado por profesores e investigadores de la Facultad de Ciencias del Mar de la Universidad Autónoma de Sinaloa.

## **7.1. Del plan y programa de estudios**

Los principales aspectos del presente programa están orientados hacia la investigación como mecanismo para establecer las bases de la capacitación científica y técnica, fundamentadas en el desarrollo de líneas bien definidas para atender problemas actuales en el ámbito regional, nacional e internacional, entre los que se pueden citar: a) Desarrollo de sistemas y biotecnologías que permitan una producción sustentable de organismos acuáticos, b) Proponer mecanismos para la gestión en la administración de los recursos pesqueros, considerando los avances tecnológicos para la adquisición de información, así como el uso de nuevas tecnologías para evitar daños ambientales y disminuir y aprovechar la fauna de acompañamiento y c) Evaluación del impacto de la actividad humana sobre el ambiente acuático y zona costera.

Así, el programa que se presenta tiene un enfoque en la formación de recursos humanos de alto nivel competitivo para realizar trabajos de investigación, así como para la aplicación innovadora del conocimiento científico y tecnológico mediante el desarrollo de proyectos que coadyuven a la solución de problemas identificados en el sector acuícola, pesquero y en general en el ambiente acuático, además de que le permita una actualización y desarrollo permanente de nuevos conocimientos.

Los aspectos académicos del modelo curricular presentan como principales características:

- 1) Presentar un contenido equilibrado entre actividades teóricas y prácticas, desde la incorporación del estudiante al programa donde participe simultáneamente en los cursos obligatorios y optativos, así como directamente en los proyectos de investigación en curso.
- 2) Atender tres campos del conocimiento (acuicultura, manejo de zona costera y pesquerías) orientados al aprovechamiento de los recursos acuáticos de manera responsable y sustentable.
- 3) Contar con una estructura flexible y con apertura y motivación a la movilidad estudiantil entre programas de posgrado de áreas afines que

permite la complementariedad disciplinaria, técnica o analítica según se requiera en beneficio de la formación integral del estudiante.

- 4) Promover el trabajo interdisciplinario e interinstitucional.
- 5) Establecer como prioridad el fortalecimiento del proceso de formación de investigadores, incorporándolos en proyectos de investigación a cargo de los profesores-investigadores internos o externos del posgrado.
- 6) Contar con una planta docente cuya base está constituida por investigadores de la FACIMAR-UAS y por profesores del CIBNOR que trabajarán como investigadores de apoyo y que forman parte del cuerpo de tutores en el programa de posgrado de aquella institución.
- 7) Ofrecer una atención personalizada durante toda la estancia en el posgrado por parte de un profesor-investigador mediante un sistema de Tutorías.

## **7.2. De las líneas de investigación**

La investigación y desarrollo de estas líneas se realizan permanentemente por el personal docente adscrito al posgrado y con la participación de los estudiantes. Estas se hacen con base en la pertinencia de las mismas y enfocadas al contexto regional, nacional e internacional en ese orden de importancia. Las líneas de investigación que ofrece el programa de doctorado son tres y se considerarán varios ejes temáticos que permitirán abordar por los estudiantes diversos proyectos de investigación y/o de desarrollo tecnológico.

Las características relevantes de las líneas de investigación que se realizan dentro del posgrado son:

### **Línea 1: Desarrollo de Sistemas para la Producción Sustentable de Organismos Acuáticos**

- Sistemas de producción acuícola
- Producción de cultivos de apoyo (microalgas, rotíferos, artemia y copépodos)
- Nutrición, fisiología, sanidad y genética de organismos acuáticos
- Biotecnología de productos acuícolas.

## **Línea 2: Manejo Sustentable de Ambientes Costeros**

- Conservación, recuperación y/o mejoramiento de los procesos geomorfológicos, ecológicos y la biodiversidad en ambientes costeros, considerando los aspectos educativos, económicos, sociales y jurídicos.
- Conflictos y su manejo integrado en ambientes costeros.
- Vulnerabilidad y mitigación de los ambientes costeros ante eventos naturales y antropogénicos.
- Investigación interdisciplinaria para el desarrollo sostenible en los ambientes costeros.

## **Línea 3: Aprovechamiento Sustentable de Recursos Pesqueros**

- Uso responsable de las pesquerías bajo los principios de manejo precautorio, co-manejo, manejo adaptativo y compensatorio.
- Evaluación del estado actual de las pesquerías.
- Conocimiento en los recursos potencialmente pescables.
- Participación en el diseño de políticas, estrategias e instrumentos en el manejo de actividades pesqueras bajo los principios de sustentabilidad.

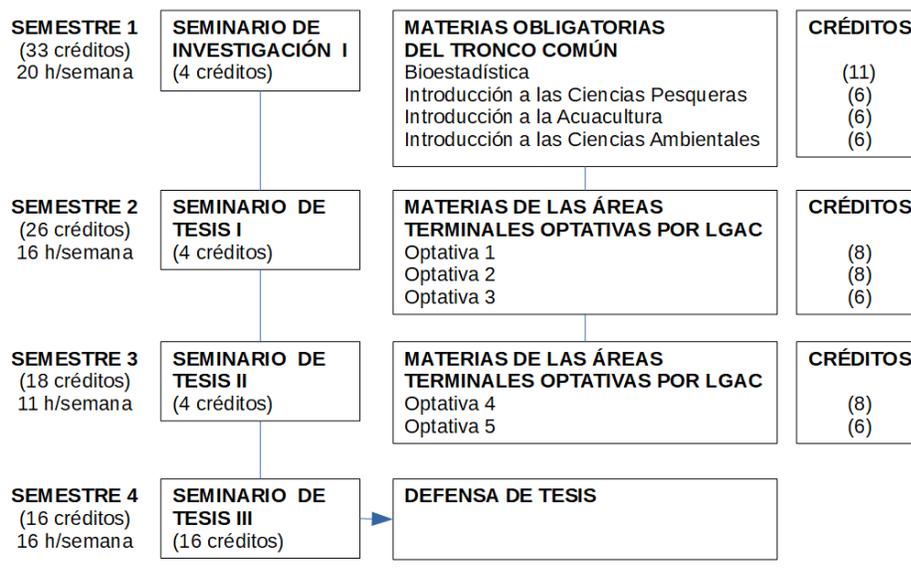
## **8. Mapa curricular y estructura básica del plan de estudios**

El mapa curricular o plan de estudios está organizado en 8 semestres, en los cuales están establecidos el trabajo de investigación, integración de comité tutorial y ECI, exámenes predoctoral y final y defensa de tesis, así como las fechas límite en que deben de enviar los artículos científicos para su publicación.

## ESTRUCTURA BASICA DEL PLAN DE ESTUDIOS

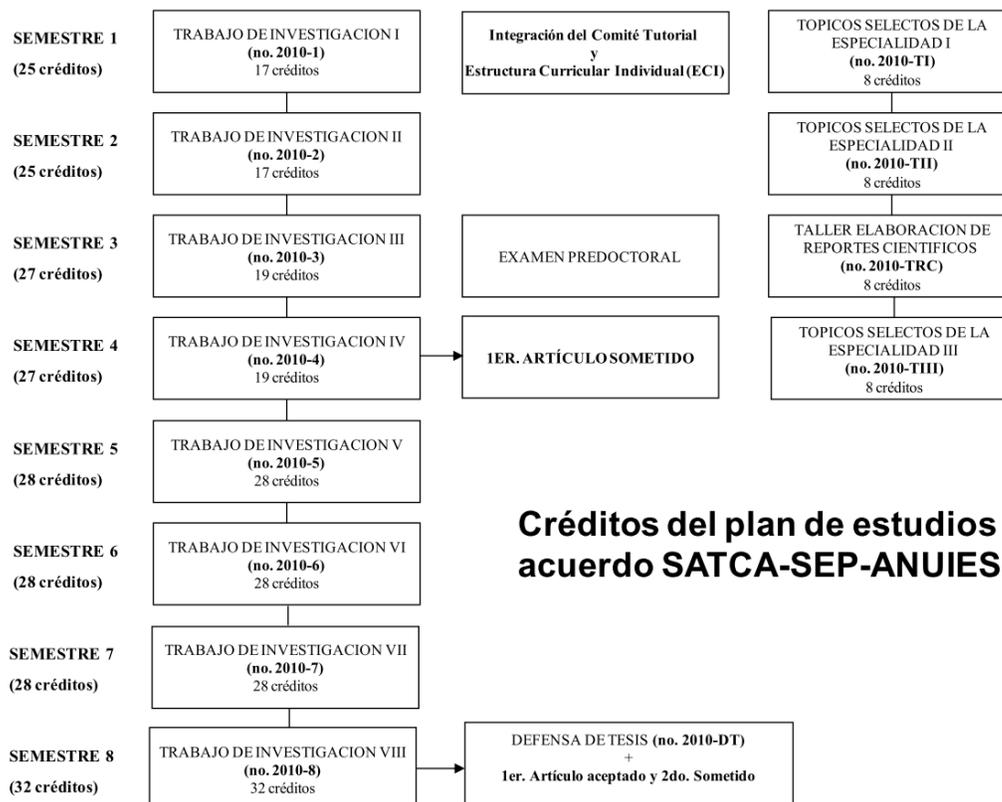
### Programa de Maestría FACIMAR-UAS

**TOTAL DE CRÉDITOS: 93**



### Programa de Doctorado FACIMAR-UAS

**TOTAL DE CRÉDITOS: 232**



**Créditos del plan de estudios según acuerdo SATCA-SEP-ANUIES (2007)**

### **8.1. Los trabajos de investigación**

Son actividades predominantemente prácticas, con trabajo de gabinete y campo, donde el alumno diseñará, planeará y desarrollará su proyecto de tesis. No son asignaturas presenciales, pero están ligados a semestres. Por su naturaleza, los trabajos de investigación son seriados, de tal forma que el estudiante que no acredite algún seminario será dado de baja. Se ha contemplado que durante el primer semestre el alumno desarrolle un protocolo de investigación y su estructura curricular individual (ECI). La ECI se elaborará en conjunto con el alumno y el comité tutorial y deberá ser aprobado y firmado por todo el comité y avalado por el coordinador del programa de posgrado como requisito para inscribirse al segundo semestre. Durante los siguientes semestres realizará el trabajo de investigación, redacción de los manuscritos de artículos científicos y tesis de grado. El número de horas totales, teóricas y prácticas (créditos) varía dependiendo del semestre que se trate (ver mapa curricular).

### **8.2. Estructura curricular individual (ECI)**

La ECI es el conjunto de actividades académicas y de investigación que asignará el comité tutorial al alumno y éste deberá cumplir ya sea en la Universidad y/o en otras instituciones de investigación nacional o extranjera. Para la elaboración de la ECI se tomará en cuenta la experiencia del estudiante en los cursos y grados obtenidos con anterioridad y los lineamientos señalados en el plan de estudios de doctorado, en este se marcarán los créditos totales mismos que no deberán ser menores a 232 y el comité tutorial vigilará su cumplimiento. La ECI se elaborará a más tardar al finalizar el primer semestre.

### **8.3. Seminarios de investigación**

Al término de cada semestre, el alumno presentará los avances del proyecto de investigación, los cuales serán evaluados en los seminarios de investigación. Deberán presentarse obligatoriamente en forma oral y escrita

ante el comité tutorial del alumno, que emitirá la calificación, así como las observaciones o recomendaciones específicas para su corrección, en caso necesario.

#### **8.4. Tópicos selectos**

Los tópicos selectos son actividades que a juicio del comité tutorial debe cumplir el alumno para complementar su formación. Estos consistirán de cursos o estancias de investigación que el estudiante realizará ya sea dentro de la misma universidad o en instituciones de investigación y educación superior nacionales o extranjeras. La actividad deberá cubrir el número de horas prácticas o teóricas que le permitan tener una equivalencia mínima de 8 créditos. La actividad está orientada a la complementación de la formación académica del estudiante coadyuvando al desarrollo de ciertas habilidades como la presentación de proyectos de investigación y la redacción de artículos científicos.

##### **8.4.1. Actividades de libre elección**

En actividades de libre elección a lo largo del programa, el alumno deberá cumplir con 12 créditos, incorporando para ello en su estructura curricular individual algunas de las siguientes actividades. La primera publicación en revista indizada que es obligatoria permite sumar 8 créditos a dichas actividades.

- a) Asistencia a evento académico nacional (créditos: 2).
- b) Asistencia a evento académico internacional (créditos: 3).
- c) Ponencia en evento académico nacional (créditos: 4).
- d) Ponencia en evento académico internacional (créditos: 6).
- e) Publicación en revista indizada (créditos: 8).
- f) Publicación en revista arbitrada no indizada (créditos: 4).
- g) Publicación en un medio de difusión arbitrado (créditos: 3).
- h) Asistencia a evento académico congresos, talleres, etc. (créditos: 1).
- i) Estancias de investigación o de intercambio dentro y fuera del país (créditos: 5).

- j) Colaboración en investigación con los docentes del programa (créditos: 3).
- k) Participación en proyectos de investigación o de mejora continua (créditos: 4).
- l) Organización de eventos académicos relacionados con el programa. (créditos: 2).

### **8.5. Examen predoctoral**

El examen predoctoral tiene como objetivo evaluar el grado de avance del estudiante, su manejo de los conceptos teóricos y metodológicos relacionados con su investigación y posibilidades de obtener el grado en el plazo previsto por el programa de doctorado. El examen consiste en la presentación oral y escrita de los avances de la tesis del estudiante ante un jurado que le formulará preguntas tanto de su tesis como con los temas de su disciplina. El Examen Predoctoral podrá aplicarse a partir del tercer semestre y hasta el octavo semestre. Dicho jurado emitirá un fallo de aprobado o no aprobado.

### **8.6. Taller obligatorio**

Este taller capacitará al estudiante en la elaboración de reportes científicos, el cual será impartido en el tercer semestre para facilitar al estudiante la elaboración de su primer artículo científico, producto de su investigación, y someterlo para su publicación en el cuarto semestre.

### **8.7. Artículo sometido**

Como requisito para la obtención del grado se requiere que el alumno cuente con un artículo aceptado y uno sometido, por lo que el requisito es que el primer artículo sea sometido antes de finalizar el cuarto semestre para asegurar su aceptación y eventual publicación antes del egreso durante el octavo semestre. Durante este mismo semestre se deberá someter un segundo artículo ya que el requisito es que antes de egresar cuente con otro artículo al menos en calidad de sometido. Esta actividad es un requisito que no otorga créditos.

## **8.8. Defensa de tesis**

Como evento final para la obtención del grado el alumno deberá defender su tesis ante los sinodales nombrados por la coordinación de posgrado y que deberá estar integrado por cinco investigadores con el grado de doctor. Esta actividad es un requisito que no otorga créditos.

## **8.9. Créditos totales**

El programa está planteado para que el alumno cubra un mínimo de 232 créditos de actividades académicas teóricas y prácticas. Los créditos en cada semestre son variables dependiendo de las actividades que realizará el alumno, quedando de la siguiente manera: Para el primer y segundo semestre la cantidad de créditos son 25 en cada uno de ellos. En el tercero y cuarto se cubrirán 27 créditos en cada uno. Los semestres quinto, sexto y séptimo se deben cubrir 28 créditos en cada uno y finalmente durante el octavo semestre el alumno debe cubrir 32 créditos, dando un total de 232 créditos.

## **9. Opciones de cursos optativos por línea de investigación**

Las opciones para cubrir los tópicos selectos por línea de investigación se describen ampliamente en el anexo A2. Estos cursos no se limitan a esta oferta descrita en el anexo anterior, sino que el estudiante, en conjunto con su comité tutorial, podrá seleccionar cursos que se oferten en otras instituciones de educación e investigación nacionales o extranjeras.

## **10. Núcleo Académico Básico y Profesores de Apoyo**

Se cuenta con una planta académica de 15 profesores con doctorado, los cuales formarán parte del núcleo básico (Tabla 3). Es importante mencionar que el 100% de los profesores del núcleo básico pertenecen al Sistema Nacional de Investigadores (SNI), la mayoría de ellos están en el nivel 1. Lo anterior cumple con los requerimientos estipulados en la convocatoria del

PNPC del CONACYT para posgrados en desarrollo. Así como se cuenta con el apoyo de profesores de la misma FACIMAR que conforme a las necesidades del posgrado se van incorporando al núcleo académico básico del programa de doctorado (Anexo A3).

Además del convenio con el CIBNOR existe un grupo de investigadores que han apoyado al posgrado desde la etapa de maestría por lo que se contemplan como profesores de apoyo en esta etapa de doctorado (ver anexos).

**Tabla 3. Núcleo Académico Básico que sustenta el programa de Doctorado en Ciencias en Recursos Acuáticos**

Nombre	Categ.	Grado	Nivel SNI	LGAC	UA
Dr. José Antonio Estrada Godínez	PITC	Doctor	-	1	FACIMAR
Dr. Mario Nieves Soto	PITC	Doctor	1	1	FACIMAR
Dr. Miguel Ángel Hurtado Oliva	PITC	Doctor	1	1	FACIMAR
Dra. Mercedes Marlene Manzano Sarabia	PITC	Doctora	1	2	FACIMAR
Dra. Carmen Cristina Osuna Martínez	PITC	Doctora	C	2	FACIMAR
Dr. Martín Gabriel Frías Espericueta	PITC	Doctor	3	2	FACIMAR
Dr. Emigdio Marín Enríquez	Cátedra CONACYT	Doctor	1	3	FACIMAR
Dr. Jorge Saúl Ramírez Pérez	PITC	Doctor	1	3	FACIMAR
Dr. Juan Fernando Márquez Farías	PITC	Doctor	1	3	FACIMAR
Dr. Juan Francisco Arzola González	PITC	Doctor	C	3	FACIMAR
Dr. Luis Antonio Salcido Guevara	PITC	Doctor	1	3	FACIMAR
Dr. Raúl Pérez González	PITC	Doctor	1	3	FACIMAR
Dra. Laura Rebeca Jimenez Gutiérrez	Cátedra CONACYT	Doctora	C	3	FACIMAR
Dra. Ofelia Escobar Sanchez	Cátedra CONACYT	Doctora	1	3	FACIMAR
Dra. Rebeca Sánchez Cárdenas	PITC	Doctora	C	3	FACIMAR

Línea 1: Desarrollo de sistemas para la producción sustentable de organismos acuáticos

Línea 2: Manejo sustentable de ambientes costeros

Línea 3: Aprovechamiento sustentable de recursos pesqueros

**Tabla 4. Profesores del CIBNOR que apoyarán el Doctorado en Ciencias en Recursos Acuáticos**

Nombre	Categ.	Grado	Nivel SNI	LGAC	UA
Jorge E. Chávez Villalba	ITA	Doctor	I	1	CIBNOR
Luis Felipe Beltrán	ITB	Doctor	II	2	CIBNOR
José A. Arreola Lizárraga	ITA	Doctor	I	2	CIBNOR
Luis Brito Castillo	ITA	Doctor	I	2	CIBNOR
César A. Salinas Zavala	ITC	Doctor	II	3	CIBNOR
Eugenio A. Aragón Noriega	ITB	Doctor	II	3	CIBNOR
Enrique Morales Bojorquez	ITA	Doctor	I	3	CIBNOR

Línea 1: Desarrollo de sistemas para la producción sustentable de organismos acuáticos

Línea 2: Manejo sustentable de ambientes costeros

Línea 3: Aprovechamiento sustentable de recursos pesqueros

## 11. Proporción profesores-alumnos

Proporción máxima de alumnos por profesor-investigador del núcleo básico. El profesor-investigador podrá dirigir hasta un máximo de 3 estudiantes de doctorado de manera simultánea.

## 12. Trabajo colegiado del comité tutorial del programa

El comité tutorial del alumno estará compuesto por al menos 5 doctores del área afín del programa doctoral y al menos uno de ellos fungirá como director de tesis y en su caso, por dos co-directores, el resto de los integrantes son los cotutores. Este comité debe integrarse en el transcurso del primer semestre. El comité tutorial tendrá bajo su responsabilidad la asesoría del estudiante para la integración del proyecto de tesis, así como el desarrollo y conclusión del trabajo de investigación, la integración del documento final y la elaboración del artículo científico, para asegurar con ello la obtención de grado del estudiante. El Comité Académico de Posgrado se reunirá semestralmente, después de la exposición de los avances de protocolos de tesis, para hacer las valoraciones del grado de avance en el proceso formativo de los estudiantes y en su caso, hacer las recomendaciones pertinentes para la adecuada operación del programa integral de posgrado.

Se entiende por Director de Tesis al miembro del personal académico responsable de la dirección de las actividades académicas del alumno y por Comité de Tutores al cuerpo colegiado encargado de la supervisión del desarrollo de la Estructura Curricular Individual del alumno. El Director de Tesis deberá ser miembro vigente del Núcleo Académico Básico (NAB). El resto del Comité preferentemente deberá estar integrado por miembros del NAB y en caso de que alguno no pertenezca al NAB debe ser miembro vigente del SNI. El comité deberá contar por lo menos con un miembro externo al programa.

En el caso de que por afinidad al tema que el estudiante aborda, si el Director de Tesis no pertenece al NAB deberá pertenecer al SNI y contar con un Co-Director miembro vigente del NAB.

Son obligaciones de los Directores de Tesis las siguientes:

- a) Proporcionar al estudiante los medios necesarios para el desarrollo del tema propuesto.
- b) Proponer, junto con el estudiante, a los miembros del Comité Tutorial.
- c) Hacer del conocimiento a la Coordinación de Posgrado de la FACIMAR, el tema de tesis y el contenido de la misma.
- d) Estar presente en seminarios, presentaciones y participaciones académicas del estudiante, en especial en el seminario de exposición del tema de tesis.
- e) Proponer junto con su estudiante, la fecha del examen predoctoral.
- f) Orientar al estudiante en el proceso de publicación de sus resultados.
- g) Asesorar al estudiante por medio de consultas periódicas.
- h) Leer y revisar el escrito del trabajo de tesis y recomendar las modificaciones pertinentes.
- i) Proponer junto con su estudiante, la fecha del examen de la defensa de tesis.

Se entiende por tutor al investigador con el grado de doctor que apoya al director de tesis en la orientación y designación de actividades académicas que el alumno debe cumplir para satisfacer los requisitos de grado. Podrán formar parte del comité tutorial profesores investigadores tanto de la

Universidad como de otra institución nacional y extranjera que cuenten con el grado de doctor, siendo nacionales preferentemente miembros del SNI, y que además cumplan los requisitos previstos en el reglamento de posgrado de la FACIMAR.

El Comité de Tutores tendrá las funciones siguientes:

- a) Aprobar la Estructura Curricular Individual del alumno.
- b) Asesorar el trabajo de investigación del alumno.
- c) Evaluar y aprobar semestralmente el avance de la ECI del alumno.
- d) Determinar, en su caso, si el alumno de Doctorado está preparado para optar por el grado.
- e) Proponer la integración del Jurado de examen predoctoral y de grado.

### **12.1 Dedicación del Comité en relación con cada estudiante**

El profesor destinará un mínimo de seis horas/semana/mes de atención personalizada a los estudiantes bajo tutoría.

### **12.2. Soporte de los Cuerpos Académicos**

El programa de posgrado será soportado inicialmente por el trabajo docente y de investigación de los cuerpos académicos de la FACIMAR de la Universidad Autónoma de Sinaloa. Estos cuerpos académicos desarrollan trabajo de investigación asociado a líneas de investigación que dan sustento a las áreas prioritarias del programa de posgrado. Otros cuerpos académicos de la UAS podrán ser incorporados al programa cuando sus líneas de generación y aplicación del conocimiento tengan orientación adecuada al programa y cumplan con los requisitos de personal e infraestructura que se requiere.

Las líneas de generación y aplicación de conocimiento que forman parte de la FACIMAR de la Universidad Autónoma de Sinaloa son:

- Línea 1: Desarrollo De Sistemas Para La Producción Sustentable De Organismos Acuáticos.
- Línea 2: Manejo Sustentable De Ambientes Costeros.
- Línea 3: Aprovechamiento Sustentable De Recursos Pesqueros.

Las características de estas líneas así como su pertinencia y estado del arte están descritas más adelante en la sección 19.

Los cuerpos académicos (CA) que apoyan a estas líneas son:

- CA Ecofisiología y Cultivo de Organismos Acuáticos (Consolidado)
- CA Manejo de Recursos Pesqueros (Consolidado)
- CA Química ambiental de Ecosistemas Costeros (En Consolidación)
- CA Biotecnología Acuícola Sustentable (Consolidado).
- CA Desarrollo Sustentable en Ambientes Acuáticos (En Consolidación).
- CA Gestión de las Zonas Costeras (En Formación).

### **13. Actualización académica**

La actualización académica del Núcleo Académico Básico contempla el apoyo a PTC para la asistencia a congresos académicos nacionales e internacionales en calidad de ponentes; el desarrollo de seminarios de actualización sobre temáticas relacionados con las LGAC, cursos-talleres para la elaboración de manuscritos científicos para publicación en revistas arbitradas de alto impacto, invitación de profesores de otras IES como profesores visitantes, estancias internacionales de profesores del núcleo académico básico, así como de colaboradores, entre otras actividades de carácter científico.

### **14. Personal de apoyo**

Se cuenta con el apoyo de personal administrativo y de intendencia, técnicos académicos y auxiliares de investigación en las áreas de apoyo a los procesos académicos, tales como: control escolar, biblioteca, centros de cómputo, laboratorios, áreas experimentales, fotocopiado, etc.

## 15. Proyectos de investigación

De 2015 a 2020 se han desarrollado en la FACIMAR alrededor de 34 proyectos con financiamiento interno y externo.

No. de proyectos	Fuente de financiamiento
Nacional:	
3	CONACYT Ciencia Básica
2	CONACYT atención a problemas Nacionales
2	CONACYT Equipamiento e infraestructura
1	CONACYT Equipamiento Catedráticos
1	PRODEP-SEP, Redes de investigación CA's
1	CONAPESCA-UAS
Interinstitucional:	
2	CONABIO-UAS
20	PROFAPI-Universidad Autónoma de Sinaloa
1	Gobierno del Estado de Sinaloa
1	Diatomex, S de RL de CV- UAS

## 16. Vinculación: convenios de colaboración con otras instituciones

### 16.1 Nacionales

1. Asociación de Egresados de Ciencias del Mar A.C. (LA AECMAR).
2. Sociedad Cooperativa de Producción y Comercialización de Productores del Mar de Teacapán S.C. de R.L.
3. Sociedad Cooperativa de Producción Acuícola Ejidal la Zarca Ejido Ceuta II, Opio de Elota Sinaloa.
4. Federación de Cooperativas unidas al progreso del Estado de Nayarit "Lázaro Cárdenas" S.C. de R. L. de C.V.
5. Sociedades Cooperativas de Producción Pesquera que operan en la presa "Gustavo Díaz Ordaz".
6. Sociedad Cooperativa de R.L. de C.V. "Tilapia la Mojarra".
7. Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera "Pueblo Nuevo Zoquititán" S.C.L.

8. Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera “El Norote” S.C.L.
9. Gobierno Local H. Ayuntamiento de Elota Sinaloa.
10. Gobierno Estatal de Sinaloa, Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca (2 convenios).
11. Gobierno Estatal de Sinaloa, Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología CECYT (2 convenios).
12. Gobierno Estatal de Sinaloa. Fondo Mixto de Fomento a la Investigación Científica y Tecnológica (2 convenios).
13. Gobierno Estatal de Nayarit. Secretaría de Desarrollo Rural (2 convenios).
14. Gobierno Federal SAGARPA-CONAPESCA (2 convenios).
15. Gobierno Federal CONAPESCA (7 Convenios).
16. Gobierno Federal SEMARNAT. Instituto Nacional de Ecología (INE).
17. Desarrollo Integral de Bacurato S.A. de C.V.
18. Ston Island. Development S.de R.L. de C.V.
19. Promotora Piscícola Sinaloense.
20. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM. Unidad Académica Mazatlán.
21. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. (CIBNOR).
22. Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, Unidad Mazatlán (CIAD).
23. Instituto Tecnológico de Mazatlán, S.E.P.
24. Centro Regional de Investigaciones Pesqueras, Unidad Mazatlán (CRIP).
25. Universidad Autónoma de Colima, Universidad Autónoma de Nayarit, Universidad Autónoma de Guadalajara y Universidad Autónoma de Aguascalientes (Posgrado Interinstitucional en Ciencias Pecuarias y Marinas).
26. Centro de Investigaciones Científicas y de Educación Superior de Ensenada, B.C. (CICESE).
27. Universidad del Mar de Puerto Ángel, Oaxaca.
28. Comisión Nacional de Pesca y Acuicultura.

29. Comité Sistema Producto Tilapia, Sinaloa, A.C.
30. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO).
31. Instituto Sinaloense de Acuacultura y Pesca (ISAPESCA).

## **16.2 Internacionales**

1. Universidad Católica de Chile.
2. World Wildlife Fund Inc. (WWF).
3. Universidad de Alicante, España.
4. Fundación Kristoph Vanhouten Romer, Colombia.
5. UAS-TEXAS A & M University Corpus Christi.
6. Universidad Austral de Chile, UACH.

## **17. Infraestructura**

La Facultad de Ciencias del Mar cuenta con biblioteca con acervo especializado para el posgrado, centro de cómputo, auditorio, cafetería, cubículos individuales para cada profesor, área experimental acuícola, cuatro embarcaciones pequeñas (pangas) y un yate para prácticas y salidas de campo, así como seis laboratorios de uso común y 14 para el desarrollo de proyectos de investigación que servirán como apoyo para las necesidades del posgrado. Los laboratorios de uso común son: Química, Biología, Acuacultura, Producción de poslarvas, Biología pesquera y Oceanografía. Los laboratorios donde se llevan tareas de investigación son: Microalgas, Botánica Acuática, Toxicología, Manejo de la Zona Costera, Ictiología, Limnología y Pesquerías en Agua Dulce, Unidad Acuícola Experimental de Agua Dulce, Camaronicultura y Piscicultura, Ecofisiología de Organismos Acuáticos, Programa de Langosta, Estudios Ambientales, Invertebrados y Ecología del Bentos, Ecología de Pesquerías y Nutrición Acuícola.

Recientemente se modernizó la infraestructura de los laboratorios de Biología Pesquera, Acuacultura, Botánica Acuática, Programa langosta, Sistemas de Integración de Información de los Recursos Naturales, Estudios

Camaronícolas, Microalgas, Invertebrados y Ecología del Bentos con apoyo de tres proyectos aprobados por la SEP. Asimismo, de las convocatorias de los PIFI se han obtenido alrededor de 25 millones de pesos, entre los diversos cuerpos académicos.

El posgrado cuenta con un edificio en el cual se imparten las clases, cubículos para estudiantes, sala audiovisual, un espacio para centro de cómputo y biblioteca, sala de juntas, sala de espera y oficina para la coordinación.

### 18. Recursos Financieros: Ingresos y Egresos

Se tiene contemplado como recursos financieros para la operación del programa de doctorado el cobro de una cuota de inscripción semestral de \$500.00 y una cuota por semestre de \$2,500.00 pesos por estudiante. Adicionalmente, se contará con diversas fuentes de financiamiento de proyectos de investigación (ver Tabla 5).

**Tabla 5. Recursos Financieros Esperados para la Operación del Programa de Doctorado en Recursos Acuáticos.**

Ingresos	Promedios esperados para la operación de 2020		
Concepto	Monto unitario	Estudiantes	Monto global/año
Cuota de inscripción y cuota semestral de Doctorado	\$6,000.00/año	10	\$60,000.00
<b>Financiamiento por proyectos</b>			
PROFAPI	\$ 80,000.00/año	13	\$1'040,000.00
CECyT	\$ 60,000.00/año	12	\$720,000.00
FOMIX	\$ 450,000.00/año	5	\$2'250,000.00
CONACYT	\$ 1'200,000.00/3	3	\$1'200,000.00

	años		
Fundación PRODUCE	\$ 250,000.00/año	4	\$1'000,000.00
PIFI	\$ 6,000,000.00/año	1	\$6'000,000.00
Total Ingresos			\$12'270,000.00

### 18.1. Apoyo institucional

La institución aportará los salarios de los investigadores y la infraestructura administrativa y de investigación.

### 18.2. Financiamiento extraordinario

Financiamiento vía proyectos de investigación, convenios de colaboración con sectores productivos, fondos extraordinarios en el marco del PIFI y otros fondos de fomento al posgrado y la investigación.

**Tabla 6. Gastos de operación esperados del programa de Doctorado en Ciencias en Recursos Acuáticos.**

Egresos	Promedios esperados para la operación de 2020		
Concepto	Monto unitario (\$)	<i>n</i>	Monto global/año
Papelería y equipo de oficina	\$ 64,000.00	-	\$ 64,000.00
Movilidad de estudiantes y profesores a congresos nacionales	\$ 5,000.00	10	\$ 50,000.00
Trabajo de tesis	\$ 150,000.00	10	\$ 1,500,000.00
Movilidad internacional de estudiantes y profesores	\$ 40,000.00	5	\$ 200,000.00
Actividades de investigación extra a las de	\$ 25,000.00	10	\$ 250,000.00

tesis			
Mantenimiento de acervo	-	-	\$ 800,000.00
Mantenimiento y obtención de equipo para investigación y fortalecimiento de áreas experimentales	-	-	\$ 7'238,000.00
Mejoramiento de equipo de cómputo y audiovisual			\$383,000
Gastos de publicación	\$ 5,000.00	10	\$ 50,000.00
Total			\$ 10'535,000.00

## **19. Fundamentación de las líneas de investigación**

### **19.1. Línea 1: Desarrollo de sistemas para la producción sustentable de organismos acuáticos**

#### **Descripción de la línea**

La línea Acuicultura tiene como finalidad la generación y aplicación de conocimientos sobre los diversos aspectos que involucra la producción de organismos acuáticos en sus distintos niveles de técnicos para proponer nuevas biotecnias, procesos, estrategias de manejo, materias primas y tecnologías innovadoras que permitan la generación, optimización y desarrollo sustentable de los procesos involucrados en la actividad acuícola.

#### **Estado del arte**

El confinamiento de organismos acuáticos para su cosecha en el tiempo más apropiado es casi tan antiguo como las civilización humana, como resulta por un bajorrelieve egipcio de hace unos 5,500 años y un escrito chino de unos 20 siglos más tarde, además que por varios registros posteriores (Wheaton, 1982; Pillay, 1997). Por otra parte, la acuicultura a gran escala es un suceso reciente y ha tenido un gran auge solamente en las últimas décadas, con un

crecimiento que sobrepasa ampliamente a los otros rubros de producción de alimento (Currie, 2000; Ferlin y La Croix, 2000).

Por ejemplo, durante las tres décadas comprendidas entre los años 1970 y el 2000 la pesca y la ganadería crecieron con tasas promedio anuales de 1.4% y 2.8%, respectivamente, mientras que se estimó que el incremento promedio anual de la producción por acuicultura osciló entre el 8.9 y el 9.2% (Tacon, 2003; FAO, 2002).

Es innegable que en la última década la acuicultura ha jugado un papel preponderante en el incremento de la producción de alimentos y de proteínas de origen animal a nivel mundial, contribuyendo con esto a la seguridad alimenticia, al alivio de la pobreza y al bienestar rural, además que a la generación de divisas y de empleos tanto directos como indirectos en muchos países subdesarrollados (FAO, 2003; Halwart *et al.*, 2003; Subasinghe, 2003). Sin embargo, todavía queda mucho por hacer para que la acuicultura pueda alcanzar el mismo nivel de desarrollo que tienen la agricultura y las demás industrias agropecuarias, debido a que en la actualidad todavía tiene que enfrentar a varios retos como el diagnóstico y el control de enfermedades, la selección de especies o variedades y su domesticación, el desarrollo de alimentos apropiados y de mecanismos de alimentación, el manejo de la calidad de agua, entre otros (Subasinghe *et al.*, 2003).

En contraste a los sistemas de cultivo terrestres, en los cuales la producción está basada sobre un número limitado de especies animales y vegetales, las granjas acuícolas reportaron en el año 2000 el cultivo de 210 especies, de las cuales 131 son de peces, 42 de moluscos, 27 de crustáceos, 8 de plantas, 1 de anfibio y 1 de reptiles y esta cifra podría ser todavía mayor, pues aproximadamente el 21.2% de la producción total no fue reportada a nivel de especie (Tacon, 2003).

La producción total global en el 2000 por cultivos acuáticos fue de 45.71 millones de toneladas métricas; de éstas, el 50.3% corresponde a la producción por cultivos marinos, 45.1% a los de agua dulce y 4.6% a los de agua salobre. Los peces contribuyen a este total con el 50.4%, los moluscos con el 23.5%, las plantas con el 22.2%, los crustáceos con el 3.6% y los otros

grupos con el 0.3% restante. El crecimiento de la producción de los cuatro grupos principales en este mismo año con respecto al anterior fueron de 6.8% para los crustáceos, 6.7 para los peces, 6.1 para las plantas acuáticas y 5.8% para los moluscos (Tacon, 2003).

Sin embargo, todavía existe dependencia de organismos silvestres para la obtención de semilla de diversos tipos de cultivo, mismos que no se encuentran disponibles todo el año y cuando lo están sus cantidades son inferiores a la demanda de las granjas. Además, hay que considerar los conflictos que se generaron con los operadores del sector pesquero, que al ver disminuidas sus capturas señalaron como responsables a los recolectores de larvas o reproductores silvestres (Acosta Castañeda, 1997). A estos problemas se suma la aparición y proliferación de varias enfermedades, entre las cuales destacan las sufridas por la industria camaronícola en años recientes.

Con el surgimiento y desarrollo de laboratorios comerciales productores de semillas para los cultivos acuícolas, la disponibilidad de semilla para la industria del camarón, por ejemplo, llegó casi al 100% y actualmente solo se capturan reproductores de poblaciones silvestres para un manejo genético adecuado de las poblaciones en cultivo, debido a que se buscan líneas genéticas seleccionadas que se produzcan en laboratorios especializados y se crían en sistemas de cultivo altamente controlados.

Aún cuando en los laboratorios las larvas se cultivan en ambientes controlados, éstos no están exentos de problemas relacionados con la calidad de agua y con el tipo y la cantidad de alimento que se proporciona a los reproductores y a las larvas en sus diferentes estadios, que son factores críticos para la viabilidad de los huevos de los primeros y para la sobrevivencia y el crecimiento de las segundas (Alfonso *et al.*, 1993). Esto ha llevado a que los laboratorios implementen cuidados cada vez mayores los cuales, aunque aumentan los costos de operación, permiten satisfacer las expectativas de calidad que exige su mercado (Hernández González, 1997).

Además de una dieta adecuada de los reproductores para que sus productos sexuales sean de buena calidad, el crecimiento y el desarrollo

equilibrado de las larvas de camarón en sus diferentes etapas depende del suministro de alimento vivo, principalmente de microalgas y de nauplios de *Artemia* (Cook y Murphy, 1969; Mock y Murphy, 1970; Kuban *et al.*, 1985; Chu, 1989; Arellano Moncayo, 1990). Estos alimentos representan una fracción considerable de los costos de operación (Puello Cruz, 1999), pues su producción requiere de personal calificado, de una infraestructura adecuada y de los insumos necesarios, que son generalmente productos químicos para preparar los medios para el cultivo de microalgas (Fulks y Main, 1991; Coutteau y Sorgeloos, 1992), además de los quistes de *Artemia*.

Según Fulks y Main (1991), los costos del área de producción de microalgas pueden llegar a representar hasta un 40-50% de los gastos de operación de un laboratorio de producción de larvas de peces; por su lado, Coutteau y Sorgeloos (1992) investigaron mediante una encuesta los costos de operación generados en laboratorios de producción de larvas de moluscos y encontraron que a nivel mundial el 30% del total de los gastos corresponde a la sección de microalgas. Este porcentaje coincide con los resultados de un estudio similar realizado por Boeing (2004), según el cual los gastos relacionados con la producción de microalgas en los laboratorios comerciales de larvicultura de peneidos son del orden de 20-30%; coincidentemente, Lango Alemán (1999) determinó que los costos del área de microalgas de un laboratorio comercial productor de larvas de camarón del estado de Sonora, representaron el 23% del total de los gastos totales de operación.

En estas evaluaciones no se ha considerado el costo involucrado en la compra de quistes de *Artemia* (sin considerar la mano de obra y los productos químicos que se usan para la eclosión y desinfección de quistes y nauplios). En el caso del laboratorio comercial estudiado por Lango Alemán (1999), el costo de los quistes representó el 28% de los gastos totales que, aunado al gasto de la producción de microalgas, suma más de la mitad de todos los costos de operación del laboratorio.

Se han estudiado varias alternativas que pudieran permitir la sustitución de la dieta tradicional de las larvas de camarón, con la doble finalidad de abatir los costos y de tener una fuente de abastecimiento más confiable, en especial

usando alimentos formulados con ingredientes inertes y presentados en microcápsulas o en micropartículas. Sin embargo, aún cuando existe un buen número de dietas alternativas disponibles comercialmente, su composición nutritiva, digestibilidad, presentación y especialmente su flotabilidad y facilidad de ingerir no han sido optimizados (Jones *et al.*, 1979; Campabadal y Celis, 1999; Lavens y Sorgeloos, 2000) y por tanto tampoco se han obtenido los resultados que se esperaban de ellos, por lo cual los larvicultores siguen usando alimento vivo, por lo menos durante las primeras fases de desarrollo larvario (Alfonso *et al.*, 1988; Duerr *et al.*, 1998).

Con el objeto de proponer alternativas viables al uso de los nauplios de *Artemia*, se ha experimentado con otros grupos zooplanctónicos, como son copepódos, cladóceros, rotíferos y ciliados, entre otros (Lavens y Sorgeloos, 1996). Entre éstos, uno que reúne varias de las características que se consideran deseables para un organismo presa es el rotífero *Brachionus plicatilis*, el cual presenta un tamaño que puede variar entre 130 y 340  $\mu\text{m}$  (Dhert, 1996). Esto es menor del tamaño de un nauplio de *Artemia* y por lo tanto los rotíferos pueden ser consumidos por las larvas de algunas especies de camarón desde la etapa de zoea II (Yúfera *et al.*, 1984; Samocha *et al.*, 1989). Además, puede ser cultivado en concentraciones de hasta 20,000 rotíferos·ml<sup>-1</sup> (Hagiwara *et al.*, 2001), posee una alta tasa de reproducción, tiene una baja velocidad de natación y a diferencia de otros rotíferos permanece constantemente suspendido en la columna de agua.

Como es el caso de cualquier otro organismo, el desarrollo y la supervivencia de las larvas de camarón son afectados por el tipo, la calidad y la cantidad del alimento ingerido (Yúfera *et al.*, 1984; Sánchez, 1992), y de como la energía contenida en la dieta es asimilada y repartida en los diferentes procesos metabólicos, pues una alimentación adecuada permite que las larvas puedan contar con una reserva de energía para su crecimiento hasta alcanzar la fase de desarrollo siguiente (Rosas, 1999; Lemos y Phan, 2001 a).

Sin embargo, a pesar de la gran variedad de alimentos propuestos para larvas, juveniles y adultos de peneidos (Liao *et al.*, 1983), existen muy pocos

estudios sobre los procesos del flujo de energía en los sistemas de producción de camarón, inclusive en los sistemas de cultivo intensivo de larvas o en los estanques de engorda. A nivel de individuos, la literatura existente es todavía más limitada.

En acuicultura los estudios bioenergéticos permiten la utilización de modelos, que son de especial interés para una aplicación adecuada de las técnicas de cultivo y de alimentación, y que pueden servir también para estimar la cantidad de biomasa que es posible obtener bajo una determinada condición ambiental. Además, cuando se relacionan con la calidad nutritiva de las dietas que se están utilizando, es posible determinar el tipo de alimento con el cual los animales pueden ser más eficientes (Zúñiga Romero, 1983; Lucas, 1996; Rosas, 1999; Lora Vilchis, 2004).

Aún cuando se reconoce que los estudios de balance de energía de los organismos son necesarios para verificar la cantidad de energía consumida que es asimilada y la fracción de ésta que es utilizada para realizar los diferentes procesos fisiológicos de los individuos (Cho y Bureau, 1999), existen pocos trabajos completos sobre este tópico dedicados al desarrollo larvario de los peneidos.

La relación entre la camaronicultura y el medio ambiente es compleja y poco conocida, se ha reportado que los aportes totales al ambiente de nitrógeno y fósforo por los estanques de camarón en el noroeste de México, son 2 veces más grandes que lo que se cosecha en forma de camarón, para caso del nitrógeno y casi 15 veces más grandes de lo que se cosecha en forma de camarón para el fósforo (Páez-Osuna, 2001). En el cultivo de camarón, la adición de alimento, la elevada productividad primaria en los estanques y el uso de aireadores pueden originar un incremento considerable en la carga de materia total particulada en los efluentes comparado contra el agua de ingreso (Phillips y Beveridge, 1993). En consecuencia, se ha observado un efecto negativo en el ambiente costero principalmente causado por el incremento en la turbiedad y la eutrofización (Ziemann *et al.*, 1992; Hopkins *et al.*, 1993). Por estos motivos, en diversos foros internacionales relacionados con el papel de la actividad acuícola en el desarrollo sustentable

de la zona costera, se ha puesto de manifiesto que es necesaria la aplicación de tecnologías para el tratamiento y reutilización del agua, así como la integración de varias especies en cultivo, con el fin de que los desechos generados por una especie sean aprovechadas por otra, minimizando así los aportes de sustancias disueltas y partículas al cuerpo receptor (Naylor et al., 2000). Para enfrentar el impacto de los efluentes camaronícolas se han considerado numerosas alternativas, sobresaliendo el policultivo de bivalvos, peces y camarón utilizando agua de los estanques para alimentar los ostiones, almejas y macroalgas. Otra posibilidad es emplear áreas de manglar como biofiltros de los efluentes camaronícolas previo a su descarga en costas o lagunas costeras (Páez-Osuna, 2005). Sin embargo, la investigación del efecto remediador de estas alternativas es todavía muy limitada. Como el efluente de las granjas de camarón contienen materia orgánica, fitoplancton y detritus (Ziemann et al. 1992), éstos materiales constituyen un alimento potencial para bivalvos tales como ostiones (Hopkins *et al.*, 1993a) o mejillones (Franco, 1998). Así mismo, los efluentes pueden contener altas cantidades de pequeñas partículas inorgánicas (Hopkins *et al.*, 1995) que pueden ser removidas de la suspensión por el fenómeno de compactación al ser agregados por bivalvos y posteriormente expulsados como pseudoheces, que tienen mayor tamaño y por lo tanto sedimentan con mayor facilidad (Tenore y Dunstan, 1973). El uso de moluscos bivalvos como biofiltros para disminuir la materia orgánica particulada de las descargas acuícolas, parece ser potencialmente viable y altamente rentable (Lefebvre *et al.*, 2000; Jones y Preston, 1999; Miranda Baeza, 2005), ya que pueden ser integrados en las granjas con el fin de obtener un beneficio económico adicional y permitirán mejorar la calidad del agua de los efluentes ya que el fitoplancton y el detritos que transportan son fuentes potenciales de alimento para estos organismos. Sin embargo, para conocer la potencialidad de remediación de efluentes de los bivalvos es necesario estudiar sus tasas fisiológicas. Por ejemplo, la tasa de filtración indica la cantidad de materia particulada retenida por un organismo por unidad de tiempo (Yu y Culver, 1999), su medición permite estimar la cantidad de material total particulada que puede ser removida por

uno o más organismos (Winter, 1978), mientras que las tasas de respiración y excreción amoniacal determinan la adaptabilidad de los organismos debido a los cambios de las condiciones del ambiente (Bayne, 1973). La temperatura, la salinidad y la concentración de partículas en suspensión son los factores más importantes que afectan la tasas fisiológicas de los bivalvos y de manera muy particular a la tasa de filtración (Winter, 1978); por lo tanto, el tipo y la intensidad de la respuesta dependerá principalmente de las características de adaptabilidad de cada especie y del intervalo de variabilidad de estos factores en el hábitat natural (Jørgensen, 1990). En la literatura se encuentra una gran variedad de trabajos relacionados con la capacidad de filtración de los moluscos bivalvos, en los cuales se evalúa la remoción de materiales orgánicos particulados en condiciones de laboratorio (Sobral y Widows, 2000) y en el medio natural (Pouvreau *et al.*, 1999); sin embargo, los resultados de estos trabajos están referidos en su mayoría a especies de regiones templadas, muy pocas de regiones tropicales o subtropicales y ninguna de las especies es nativa de México. Adicionalmente, muy pocos trabajos siguen las recomendaciones de Pillay (1996), en donde se indica que los estudios sobre la disminución del impacto ambiental causado por la acuicultura debe realizarse de manera objetiva y responsable, con información generada directamente en el campo y no en experimentos de laboratorio, los cuales difícilmente pueden ser validados en condiciones similares a las reales, debido a la multiplicidad de las variables que sería necesario considerar.

Lo antes dicho debe ser relevante en los ambientes costeros y en los efluentes de las granjas camaronícolas en donde la materia particulada suspendida puede ser altamente variable en abundancia y composición, las cuales tienen una gran influencia en las tasas de filtración de los moluscos bivalvos (Hawkins *et al.*, 1998). Los invertebrados bentónicos como los moluscos tienen gran importancia funcional en el flujo energético y estructural del ecosistema, ya que muchos actúan como reguladores ecológicos e indicadores de las perturbaciones que ocurren en estos ecosistemas. Por estas razones, se deberá contar con un inventario de especies de bivalvos susceptibles de ser utilizados como elementos de biofiltros, se debe conocer

además de su biología, sus tasas metabólicas y el efecto de factores ambientales como salinidad y temperatura sobre dichas tasas, para poder dimensionar y diseñar propuestas biotecnológicas para la remediación de efluentes acuícolas acordes a las condiciones donde serán empleados, así como requerirse una evaluación de su funcionamiento.

### **Uso de nutraceúticos en acuicultura.**

El uso de nutraceúticos en acuicultura es hoy en día un tópicó relevante. Diversos químicos producidos en su mayoría por plantas terrestres, ofrecen una interesante alternativa para el uso de los mismos dado su potencial para ser utilizados como estimulantes al crecimiento, antioxidantes e inmunestimulantes por mencionar algunas propiedades; y de esta forma evaluar su aplicabilidad como aditivos nutrimentales en dietas formuladas para organismos acuáticos.

### **Reproducción y producción de organismos monosexados para acuicultura intensiva.**

La producción continua de crías para cultivos acuícola es un tema fundamental para esta actividad. Por lo que se propone establecer una línea de investigación que contemple el desarrollo de protocolos de manejo de los reproductores para una reproducción controlada en condiciones de cautiverio, encaminados a la maduración y desove inducidos; y una vez obtenidos los gametos, huevos fertilizados y embriones, enfocarse de ser conveniente a la producción de crías de un género sexual en particular, por medio del uso de técnicas tales como selección genética, manejo de parámetros físico-químicos o el uso de agentes de reversión sexual de la gónada que permitan obtener crías de un solo sexo, según sea la necesidad en particular del cultivo.

La acuicultura hoy en día es considerada como una nueva alternativa de producción en el sector agropecuario y que se practica en mayor o menor medida prácticamente en todos los países del mundo, con excelentes perspectivas, sin embargo es necesario desarrollar tecnología en este campo

que optimice los sistemas de producción y transformación de las especies acuícola.

La gran capacidad reproductiva de las tilapias la puede convertir en un problema en los cultivos, estos organismos debido a la maduración precoz que presentan, antes de alcanzar una talla de mercado inician la reproducción, proliferando las crías en los estanques compitiendo por alimento y por espacio con los organismos de cultivo, así como afectando la calidad del agua debido a los desechos orgánicos. Esto tiene como fin un cultivo en el que no se darán buenos rendimientos.

Desde el año 1988 y tratando de llenar una necesidad primordial para los acuicultores, en México se introduce la reversión de sexo, que consiste en la administración oral de una hormona masculina sintética durante un período de tiempo, iniciado el proceso antes de que se produzca la diferenciación del tejido gonadal. Esta técnica ya había sido utilizada en otros países como Estados Unidos, Israel, Ecuador y Colombia entre otros, y se ha venido mejorando dependiendo de las condiciones físico-químicas y climatológicas de cada región

### **Ecofisiología**

Uno de los aspectos más importantes a considerar para la optimización de los procesos que intervienen en la acuicultura moderna, es el de la ecofisiología. Entre los que podemos citar la importancia de los procesos fisiológicos del fitoplancton determinan su composición, la cual se refleja en su valor dietético y determina la transferencia de energía entre eslabones de la cadena trófica representados por productores primarios y consumidores, considerando los gastos metabólicos por las actividades fisiológicas del depredador. Asimismo, se estudian los procesos fisiológicos de los organismos acuáticos que pueden ser modificados por las características bióticas y abióticas de su entorno. Esto se manifiesta en su consumo de energía que puede ser medido y utilizado para identificar el conjunto de condiciones ideales para su cultivo.

Por otro lado, el estudio del destino de agentes contaminantes en diversos ecosistemas, su efecto tóxico en base al tipo de agente y el tiempo

de exposición cobra singular importancia para la acuicultura, debido a que estas condiciones nocivas para el desarrollo de los organismos en cultivo pueden presentarse por diversas causas en el interior de las granjas acuícolas. Aunado esto, la evaluación de respuestas fisiológicas de los organismos expuestos ya sea en el medio ambiente o en condiciones de laboratorio constituye una herramienta de estudio de la ecotoxicología, que aplicada al producto final de la actividad acuícola, puede ser usada como herramienta de evaluación de la inocuidad de los productos acuícolas.

Otros aspectos importantes del estado actual del desarrollo de los sistemas de cultivo sustentable de organismos acuáticos, es el de contribuir con el desarrollo biotecnológico del cultivo de larvas y engorda de camarón y peces marinos manejando diferentes variables (estrategias de alimentación, calidad de agua, etc.), que requiere trabajo a nivel experimental y comercial, con la finalidad de contribuir en una mayor sustentabilidad ecológica y económica de la acuicultura. Se requiere también, el desarrollo de proyectos de investigación relacionados con la optimización de la producción de organismos acuáticos considerando el uso de policultivos, tanto para la producción integrada de especies acuáticas, así como mecanismos para la minimización e incluso biorremediación del impacto de la acuicultura. Una tecnología que se encuentra en pleno desarrollo y es considerada por muchos sectores el futuro de la actividad acuícola, es la tecnología de la recirculación acuícola, la cual consiste en la aplicación de tecnologías de tratamiento físico, químico y biológico del agua con el fin de reutilizarla.

Nutrición y alimentación.- Comprende investigación relacionada con el consumo y asimilación de los componentes de dietas formuladas para organismos acuáticos y del efecto de las mismas sobre la condición fisiológica de los organismos y por ende sobre su crecimiento y desarrollo. De igual forma, se estudian además las modificaciones que pueden producir las diferentes especies fitoplanctónicas al ser utilizadas como alimento en organismos consumidores. Adicionalmente, es necesaria la formulación y experimentación de dietas balanceadas de bajo costo para el cultivo de especies acuáticas comerciales o potenciales.

## **19.2. Línea 2: Manejo sustentable de ambientes costeros**

### **Descripción de la línea**

Comprender y analizar la problemática ambiental, desde la óptica de la interdisciplinariedad con el propósito de contribuir a generar mejores respuestas de regulación que permitan lograr objetivos ambientales que en ocasiones pueden parecer contrarios a los económicos, pero que es posible alcanzar a través de los instrumentos adecuados de gestión e investigación para coadyuvar a mantener el desarrollo sustentable en los ambientes costeros.

### **Estado del arte**

#### **El manejo sustentable de los ambientes costeros a nivel nacional**

La problemática ambiental costera es histórica, el manejo de las costas durante los últimos 30 años ha ido evolucionando de pocos usos y un manejo enfocado a la parte terrestre hacia múltiples usos. Los principales esfuerzos por manejar la costa desde un punto de vista más holístico se iniciaron cuando en los países desarrollados las costas empezaron a degradarse debido al mal manejo que se les había dado. En 1966 y 1972 Australia y Estados Unidos respectivamente fueron de los primeros países en contar con una Ley para el Manejo de la Zona Costera.

Fue en 1992, en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo, que se introdujo por primera vez al más alto nivel político el concepto y la práctica del Manejo Integrado de la Zona Costera (MIZC) como un enfoque para el desarrollo sustentable de las costas. Durante esta conferencia, los diferentes países firmaron varios acuerdos de carácter multilateral como es la Agenda XXI. En el capítulo 17 se remarca la importancia de conservar las costas y los océanos. Al firmar este acuerdo, las naciones costeras del mundo se comprometían a desarrollar e instrumentar programas de manejo integral y a promover el desarrollo sustentable de las zonas costeras y marinas bajo su jurisdicción.

Para 1993 se habían registrado 142 esfuerzos de manejo integral de la zona costera en 57 países (Sorensen *et al.*, 1992). En Latinoamérica, países

como Belice, Costa Rica, Ecuador, Chile, Brasil, entre otros, ya han avanzado en estos esfuerzos. En este sentido México está quedando rezagado pues hasta la fecha no cuenta con una Ley de Manejo Costero o Ley de Costas. En 1999 hubo una iniciativa por parte de SEMARNAP en donde se publicó una estrategia para el manejo en la materia (SEMARNAP, 2000). En la actualidad, el avance administrativo más notorio es la inclusión del término ambientes costeros y de la temática de conservación de ambientes costeros dentro de la Dirección General de Zona Federal Marítima Terrestre y Ambientes Costeros.

Expresión que ha quedado muy ambigua, no se le ha dado la importancia aun cuando México cuenta con extensos litorales en el Pacífico, Golfo de México y Mar Caribe, abarcando un total de 11, 592 kilómetros de costas. La extensión del litoral Pacífico (8,475 km, 73 %) es mucho mayor que la del Atlántico (3,117 kilómetros). El mar territorial es una franja de doce millas náuticas de amplitud y la zona económicamente exclusiva se extiende a 200 millas náuticas a partir de la línea de costa, abarcando una superficie de 3,149,920 km<sup>2</sup>. Incluye cerca de 500,000 km<sup>2</sup> de plataforma continental y 28,500 km<sup>2</sup> de superficie estuarina y lagunas costeras (INEGI-SEMARNAP, 1998).

Considerando por su extensión al Pacífico, en donde tiene una mayor variedad de climas (seis tipos) que van desde el tipo mediterráneo con lluvias en invierno (en el norte de la Península de Baja California), varios tipos de climas desérticos y semisecos hasta llegar al subhúmedo en el Pacífico más tropical. El Golfo y el Caribe presentan cuatro tipos de climas (desde semisecos hasta cálido húmedo). Ello hace que se den condiciones muy heterogéneas de temperatura y precipitación, que se conjuntan con las variaciones geomorfológicas y edáficas (por ejemplo la península de Yucatán es totalmente cárstica). Este anfiteatro geomorfológico y climático permite la presencia de numerosos ecosistemas costeros y de gran cantidad de especies de flora y fauna, los cuales han constituido recursos y territorios donde se desarrollan múltiples actividades socioeconómicas.

Sin embargo, a pesar de esta gran variedad y potencial costero, se puede decir que México nunca ha puesto mucha atención en sus costas.

Picardat (1999) hace una tipificación de los países del mundo en función del enfoque de su desarrollo. Clasifica a México y Guatemala como países con un desarrollo basado en una visión hacia tierra adentro, junto con Bolivia y Paraguay, naciones que no tienen costa. Por tanto, México y su vecino al sur son los únicos dos países de América Latina con litorales y que presentan esta visión. El resto de los países americanos se ha desarrollado con una visión litoral o bien mixta.

En el caso de México que cuenta con 32 entidades federativas del país, 17 tienen litoral marítimo: 11 sobre el Pacífico y 6 sobre el Golfo y Caribe. El censo del 2000 registro poco más de 50 % de la población de México asentada sobre las entidades costeras.

En 1995, en la costa había 153 municipios donde residían 13,815,906 personas. De este número, 66.1 % de la población habitaba los municipios costeros del Pacífico, 23.8 % los del Golfo y 10.1 % el Caribe. Para el censo del 2000 se registraron 15,100,117 habitantes en los municipios costeros, en las mismas proporciones que en 1995 (INEGI, 2001). Estos municipios abarcan alrededor de 16.6 % de la superficie territorial de México, principalmente en la costa del Pacífico (289,000 km<sup>2</sup>). Existe una gran variabilidad en las características de los municipios costeros: superficie, población, actividad productiva, desarrollo, etc. Así mismo, el volumen, dinámica y distribución territorial, principalmente en función del número de habitantes, pero sobre todo del modelo de desarrollo determinado en buena medida por las características de los sistemas productivos y las formas de ocupación del espacio (Saavedra *et al.*, 1999).

Los asentamientos poblacionales en las costas mexicanas están cambiando y en algunas regiones de manera muy importante. Merino (1987) cita para 1987, 126 municipios costeros, y actualmente existen 161. Saavedra *et al.* (1999) indica que de acuerdo con el censo de 1950 sólo 9 % de la población del país vivía en los municipios costeros, equivalente a 2.55 millones de habitantes. El censo del 2000 (INEGI, 2001) muestra un incremento de 13 % (15.1 millones). El número de municipios costeros respecto al total de municipios estatales es muy variable. Así, en un extremo

se encuentran Baja California Sur, Baja California y Quintana Roo, Estados en los cuales los municipios costeros representan más de 80 % de los municipios estatales. Siguen Campeche y Sinaloa con 50-65 %. En el otro lado están Jalisco, Michoacán, Oaxaca, Chiapas, en los cuales los municipios costeros representan menos de 10 % de los municipios estatales. En Estados como Tamaulipas, Veracruz, Sonora y Guerrero el porcentaje se eleva entre 10 y 20 %.

Entre los municipios costeros con mayor número de habitantes (por arriba de 300,000 habitantes) están: Tijuana con 990,376 habitantes, Culiacán asume 693,228, Mexicali con 689,613, Acapulco con 686,983, Hecelchakan (Campeche) con 555,660, Veracruz con 424,760, Matamoros presenta 359,958, Mazatlán con 354,750, Cajeme (Sonora) con 340,810, Ahome (Sinaloa) con 338,429, Benito Juárez (Quintana Roo) con 310,712 y Ensenada con 309,915. Los que tuvieron un mayor incremento en número de habitantes entre 1995 y 2000 fueron: Hermosillo, Tijuana, Benito Juárez, Mexicali, Ensenada, Matamoros, Culiacán Tecuala, Los Cabos, Solidaridad, Acapulco, Puerto Vallarta, Veracruz, Tapachula, Mazatlán, San Blas, Ahome, La Paz, Manzanillo, Playa de Rosarito. Los principales expulsores fueron: Actopan, Agua Dulce y Mecayapan en Veracruz; El Carmen, Hecelchakan y Champotón en Campeche; Compostela, Santiago Ixcuintla y Bahía de Banderas en Nayarit; Etchojoa en Sonora y Angostura en Sinaloa.

### **Actividades productivas en los municipios costeros**

Municipios costeros en la cual ciertos sectores de la población se dedican a prácticas agropecuarias, pesqueras y turísticas. En el aspecto **agropecuario**, el primer lugar lo ocupa Sonora con 27 % de la superficie dedicada a la actividad ganadera; le siguen Baja California y Tamaulipas con 8 %, Baja California Sur y Jalisco con 7 %, Veracruz con 6 % y Sinaloa con 5 %. Los principales productores de carne son Veracruz (21 %), Jalisco (18 %), Chiapas (9 %), Sonora (7 %), Sinaloa, B, California y Tabasco (6 %), Tamaulipas y Michoacán (5%). En la producción lechera destacan Jalisco (44 %), Veracruz (17 %), Michoacán (8 %), Chiapas (7 %) y B. California (6 %). En

la mayoría de los Estados la producción se enfoca principalmente a la leche excepto en Tamaulipas, Yucatán y Quintana Roo. De esta manera, la ganadería en la zona costera constituye hoy en día una actividad de gran importancia.

Así, se puede concluir que las planicies costeras han sido extensamente transformadas por la actividad agropecuaria, y sigue en aumento en muchas de las entidades federativas. Los cultivos tradicionales como maíz, frijol y calabaza son desplazadas por especies introducidas, las cuales alcanzan mejores precios en el mercado (fresa, sorgo, naranja, caña de azúcar, mango, etc.). También los pastos y praderas donde se lleva a cabo la ganadería, son especies introducidas. El deterioro ecológico ambiental producido por esta actividad se manifiesta esencialmente en la deforestación debido a: cambios en el uso del suelo para fines agropecuarios, aprovechamiento intensivo de leña, nula o escasa fertilización orgánica, sobre pastoreo, reducción del tiempo de descanso de la tierra, prácticas de cultivo forzosos en condiciones poco adecuadas de suelo y bajo altas presiones demográficas (agricultura de sobrevivencia), y la degradación del suelo (erosión hídrica y eólica, salinización y degradación biológica, química y física, que incluye la contaminación por agroquímicos). De manera indirecta al deterioro producido en los campos agropecuarios produce contaminación y azolve en los cuerpos de agua, y hace que numerosos ríos ya no sean navegables y que las lagunas costeras hayan incrementado su tasa de acumulación de sedimentos en los últimos años (INEGI-SEMARNAP, 1998).

Con respecto a las pesquerías, se puede indicar que México dispone de valiosos recursos pesqueros como consecuencia de su ubicación geográfica, lo extenso de sus litorales y los cuerpos de agua continentales. México produjo en 2001 un total de 1,520,937 toneladas de peso vivo de productos pesqueros. De éstos, 77 % correspondió al Pacífico, 21 % a los litorales del Golfo y Caribe y 2 % a las entidades sin litoral. El valor total de esta pesca fue de \$ 12,885,476 M.N.; 67 % de este valor correspondió al litoral del Pacífico, 30 % al Golfo y Caribe y 3 % a la producción en Estados no costeros. Del total de la producción pesquera, 12.9% proviene de la acuicultura. El resto es

pesca en cuerpos de agua o altamar. El número de especies que se pescan es alto, aunque los valores de captura son muy distintos. En el Pacífico las principales pesquerías, en orden decreciente, con base en el volumen vivo son: atún, sardina, camarón, calamar, mojarra, tiburón, jaiba, sierra, barrilete, almeja, carpa, corvina, macarela, huachinango, verruga, ostión y lisa. En el Golfo y Caribe son ostión, mojarra, camarón, pulpo, mero, carpa, lebrancha, jaiba, bandera, jurel, sierra, robalo, peto, cintilla, lisa, tiburón, cazón, trucha y langostino (SAGARPA, 2001).

La pesca de las principales especies ha sido una actividad tradicional ejercida por los habitantes del litoral Pacífico mexicano, entre los que se encuentran el Estado de Sinaloa. La vida y la economía de la población costera de la región, está ligada en mayor o menor medida con la actividad pesquera, particularmente con la pesca artesanal porque su influencia trasciende hacia un sector más amplio de la sociedad. La mayor parte de la actividad pesquera se desarrolla en la plataforma continental, esta zona, se caracteriza por presentar una gran diversidad de organismos marinos, típicos de las regiones tropicales, algunos de los cuales, han sido objeto de aprovechamiento pesquero por parte de los pobladores de la región.

Entre las especies que componen las pesquerías, esta la fauna de acompañamiento (FAC) como un componente integral de las pesquerías que constituye una pérdida ecológica y económica que necesita ser evaluada (Alverson *et al.*, 1994). Bajo el código voluntario de Pesquerías Responsables de la FAO, los manejadores, requieren tomar medidas para conservar las especies objetivo de la pesquería, las especies de la FAC y el ambiente (FAO, 1995). La descripción precisa de la composición de la FAC y el monitoreo del estado de las poblaciones de las especies que integran la FAC son críticos para la protección de los ecosistemas. En general, el monitoreo de la FAC es mucho más complejo que la valoración de las especies objetivo de la pesquería, dado los volúmenes de captura y su diversidad (Heales *et al.*, 2000). Por lo que es importante averiguar el impacto de las pesquerías en el medio ambiente y de los sectores sociales involucrados, la complejidad de

esta problemática, obliga a la búsqueda de estrategias con un enfoque multidisciplinario e interdisciplinario.

Considerando otra actividad económica trascendental la representa el turismo. Esta se ha convertido en una fuente importante de generación de empleo y recursos tanto por los visitantes nacionales como por los extranjeros en la zona costera. Se caracteriza por ser un turismo de relajación, de sol y playa, incorporándose los cruceros como forma de turismo. En México se reportan 161,728 habitaciones. En los centros de playa hay 56,208 habitaciones, es decir, 43.75 %. Los integralmente planeados abarcan 59 % y los centros tradicionales 41 %, los primeros recibieron 3,715,173 visitantes y los segundos 3,608,979, es decir, números similares (Cámara de Comercio. Industria Hotelera, 2003). 72 % de los turistas nacionales prefieren los centros de playa tradicionales, y sólo 28 % vacaciona en los centro integralmente planeados. Para el turismo extranjero estos datos se invierten, ya que 74 % visita los centros integralmente planeados. Analizando el 2002, la ocupación hotelera a nivel de país arrojó un promedio de 56.87 % y 73.97 % en los centros de playa y 40.16 % en turismo de ciudad (Indicadores de SECTUR, Cámara de Comercio. Industria Hotelera, 2003). Las ocupaciones promedio más altas se dan para Cancún y Puerto Vallarta (71 % y 69 %) y las más bajas, menores a 50 %, para Veracruz, Mazatlán, Huatulco e Ixtapa-Zihuatanejo. Los polos turísticos preferidos por el turismo nacional son, en orden decreciente: Acapulco, Veracruz, Cancún, Mazatlán, Puerto Vallarta, Manzanillo, Ixtapa-Zihuatanejo, La Paz, Huatulco, Los Cabos, Cozumel y finalmente Loreto. Los destinos en los que los visitantes extranjeros superan a los nacionales son Cancún, Cozumel, Los Cabos y Puerto Vallarta (Cámara de Comercio. Industria Hotelera, 2003).

Otra actividad del ramo turístico que se incrementan en este rublo son los cruceros internacionales: Los principales Estados y puertos que reciben cruceros son: Baja California (Ensenada), Baja California Sur (Los Cabos, Pichilingue y Santa Rosalía), Sinaloa (Mazatlán), Jalisco (Puerto Vallarta), Colima (Manzanillo), Guerrero (Zihuatanejo, Acapulco) y Oaxaca (Huatulco). En el Golfo y Caribe: Veracruz (Veracruz), Yucatán (Progreso) y Quintana Roo

(Puerto Morelos, Playa del Carmen, Cozumel, Cancún, Punta Venado y Majahual). Así mismo, existe un desarrollo de áreas naturales protegidas a nivel de la zona costera y marina. Un 39 % de la superficie que corresponde a 74 % de las ANPs costeras se localizan en los Estados costeros con mayor inversión turística y más altos números de visitantes. El restante 59 % pertenece a Estados con menos desarrollo turístico. Se puede considerar que en relación a lo expuesto, el turismo es una actividad económica reciente, tanto nacional como internacional. Esta actividad económica ha ido de la mano de importantes actividades de conservación del ambiente a través de las ANPs y, también ha traído consigo desarrollos de infraestructura, como son: desarrollos portuarios y transporte marítimo; movimiento de carga; obras de atraque; obras de protección; desarrollo carretero, ferroviario y de aviación; aeropuertos, etc.

De estas obras de infraestructura, es conveniente mencionar las obras de atraque y de protección. Con respecto a las obras de atraque, son un indicativo de las principales actividades que se llevan a cabo en un puerto, están divididas en; obras de altura, cabotaje, pesca, turismo, relacionadas con PEMEX y la Armada principalmente. En el litoral del Pacífico representan 114,380 m y el mayor volumen corresponde a las obras para turismo. Lo mismo sucede en el Golfo y Caribe con 23,517 metros destinados a este fin (Secretaría de Comunicaciones y Transporte, 2002; INEGI, 2003).

Lo referente a las obras de protección surgen donde comienza una actividad económica costera, ya sea portuaria, pesquera o turística. El desarrollo económico en ocasiones produce desequilibrios en el funcionamiento de los ecosistemas costeros, que alteran el presupuesto de sedimentos, generan erosión de la línea de costa y ponen en riesgo construcciones y propiedades. Las principales obras de protección son los rompeolas, espigones, escolleras, muros de contención y las protecciones marginales. A nivel general el litoral del Golfo de México y del Caribe cuentan con 82,498 metros lineales de obras de protección, mientras que el Pacífico cuenta con 73,325 m. Entre estos, los Estados con mayor número de metros en obras de protección son Veracruz (19%), Campeche (11%), Baja California

Norte, Baja California Sur y Yucatán (9% cada unos), Tamaulipas, Tabasco y Sinaloa (7% cada uno). Quintana Roo, Guerrero y Colima sólo representan 1% cada uno (Secretaría de Comunicación y Transporte, 2002). Los Estados con mayor construcción de escolleras son Tamaulipas (24%, con 9, 114 m), Veracruz (19% con 7,282 m), Yucatán (15% con 5,678 m) y Baja California (11% con 4,107 m). A nivel de rompeolas y espigones, Baja California cuenta con 19% y Veracruz 17%, Oaxaca 12% y Tabasco con 10%.

Además de que en las zonas costera existen grandes proyectos de desarrollo que van a incidir de manera determinante, entre ellos; la Escalera Náutica y el Plan Puebla Panamá. Los dos son proyectos que han propiciado fuertes discusiones. En ambas la manifestación de impacto ambiental, la calidad de su ejecución y su evaluación son cruciales para salvaguardar el impacto al ambiente y lograr avanzar hacia un desarrollo más sustentable.

### **Ambientes costeros de Sinaloa**

En México, Sinaloa contribuye con el 2.6% del total de la población, ocupando el lugar 14 a nivel nacional, siendo éste un porcentaje con poca variabilidad en los últimos treinta años. La tasa de crecimiento promedio anual en el período 1970-1980 era de 3.7%, cayendo a 1.4% en el período 1990- 2000.

El territorio Sinaloense considerado como zona costera incluye 14 de los 18 municipios, exceptuando Badiraguato, Cosalá, Concordia y Choix, que se ubican por encima de los 100 metros sobre el nivel del mar. El número de habitantes de los municipios costeros, en el año 2000, fue de 2'311,251, distribuidos en 3,577 localidades, correspondiente a 91.2% de la población total estatal. A partir de 1950 se observa un patrón de concentración de la población en las ciudades costeras de Culiacán, Mazatlán, Los Mochis, Guasave y Guamúchil. Esas ciudades concentraron el 45% de la población total estatal en el año 2000. La población estatal se duplicó en 30 años. Mientras que la Población Económicamente Activa (PEA) de los municipios costeros se incrementó solamente en 59%. En la mayor parte de estos municipios, la PEA es menor que la Población Económicamente Inactiva (PEI), destacando El Rosario, Sinaloa de Leyva y Angostura. La excepción son

Culiacán y Mazatlán, con PEA conjunta de 76% del total. Por encima del desempleo promedio (0.4 %), estuvieron San Ignacio, Escuinapa, Ahome, Mazatlán y Culiacán.

Población que en Sinaloa producen 10 millones de toneladas anuales de alimentos en una extensión de 1 millón 400 mil hectáreas, representando el 25.6 % de la superficie territorial estatal. La agricultura representa 75 % de la actividad primaria en términos de valor y aporta 8.5 % del producto agrícola nacional. El 83 % de la superficie agrícola de riego se concentra en cinco municipios costeros, principales productores de granos y hortalizas: Ahome, Guasave, Mocorito, Navolato y Culiacán. Los principales cultivos, por su extensión, son maíz, frijol, garbanzo, sorgo, trigo, tomate, chile, caña de azúcar, sorgo escobero, frutales y arroz.

La explotación forestal es una actividad que se desarrolla en las partes altas del Estado de Sinaloa. Destaca la producción de madera de pino, amapa, vara blanca y palo colorado, aunque se requiere tipificar el recurso forestal en términos de las especies susceptibles de uso, particularmente las especies de la selva baja caducifolia.

Otra actividad económica es la pesquera, en donde se hace uso de los 656 kilómetros de litoral, en la cual se ubican 154 comunidades y emplea alrededor de 42 mil personas, 31 mil relacionadas con la captura y 11 mil en actividades acuícolas. Las flotas camaronera y atunera son las mayores del litoral del Pacífico, contando con 786 y 34 embarcaciones mayores respectivamente y casi 12 mil embarcaciones menores dedicadas a la pesca comercial de pequeña escala. En el 2003 se obtuvo una captura de 233 mil 256 toneladas de recursos pesqueros, con un valor de 2 mil 746 millones 388 mil pesos. Ocupando el segundo lugar en volumen producido anualmente, y el primer lugar en valor de la producción.

Con lo registro de captura, participa con el 14.90 % de la producción nacional. Solamente la captura de atún y camarón y sardina genera más del 89 % del volumen total de la captura estatal y las dos primeras representan el 90 % del valor total de la actividad. Por su parte, el puerto de Mazatlán es la principal comunidad pesquera superando significativamente al resto de los

municipios, con 80% del volumen total estatal y genera casi 70 % del valor de la producción pesquera total.

Respecto a la producción acuícola, a principios de los noventa el camarón pasó a ocupar el primer lugar, con un crecimiento constante en el volumen de producción anual, ocupando una superficie de 48,420 has del litoral del Estado, registrando 477 unidades de producción en el 2003, según datos de SAGARPA. En éste año la producción acuícola llegó a 28 mil 189 toneladas, de las cuales 21 mil 841 fueron de camarón. En términos económicos, el valor de la producción acuícola fue de casi 900 millones de pesos (otras especies acuícolas importantes son la mojarra tilapia, lobina y bagre).

Respecto al sector turismo, este se ha constituido recientemente en uno de los soportes de la actividad económica estatal, por su capacidad de generación de empleos, captación de divisas y por su efecto multiplicador sobre otras actividades productivas como el comercio, el transporte y la pesca deportiva. De 1993 a 1998 la afluencia turística significó 9.2 millones de turistas, 68.9 % nacionales 31.1 % extranjeros. La estancia promedio era de 2.9 días para turistas nacionales y de 5.3 días para extranjeros, con un gasto promedio diario en pesos de \$ 737.90 y de \$ 1,315.60 respectivamente. En el año 2000 la afluencia turística fue de 1 millón 853 mil 036 turistas, generando divisas por el orden de los 5,961.3 millones de pesos con una estadía promedio de 3.3 días. La oferta turística Estatal en este mismo año fue de 271 establecimientos de hospedaje con 14,547 habitaciones, 118 agencias de viajes, 19 arrendadoras de autos, 415 restaurantes y 162 centros nocturnos. Las mayores participaciones corresponden a los Municipios de Mazatlán, Culiacán y Ahome.

### **Implicaciones y trascendencia en el manejo de la zona costera**

A partir del panorama descrito, puede observarse que las diferentes actividades desarrolladas en los ambientes costeros tenderán a aumentar su inestabilidad. Su ubicación y funcionamiento como interfase entre grandes sistemas dinámicos, aunado a las interconexiones e interrelaciones que se

establecen entre ellas, le confieren una gran fragilidad a esta zona. La morfología de la zona costera es originada y modelada a partir de la interacción dinámica de las zonas terrestres y marinas adyacentes aunado a la influencia permanente del clima y cambios inducidos por la acción de las actividades sociales cada vez más intensas en la franja costera; ésta comprende desde las latitudes templadas hasta las tropicales, sin olvidar la presencia de las zonas áridas que se ven reflejadas, por ejemplo, en los sistemas costeros del Golfo de California.

Si bien es cierto que la morfología de la costa ha sido estudiada y además las corrientes oceánicas en una franja de más de 100 millas de amplitud a partir de cinco o diez millas de la costa, estableciendo así una circulación promedio; no obstante, las investigaciones de éstas extensas superficies que cubren las aguas afectadas por ésta circulación no comprenden la zona adyacente a la costa, debido en gran parte a las complicaciones que se presentan por el efecto topográfico así como el de la configuración costera.

El patrón de corrientes cercanas a la costa ha sido estudiado en diversos lugares, atendiendo necesidades de carácter local sin poder generalizar estos resultados a regiones costeras extensas. Cada zona en particular tiene sus propias características en cuanto a batimetría, configuración costera, mareas, patrón de vientos, así como a la influencia de aguas continentales y otros factores que deben tomarse en cuenta con el fin de establecer un esquema confiable de su circulación.

Es por eso la pertinencia de la oceanografía costera en el estudio de los patrones de circulación en esta franja para determinar de las concentraciones y la distribución espacio-temporal de cualquier sustancia, principalmente contaminante. El conocer la dilución de la sustancia contaminante, permitirá establecer zonas de riesgo y alertar a las autoridades para la toma de decisiones.

Con respecto a las lagunas costeras y estuarios, la oceanografía costera adquiere importancia debido a que se cuenta con aproximadamente 125 lagunas y una superficie estimada de 12,600 km<sup>2</sup> (Lankford, 1977), lo que

representa un gran potencial productivo. Una de las características que poseen estos sistemas es su alta productividad, consideradas como las regiones más productivas de la biosfera, debido a que reciben aportes considerables de nutrientes provenientes de los ríos y escurrimientos terrestres (Whittaker y Likens, 1975).

Hay que destacar que estos sistemas son de las regiones costeras más susceptibles a ser alteradas. Bacon (1969) subraya que a pesar de su importancia pesquera, los esteros y lagunas costeras han sido de los ecosistemas menos estudiados y de los más perturbados por la actividad humana (expansión de ciudades, actividades agrícolas, desarrollos turísticos y granjas de cultivo de camarón). Es por lo expuesto, que estudiar las lagunas costeras y estuarios tiene como prioridad conocer los aspectos físicos, químicos, geológicos y biológicos; esto ayuda a comprender lo que ocurre en estos sistemas, para así conservar y administrar los recursos, mejorando con ello la calidad de vida de las comunidades pesqueras.

El creciente uso y actividades en la zona costera conduce a una serie de aspectos ambientales, económicos y sociales, que tienen expresiones particulares en problemas que hay que investigar por el rápido crecimiento de la población, el deterioro de la calidad ambiental, la pérdida de hábitats críticos, la disminución de las capturas pesqueras de peces y crustáceos, reducción de la biodiversidad, y el aumento de la vulnerabilidad por desastres naturales. Por lo tanto se hace necesario e imperativo lograr un manejo eficiente de los recursos naturales. Es así como la concentración de contaminantes en océanos, ríos y acuíferos, el deterioro de los suelos por la inadecuada explotación agrícola y forestal, la contaminación del aire, la incorrecta explotación de los recursos naturales como pesca, bosques, minerales y agua, la desaparición de especies vegetales y animales portadoras de información genética de gran valor y la pobreza en que vive gran parte de la población son algunas de las principales amenazas que constituyen una preocupación creciente de los gobiernos y las comunidades.

Es por eso que es determinante investigar en relación, no sólo el funcionamiento del ecosistema directamente afectado, sino también las

repercusiones en los otros ecosistemas costeros. Otro aspecto de gran importancia en las costas que ha sido poco investigado, es la complejidad de interacciones sociales y procesos económicos. En las costas se desarrollan no solamente aquellas actividades que más nos recuerden, como la pesca y el turismo, pues también florecen industrias, se genera energía, además de llevarse actividades agropecuarias, de transporte y comercio, etc.

En Sinaloa, donde la dependencia económica de los recursos naturales es un factor común, los problemas ambientales y aquellos asociados al manejo y aprovechamiento de los recursos naturales se hacen cada vez más importantes. La solución a estos problemas requiere de profesionistas altamente capacitados en la investigación y generación de respuestas innovadoras, así como en el conocimiento de las distintas alternativas de solución y regulación a problemas cada vez más importantes.

La complejidad de la problemática entraña diversas paradojas y desafíos para la investigación en el campo interdisciplinario de las ciencias sociales, ambientales, educativas, jurídicas así como de las humanidades. En estos aspectos mencionados, es reconocido y creciente el interés por los investigadores e instituciones a nivel mundial, nacional, regional y local sobre lo que se ha hecho en *Manejo sustentable de ambientes costeros* sobre todo para los académicos de la Facultad de Ciencias del Mar de la Universidad Autónoma de Sinaloa (FACIMAR-UAS).

### **Estudios básicos en oceanografía costera**

Las corrientes oceánicas en su mayoría han sido estudiadas en una franja de más de 100 millas de amplitud a partir de cinco o diez millas de la costa, estableciendo así una circulación promedio; no obstante, las investigaciones de éstas extensas superficies que cubren las aguas afectadas por ésta circulación no comprenden la zona adyacente a la costa, debido en gran parte a las complicaciones que se presentan por el efecto topográfico así como el de la configuración costera.

El patrón de corrientes cercanas a la costa ha sido estudiado en diversos lugares, atendiendo necesidades de carácter local sin poder

generalizar estos resultados a regiones costeras extensas. Cada zona en particular tiene sus propias características en cuanto a batimetría, configuración costera, mareas, patrón de vientos, así como a la influencia de aguas continentales y otros factores que deben tomarse en cuenta con el fin de establecer un esquema confiable de su circulación.

Los derrames accidentales o deliberados de sustancias químicas en el mar constituyen una fuente de contaminación, cuyos efectos pueden resultar dañinos a corto y mediano plazo. La extensión de cualquier sustancia que se vierte en el mar depende de las características de la sustancia, de las corrientes en la zona y de la difusión por movimientos turbulentos. El estudio de la dispersión y permanencia de un contaminante tiene por objeto determinar las concentraciones del mismo y la distribución espacio-temporal de la mancha. El conocer la dilución de la sustancia contaminante, nos permite determinar zonas de riesgo y alertar a las autoridades para la toma de decisiones.

El propósito de describir el patrón de la corriente superficial y subsuperficial en una franja costera o en cualquier cuerpo de agua costero mediante la modelación numérica; así como conocer que factores meteorológicos y oceanográficos son los más importantes en la circulación y dispersión de contaminantes, nos permitirá determinar el tiempo de permanencia y concentración de las sustancias vertida en la franja costera o el cuerpo de agua costero en cuestión.

Una aplicación inmediata del conocer el patrón de circulación en un recinto de agua semi-cerrado o de una franja costera, es el de ubicar y diseñar adecuadamente la desembocadura de drenaje industrial y urbano. Conociendo el patrón de circulación a las que estarán sometidas las aguas contaminadas, es posible evitar que estas sean concentradas por agentes naturales, disminuyendo el daño al medio ambiente.

La hidrodinámica en la zona costera y en general en cualquier cuerpo de agua donde el agua de mar penetra es compleja, debido a la cooscilación que produce la marea en estos cuerpos de agua y a las corrientes que esta genera. Esta complejidad se incrementa cuando se suman los efectos del

viento y la descarga de agua dulce proveniente de ríos. Debido a la dificultad que resulta el resolver de forma analítica las ecuaciones que describen la hidrodinámica de sistemas con tales características, los estudiosos del tema recurren a la modelación numérica.

El modelo numérico que se empleará para el estudio hidrodinámico en diferentes cuerpos de agua de la zona costera se ha utilizado con éxito en diferentes franjas y lagunas costeras de México. El modelo numérico hidrodinámico es no-lineal, con las ecuaciones de momentum y de continuidad integradas en la vertical. Las ecuaciones se resuelven de forma semi-implícita usando diferencias finitas en una malla Arakawa tipo C. La fricción del fondo es parametrizada de forma implícita y el coeficiente de fricción cambia con la profundidad. El esquema semi-implícito de las ecuaciones de momentum y de continuidad resulta en un sistema de ecuaciones de la superficie libre del mar. Por otra parte, se ha implementado al modelo hidrodinámico una subrutina que simula los procesos de dispersión. Físicamente estos procesos de transporte están representados en la ecuación de advección-difusión, la cual involucra los cambios temporales y espaciales de la concentración de una de sustancia pasiva.

### **Lagunas costeras y estuarios**

El interés de estudiar las lagunas costeras y estuarios tiene como finalidad conocer los aspectos físicos, químicos, geológicos y biológicos; con el propósito de entender y comprender lo que ocurre en estos sistemas, para así conservar y administrar los recursos que en ellos se encuentran.

En México, la investigación de las lagunas costeras adquiere importancia debido a que cuenta con aproximadamente 125 lagunas y una superficie estimada de 12,600 km<sup>2</sup> (Lankford, 1977), lo que representa un gran potencial productivo. Una de las características que poseen estos sistemas es su alta productividad, consideradas como las regiones más productivas de la biosfera, debido a que reciben aportes considerables de nutrientes provenientes de los ríos y escurrimientos terrestres (Whittaker y Likens, 1975).

El 90% de la pesca mundial se realiza en la zona costera y de ésta el 70% lo constituyen organismos estuarinos o que en algún periodo de su vida transcurre en un sistema lagunar (Yáñez-Arancibia, 1978). Las lagunas costeras proporcionan, alimento, refugio y áreas de crianza a numerosas especies endémicas, además, son consideradas santuarios naturales de numerosas especies de aves migratorias (Rutzler, 1969). La aportación de los manglares a la actividad pesquera es uno de los servicios más importantes (Ronback, 1999). Por ello, el efecto de su degradación o merma tiene impactos sumamente notorios en esta actividad económica.

Más de 26 familias de peces de importancia comercial cuentan con una distribución temporal o total en los mangles (Ronback, 1999). Entre estas familias sobresalen los meros (serranidae), pargos (lutjanidae) y jureles (carrangidae), que cuentan con alto valor en el mercado. El ciclo biológico de una gran variedad de crustáceos y moluscos de importancia comercial, como los camarones de la familia de los pennaedae y los ostiones, también están ligados a los manglares. Los manglares funcionan como trampas de larvas en lugares protegidos; de estar ausente, esas especies se dispersarían a sitios poco aptos para su desarrollo.

La pesca es una de las primeras actividades afectadas cuando la cobertura de manglar se reduce. Primavera (2000) encuentra una correlación positiva entre la producción pesquera municipal y la cobertura de manglar, disminuyendo la primera a medida que la segunda iba perdiendo cobertura.

Hay que destacar que estos sistemas son de las regiones costeras más susceptibles a ser alteradas. Bacon (1969) subraya que a pesar de su importancia pesquera, los esteros y lagunas costeras han sido de los ecosistemas menos estudiados y de los más perturbados por la actividad humana como: la explotación petrolera, sobreexplotación forestal, obras portuarias, construcción de presas y represas y obras de acceso. Algunos objetivos que se persiguen al realizar este tipo de obras es: controlar las zonas de inundación en época de lluvia en áreas aledañas a la laguna; desarrollo de puertos de abrigo y motivar el intercambio de masas de agua con fin acuícola.

Sin embargo, los resultados de estas empresas no siempre han sido benéficos para los sistemas lagunares y estuarios. Varias son las razones que han impedido el éxito de tales proyectos. Gutiérrez, et al. (1986), menciona las siguientes: azolve de los cuerpos de agua; inestabilidad hidráulica de la boca y el canal de acceso y modificaciones al entorno ecológico. En este último rubro Flores-Verdugo, et al. (1986), atribuye el colapso de algunos manglares localizados en la boca y el margen occidental de la Laguna Agua Brava, a los cambios hidrológicos causados por la apertura de la boca artificial y al efecto erosivo de las corrientes de marea.

Otro efecto que se debe atribuir a la construcción de presas y represas y al proceso de azolve natural, es la disminución del gasto hidráulico en diferentes zonas de las lagunas costeras y estuarios. El azolve reduce el intercambio de agua entre las diferentes zonas de los cuerpos costeros, modificando la zona de inundación por marea, alterando con ello la temperatura del agua al obstaculizar el intercambio libre de agua e incrementando la salinidad al formarse cuencas de evaporación, dañando así las condiciones del suelo propicias para el desarrollo y crecimiento de la vegetación local.

La degradación de la naturaleza tiene consecuencias más allá de la merma o incluso extinción de alguna especie o ambiente natural: tiene consecuencias en la calidad de la vida de las sociedades. El desconocimiento de los beneficios que proveen los ecosistemas, y en este caso particular el manglar, ha creado un sesgo hacia su transformación, ligada la mayoría de las veces a la destrucción para otros usos (Pearce y Turner, 1990).

Por ejemplo, de los múltiples beneficios que aporta el manglar podemos mencionar los siguientes: Los mangles funcionan como centros de crianza de numerosas especies de importancia comercial para la pesca, el mantenimiento de la calidad del agua para la acuicultura y, la estabilidad a la zona costera para la permanencia de centros poblacionales.

Hasta ahora, más de 50 % de los manglares del mundo han desaparecido. Históricamente se consideraba que 75 % de la línea de costa de los trópicos estaba cubierta por manglar. De ese total, hoy sólo queda 25 %

(Farnsworth y Ellison, 1997). Las causas principales de esta deforestación acelerada, de acuerdo con los autores, es el reclamo de los espacios que ocupan estos ecosistemas para la expansión de ciudades, actividades agrícolas, desarrollos turísticos y granjas de cultivo de camarón.

Los manglares proveen un amplio rango de servicios ecológicos que afectan el bienestar tanto de las comunidades adyacentes a ellos, como de sociedades lejanas. Entre los servicios locales que proveen los ecosistemas de manglar destacan la protección de la zona costera contra huracanes e inundaciones, la protección contra la reducción de la línea de costa, el mantenimiento de especies de importancia para actividades comerciales (pesca, ecoturismo) y el mantenimiento de calidad de agua para actividades de acuicultura. Otros servicios como la captura de CO<sup>2</sup> y la función como trampas de sedimento y material orgánico en suspensión, son de suma importancia para la permanencia de numerosas actividades económicas en los manglares y en ecosistemas adyacentes (Ronnback, 1999).

### **19.3. Línea 3: Aprovechamiento sustentable de recursos pesqueros**

#### **Descripción de la línea**

Bajo la problemática que viven las pesquerías tanto a nivel global, nacional como regional es urgente la disposición de recursos humanos con un alto nivel científico para desarrollar investigaciones en la evaluación del estado actual de las pesquerías y así como en el conocimiento de recursos potencialmente pescables. En este sentido, que participe en el diseño de políticas, estrategias e instrumentos en el manejo de actividades pesqueras bajo los principios de sustentabilidad.

#### **Estado del arte**

Las principales regiones de pesca a nivel mundial con mayores porcentajes (69-77%) de poblaciones plenamente explotadas son las del Atlántico centro-oeste, el Atlántico centro-este, el Atlántico noroeste, el océano Índico oeste y el Pacífico noroeste, mientras que las áreas con mayores proporciones (46- 60 por ciento) de poblaciones sobreexplotadas, agotadas y en recuperación son

las del Atlántico sudeste, Pacífico sudeste, Atlántico nordeste y las de alta mar, especialmente las especies de túnidos de los océanos Atlántico e Índico. En unas pocas áreas del mundo se registran cifras relativamente elevadas (48-70 por ciento) de poblaciones sub explotadas o moderadamente explotadas, tales como las del Pacífico centro-este (donde se encuentra ubicado el Pacífico mexicano), Pacífico centro-oeste y Pacífico suroeste, mientras que en el Mediterráneo y el mar Negro, el Atlántico sudoeste y el océano Índico este se señalan del 20 al 30 por ciento de poblaciones que se considera que todavía se hallan moderadamente explotadas o sub explotadas.

En general, más del 75 por ciento de las poblaciones de peces a nivel mundial que se han evaluado están ya plenamente explotadas o sobreexplotadas (o agotadas y recuperándose del agotamiento), lo que confirma observaciones anteriores que indicaban que se ha alcanzado probablemente el potencial máximo de la pesca de captura de peces silvestres en los océanos del mundo y se necesita una ordenación más prudente y controlada de la pesca mundial.

Oficialmente, México aporta el 1.1 % de la producción pesquera y acuícola mundial, esto le permite situarse dentro de los veinte países con mayor producción pesquera y el tercero en América Latina.

De esta producción, el 66 % de la captura se obtiene en el Pacífico nororiental, el 20 % en el Golfo de México, el 9 % en el pacífico tropical y el 3 % en el Mar Caribe. Con base a lo anterior, la zona más productiva en recursos pesqueros corresponde al litoral del Océano Pacífico, en donde sólo cuatro estados (Sonora, Sinaloa, Baja California y Baja California Sur) aportan aproximadamente dos tercios de la producción nacional pesquera y acuícola.

Actualmente, la estructura y la composición de la flota pesquera está constituida por 106,000 embarcaciones, de las cuales 102,820 (97%), son artesanales o de pequeña escala y 3,180 (3%) corresponden a la flota mayor.

Dentro de los principales problemas que actualmente tiene la pesca en México se encuentran: pesquerías sobreexplotadas, exceso de capacidad pesquera, modificación severa de ecosistemas, captura incidental, deterioro de hábitat, contaminación, sobreesfuerzo pesquero, falta de apoyo técnico y

financiero, flota excedente y caduca, falta de control y vigilancia, así como deficiencias en la ordenación de las pesquerías.

De acuerdo con la Carta Nacional Pesquera, el 71% de los stocks explotados están en máximo rendimiento o explotación plena, el 15 % en deterioro por sobreexplotación y el 13% presentan potencial de expansión de las capturas.

La investigación para la evaluación de los recursos pesqueros se realiza con diferentes enfoques; la evaluación de stock que se basa en la dinámica interna de la población ha mejorado sus herramientas técnicas con la finalidad de enfrentar los problemas de incertidumbre asociados a la estimación de modelos pesqueros, así se ha incorporado a la evaluación de stock la estimación de parámetros poblacionales y sus intervalos de confianza a través de métodos de mínimos cuadrados, estimadores de máxima verosimilitud, bootstrap, análisis bayesiano, simulación de Monte Carlo. El enfoque de la influencia del ambiente sobre la dinámica de las poblaciones pesqueras ha desarrollado nuevos conceptos como el de régimen en el que se considera que el tamaño de las poblaciones de recursos pesqueros fluctúan en ciclos asociados a regímenes climáticos y esto ha cobrado relativa importancia a raíz del conciencia colectiva del cambio climático global. El enfoque bioeconómico consideran indicadores de orden económico y biológico para evaluar escenarios de situación de los recursos pesqueros y apoyar la toma de decisiones. El enfoque ecosistémico por su parte considera a los recursos como parte de un ecosistema y evalúa las interacciones con otros componentes del ecosistema. Se han desarrollado en este sentido herramientas de computo (software) como el ECOPATH. Recientemente se están usando los Sistemas de Información Geográfica y los sensores remotos para apoyar la evaluación de los recursos pesqueros y la toma de decisiones.

Para el manejo de las pesquerías se han utilizado conceptos como el principio precautorio y pesca responsable, comanejo, manejo adaptativo, etc. Bajo este contexto, se ve claro que es urgente la formación de recursos de alto nivel con la formación científica para desarrollar investigaciones en la evaluación del estado actual de las pesquerías y aquellos recursos

potencialmente pescables, asimismo que participe en el diseño de políticas, estrategias e instrumentos en el manejo de actividades pesqueras bajo los principios de sustentabilidad.

### **Aspectos hidrológicos y su relación con la productividad primaria**

El océano presenta una mayor estructura térmica en el plano vertical en comparación con el plano horizontal, siendo esta estructura biológicamente muy importante. La continuidad de la producción de organismos en el océano depende en mayor medida de la mezcla entre las capas superficiales y profundas, en este proceso, la materia orgánica en descomposición que se ha hundido es transportada nuevamente a la superficie (Tomczak, 2002). Los movimientos convectivos dependen de los cambios de densidad en la columna de agua y por consiguiente estos movimientos están asociados a la variación estacional térmica de la región geográfica.

La temperatura es una manifestación de la energía calorífica que se propaga en el agua de molécula a molécula en un proceso muy lento conocido como conducción. En el océano, debido a la fuerte absorción de la radiación solar en los primeros metros de la columna de agua, el perfil de temperatura debería presentarse con decaimiento exponencial, sin embargo, este comportamiento no se manifiesta debido principalmente al viento, el cual homogeniza térmicamente los primeros metros de la columna de agua produciendo una columna estratificada (Pond y Pickard, 1983).

Cuando las aguas costeras y en general cualquier cuerpo de agua presenta una temperatura uniforme en toda la columna de agua, la propagación de calor a través de toda la masa de agua ocurre de manera muy eficiente, la densidad del agua prácticamente es igual en la vertical, no existiendo una barrera física que impida el intercambio de propiedades a diferente profundidad. Sin embargo, cuando la diferencia de temperatura genera capas de agua con diferente densidad se forma una barrera física, que impide que las capas se mezclen, contando éstas con importantes diferencias físicas, químicas y biológicas (Pickard y Emery, 1990).

Si el océano se encuentra estratificado y este ha sido perturbado por el viento o por la marea por lo general presenta ondas internas, las cuales se manifiestan en la superficie del mar con franjas de diferente tono y textura (Gill, 1982). Los factores que determinan el periodo de las ondas internas, su amplitud, longitud y dirección de propagación son: el carácter de la estratificación, la localización de la termoclina, la batimetría y la intensidad de las fuerzas que las generan (LeBlond y Mysak, 1978).

Las ondas internas afectan la circulación general de los océanos, no sólo por su capacidad de transportar momentum y energía a grandes distancias, sino porque también son capaces de redistribuir estas propiedades en diferentes escalas de tiempo y espacio (Moore, 1976). Así, las ondas internas juegan un papel importante en la transferencia de energía de gran escala y pequeña escala, contribuyendo en el entendimiento de los flujos de energía.

La variación térmica del océano, la generación y propagación de las ondas internas son tópicos de mucho interés en la investigación oceanográfica. Además de su relevancia científica, su estudio tiene importancia práctica en la productividad pesquera. Cabe mencionar que la mezcla que producen las ondas internas es uno de los mecanismos más importantes en llevar hacia las capas superiores nutrientes de las capas profundas, incrementando la productividad primaria y con ello la abundancia del plancton (Tomczak, 2002). Aunque se han realizado importantes estudios hidrológicos en las costas de Sinaloa y en otros sitios de la República Mexicana, estos se limitan a la variación térmica en los primeros metros de la columna de agua. En la actualidad no existe ningún antecedente con registro de la variación hidrológica en el interior de la columna de agua a más de 20 m de profundidad. La variación hidrológica resulta de suma importancia para el entendimiento de las ondas internas y su relación con algunos eventos biológicos que se suscitan en las aguas costeras.

## **ANEXOS**

## **A1. PROGRAMAS DE LOS CURSOS QUE OFERTA EL PROGRAMA DE POSGRADO EN RECURSOS ACUÁTICOS**

### **CURSO OBLIGATORIO PARA LAS 3 LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN**

#### **ASIGNATURA: TALLER DE ELABORACIÓN DE REPORTES CIENTÍFICOS**

UNIDAD ACADÉMICA: FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR.

RESPONSABLE DEL CURSO: DR. MARTÍN GABRIEL FRÍAS  
ESPERICUETA

TEORÍA: 64 HORAS

PRÁCTICAS: 64 HORAS

CRÉDITOS: 8

#### **Objetivo General**

El curso está planteado de forma modular de tal manera que su descripción se presenta por separado para cada uno de los módulos:

##### Módulo I

Dar al estudiante los fundamentos, métodos y estrategias para la redacción de reportes científicos.

##### Módulo II

Introducir a los estudiantes en los convenios y los inconvenientes de la escritura científica a través del proceso basado en experiencias de producir un artículo científico.

##### Módulo III

Este módulo está diseñado para estudiantes de posgrado que están haciendo investigación en distintas disciplinas académicas. Se basa en el supuesto de que la escritura es un proceso evolutivo, que la mayoría de la escritura es una forma de argumentación, y que la responsabilidad del escritor técnico es para

atender las necesidades del lector. El objetivo principal es aprender a escribir correctamente haciendo frente a una audiencia específica a fin de lograr una finalidad específica. En este módulo se enseñarán las estrategias de planificación, escritura, organización, evaluación, revisión y edición de reportes científicos y técnicos. Se propone la escritura y/o revisión de artículos científicos por los participantes en el módulo, los cuales podrán ser considerados como productos finales para su publicación.

## **Programa**

### Módulo I

#### *Teoría*

1. Características formales del artículo científico
2. Indicaciones para la redacción de un artículo científico
3. Cohesión y coherencia
4. El artículo de revisión bibliográfica (Review)
5. Tropiezos gramaticales
6. El gerundio correcto e incorrecto
7. La puntuación
8. La acentuación
9. Reglas prácticas de redacción y estilo

#### *Práctica*

1. Redacción de textos
2. Intercambio y corrección de textos entre participantes
3. Discusión colectiva de textos previamente revisados

### Módulo II.

- 1) Errores comunes y corregir el uso por escrito, claridad de expresión y la cohesión de las ideas, convenciones de diseño y signos de puntuación.
2. Principios de la escritura científica, el estilo de escritura científica.
3. El proceso de escritura: las etapas de exploración.
4. Acceso a la literatura, incorporación de la literatura: cita, parafraseo,

referencia, bibliografía. 5. Normas ortográficas, abreviaturas y acrónimos, fecha límite de entrega de un artículo.

### Módulo III

1. Introducción a los problemas comunes de un artículo de investigación científica (es decir, razones por la que los artículos son rechazados).
2. Introducción a la argumentación con el enfoque de Bruno Latour utilizando las modalidades positivas y negativas.
3. Las modalidades de Latour aplicadas a un artículo escrito por alumnos de la clase
4. El esqueleto de un artículo y las etapas que se llevan a cabo a lo largo de la discusión.
5. Consideraciones de la estructura y la argumentación del artículo científico a través de:
  - 5.1 Las etapas del planteamiento discursivo.
  - 5.2 Encontrando un nicho.
  - 5.3 Presentar el caso y su argumentación.
  - 5.4 La utilización de una cadena de razonamientos, desplazándose de argumentos válidos a controversiales.
  - 5.5 La propuesta de criterios pertinentes para juzgar soluciones alternativas.
6. Sugerencias para guiar al escritor durante la composición.
7. Proponer "tríadas" como un método de retroalimentación a los investigadores. La tríada se compone de: escritor-investigador, investigador-editor, editor-instructor (cada miembro de la tríada participa en la edición de los artículos).
8. Escribir el cuerpo del artículo.
9. Revisar el artículo después de 2 sesiones con los miembros de la triada.
10. Presentar la versión revisada en el siguiente módulo.

### **Estrategias de aprendizaje**

#### Módulo I

Basado en clases teóricas y en el desarrollo del trabajo práctico en el aula y

trabajo práctico extraclase

## Módulo II

Este módulo del curso se impartirá en un total de 40 horas. Una introducción general al módulo se programará para todos los participantes. El curso será teórico y práctico. Las cinco sesiones se impartirán de profesor a estudiante, aunque también habrá sesiones de trabajo entre estudiantes. Se realizará una sesión de comentarios al final de cada módulo.

## Módulo III

Consideraciones previas a la escritura de un artículo: actual perfil de la comunidad científica, la identificación de audiencias e intereses, determinar posibles problemas, planteamiento de decisiones, construcción de argumentos, organización de la estructura y secuencia del contenido.

Proceso de escritura: el borrador, etapas retóricas, modalidades positivas y negativas, problemas lingüísticos, el resumen.

## Evaluación

### Módulo I

La evaluación de curso se hará mediante exámenes escritos respecto a la parte teórica del curso (valor 20 puntos) y redacción de textos (valor 80 puntos). Se tomará en cuenta la asistencia y el desempeño en clase. Para la acreditación del curso se requiere asistir al menos 90% de las sesiones teórico-prácticas y acreditar la evaluación del trabajo práctico.

### Módulo II

Los estudiantes deben llegar al módulo con un tema sobre el que se va a escribir un artículo de aproximadamente 750 palabras. La evaluación se basará en la capacidad de incorporar en el artículo los elementos que se exploró durante las sesiones 1 a 5.

### Módulo III

Los estudiantes se clasificarán de acuerdo a sus habilidades de argumentación en su primera versión de su artículo para su publicación (90 puntos). Cada tarea y ejercicio se clasificarán también durante el módulo (10 puntos)

## **BIBLIOGRAFÍA**

### Módulo I

Alonso, Amado y Pedro Henríquez Ureña. Gramática castellana. Editorial Pueblo y Educación. La Habana, Cuba. 1968.

Alpízar Castilla, Rodolfo. Para expresarnos mejor. Editorial Científico-Técnica, La Habana, Cuba. 1989.

Delgado de la Torre, Livio. Saber puntuar es saber escribir. Manual de puntuación. Editorial Pablo de la Torriente Brau. La Habana, Cuba. 1987.

Gili Gaya, Samuel. Curso superior de sintáxis española. Edición Revolucionaria, La Habana, Cuba. 1971.

Martín Vivaldi, Gonzalo. Del pensamiento a la palabra. Curso de redacción. Editorial Pueblo y Educación. La Habana, Cuba. 1970.

Repilado, Ricardo. Dos temas de redacción. Editorial Pueblo y Educación. La Habana, Cuba. 1969.

Roca Pons, José. Introducción a la gramática. Edición Revolucionaria. La Habana, Cuba. 1972.

Rodríguez-Loeches Fernández, Juan. Como escribir en Ciencias Médicas. Editorial Academia, La Habana, Cuba. 1997.

### Módulo II

Booth, V. H. Communicating in Science: Writing a Scientific Paper and Speaking at Scientific Meetings. U. K., CUP. 1993

Cummings and Genzel Writing your Way. U. S. A., Newbury House. 1989

Day, R. A. Scientific English: A Guide for Scientists and Other Professionals. U. S. A., Oryx Press. 1992

Day, R. A. How to Write and Publish a Scientific Paper. U. S. A., Oryx Press. 1988

O'Connor, M. Writing Successfully in Science. U. K., Harper Collins Academic. 1991

O'Connor, M. and Woodford, F. P. Writing Scientific Papers in English. New York, Associated Scientific Publishers. 1975

Trimble, L. English for Science and Technology: A Discourse Approach. U. K., CUP. 1985

Woodford, F. P. Scientific Writing for Graduate Students: A Manual on the Teaching of Scientific Writing. U. S. A., Council of Biology Editors. 1986

### Módulo III

Huckin, Thomas N. and Olsen, Leslie A. Technical Writing and Professional Communication for Nonnative Speakers of English. New York, McGraw-Hill, Inc. pp. 56-71; 73-89; 96-109; 357-366; 395-407; 413-425. 1991

La Tour, Bruno Science in Action, How to Follow Scientists and Engineers through Society. Cambridge, MA, Harvard University Press, Chapter 1, pp. 21-62. 1987

Swales, John M. and Feak, Christine B. Academic Writing for Graduate Students. Essential Task and Skills. A Course for Nonnative Speakers of English. Ann Arbor, MI, The University of Michigan Press, pp. 173-205. 1994

## **A2. CURSOS OPTATIVOS PARA LAS 3 LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN**

### **ASIGNATURA: BIOESTADÍSTICA**

UNIDAD ACADÉMICA: FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR.

RESPONSABLE DEL CURSO: DR. JOSÉ CRISTOBAL ROMÁN REYES

TEORÍA: 80 HORAS.

PRÁCTICAS: 16 HORAS

CRÉDITOS: 6

#### **Objetivo General**

El estudiante comprenderá los fundamentos de la estadística para su aplicación en el análisis y procesamiento de datos obtenidos a partir de experimentos de campo o de laboratorio, mediante las técnicas de análisis de varianza, regresión, correlación y de tablas de contingencia. Será capaz de diseñar experimentos, ejecutarlos, y seleccionar el método estadístico más adecuado en el procesamiento de los datos e interpretar de manera adecuada los resultados.

#### **Programa**

##### **I. PRUEBAS DE HIPÓTESIS.**

I.1. Introducción.

I: 2. Tipos de errores.

I.2.1. Error tipo I.

I.2.2. Error tipo II.

I.3. Prueba de normalidad de Lilliefors.

I.4. Métodos paramétricos.

I.4.1. Prueba de hipótesis para la media.

I.4.2. Prueba de hipótesis para la diferencia de medias. Muestras independientes.

I.4.3. Prueba de hipótesis para muestras relacionadas.

I.5. Métodos no paramétricos.

I.5.1. Prueba U de Mann-Whitney para un par de muestras independientes.

I.5.2. Prueba por rangos de Wilcoxon para muestras relacionadas.

## II. ANÁLISIS DE VARIANZA.

II.1. Introducción.

II.2. Supuestos básicos para la aplicación de ANAVA.

II.2.1. Método paramétrico.

II.2.1.1. Análisis de varianza de una vía.

II.2.1.2. Análisis de varianza de dos vías.

II.2.1.3. Prueba de comparaciones múltiples.

II.2.2. Método no paramétrico.

II.2.2.1. Prueba de Kruskal-Wallis.

II.2.2.2. Análisis de varianza por bloques aleatorizados.

II.2.2.3. Prueba de comparaciones múltiples.

## III. ANÁLISIS DE REGRESIÓN.

III.1. Introducción.

III.2. La recta de regresión.

III.3. Estimación puntual de los parámetros de la recta de regresión por el método de los mínimos cuadrados.

III.4. Error estándar de los coeficientes de la recta de regresión.

III.5. Estimación por intervalos de los coeficientes de la recta de regresión.

III.6. Pruebas de hipótesis referentes a los coeficientes de la recta de regresión.

III.7. Intervalos de confianza para el valor medio de la variable dependiente.  
Banda de confianza para  $\mu_{(x)}$ .

III.8. Intervalos de confianza para la variable dependiente: Banda de confianza para  $Y$ .

III.9. Transformaciones linealizantes.

#### IV. ANÁLISIS DE CORRELACIÓN.

IV.1. Introducción.

IV.2. Estimación puntual del coeficiente de correlación  $\rho$ .

IV.3. Estimación por intervalos para el coeficiente de correlación  $\rho$ .

IV.4. Pruebas de hipótesis referentes al coeficiente de correlación  $\rho$ .

#### V. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE DATOS ENUMERATIVOS.

V.1. Introducción.

V.2. Tipos de experimentos que generan datos enumerativos

V.3. Prueba de independencia Ji-Cuadrada.

V.4. Tablas de contingencia.

#### **Estrategias de aprendizaje**

- El alumno discutirá en equipo y de manera individual los conceptos relacionados con los tipos de errores estadísticos.
- El alumno discutirá el concepto de prueba de hipótesis estadística.
- Uso de datos generados por las investigaciones de los tesisistas de la licenciatura y del posgrado.
- El alumno trabajará de manera individual y en equipo con el uso de calculadoras de bolsillo y microcomputadoras en la solución de problemas relacionados con pruebas de hipótesis.
- Exposición del profesor para discutir la ruta crítica del procedimiento para procesar los datos provenientes de experimentos con dos muestras independientes o relacionadas.
- Exposición del profesor relacionada con el concepto de Análisis de Varianza.
- Discusión dentro y entre equipos de trabajo acerca de los supuestos básicos para la aplicación del ANAVA.
- Trabajo individual y en equipo. Ejercicios de tarea con datos generados por las investigaciones de los tesisistas de la licenciatura.
- Utilización de la microcomputadora en la solución de ejercicios de clase y tareas. Uso de un paquete estadístico.
- El profesor expondrá y discutirá con los equipos de trabajo el concepto de análisis de regresión y su relación con el ANAVA.
- El alumno investigará el concepto de mínimos cuadrados en la estimación de los parámetros de la regresión.
- El estudiante resolverá ejercicios de tarea y en clase con el uso de

calculadora de bolsillo y con el uso de microcomputadora y de software estadístico, relacionados con la estimación de la recta de regresión, sus intervalos y bandas de confianza.

- Con el uso de una microcomputadora y de software estadístico, el alumno ajustará los datos a modelos matemáticos mediante aproximaciones sucesivas.
- El profesor promoverá la discusión entre los equipos de trabajo acerca de los conceptos de análisis de regresión y correlación.
- Realización de ejercicios de manera individual y en equipo por parte de los alumnos, relacionados con el cálculo de intervalos de confianza para el coeficiente de correlación y de pruebas de hipótesis.
- El alumno resolverá problemas de tarea y en clase, de manera individual y en equipo, aplicando la prueba Ji Cuadrada y las tablas de contingencia en el procesamiento de variables biológicas cualitativas.

### **Estrategias de evaluación**

Reporte escrito de investigación. Participación en discusión colectiva. 4 Exámenes parciales con solución de dos problemas (valor 60%), (reporte de trabajo en equipo 40%).

### **Bibliografía**

- Box, G. E. P., Hunter W. G. y Hunter J. S, 1978. Statistics for Experimenters. An Introduction to design, data analysis, and model building. John Wiley & Sons, New York.
- Cochran, W. G., 1963. Sampling techniques, 2d de. John Wiley & Sons, Inc., New York.
- Conover, W. J. 1980. Practical nonparametric statistics. Second edition. Ed. Jhon Wiley and Sons, Inc.
- Elliot, J. M., 1971. Statistical Analysis of samples of Benthic Invertebrates. Freshwater Biological Association. Sci. Publ. No. 25.
- Gray, A. W. y Ulm, O. M. 1976. Probabilidad y estadística elementales. Primera edición. Editorial Ariel. Editorial.
- Hoel, P. G. 1979. Estadística elemental. Tercera edición. Editorial C.E.C.S.A..
- Hoel, P. G. 1980. Introducción a la estadística matemática. C.E.C.S.A..
- Kreyszig, E. 1983. Introducción a la estadística matemática. Principios y métodos. Séptima edición. Editorial LIMUSA.
- Leach, Ch. 1982. Fundamentos de estadística. Enfoque no paramétrico para ciencias sociales. Primera edición. Editorial LIMUSA.
- Mead, R. and R. N. Curnow, 1983. Statistical Methods in Agriculture and Experimental Biology.
- Mendenhall, W. 1982. Introducción a la probabilidad y la estadística. Quinta edición. Editorial Wadsworth International/Iberoamérica. Wadsworth, Inc.

Mendenhall, W., Scheaffer, R. L. y Wackerly, D. D. 1986. Estadística matemática con aplicaciones. Tercera edición. Grupo Editorial Iberoamérica, S. A. de C. V..

Morrisson, D. F., 1967. Multivariate Statistical Methods. McGraw Hill.

Pimentel, R. A., 1979. Morphometrics: The multivariate analysis of biological data. Kendall/Hunt Publishing, Co..

Siegel, T. 1978. Estadística no paramétrica aplicada a las ciencias de la conducta. Cuarta edición. Editorial TRILLAS.

Snedecor, G. W. and Cochran, W. G. 1980. Statistical Methods. Seventh edition. The Iowa State University Press.

Sokal, R. R. y Rohlf, F. J. 2000. Biometry. 3rd ed. W. H. Freeman and Company. 887 pp.

Yamane, T., 1978. Estadística. Tercera edición. Editorial HARLA.

Zar, J. H. 1999. Biostatistical Analysis. 4th ed. Prentice Hall, Inc. 660 pp.

Conover, W. J. 1999. Practical nonparametric statistics. 3rd ed. John Wiley y Sons, Inc. 584 pp.

## **ASIGNATURA: INTRODUCCIÓN A LA ACUICULTURA**

UNIDAD ACADÉMICA: FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR.

RESPONSABLE DEL CURSO: DR. GUSTAVO RODRÍGUEZ MONTES DE OCA

TEORÍA: 40 HORAS

PRÁCTICAS: 40 HORAS

CRÉDITOS: 5

### **Objetivo General**

El estudiante conocerá los fundamentos multidisciplinarios que intervienen en la producción comercial de organismos acuáticos

### **Programa**

- I. Origen y devenir de la acuicultura
- II. Fundamentos de reproducción, ciclos de vida y crecimiento
- III. Fundamentos de genética y mejoramiento de Stocks
- IV. Fundamentos de nutrición y alimentación acuícola
- V. Principios de la producción de alimento para la acuicultura
- VI. Fundamentos del manejo de salud de los organismos en cultivo y combate a las enfermedades
- VII. Clasificación de las unidades de producción acuícola
- VIII. Impactos de la Acuicultura
- IX. Tecnología y procesamiento post-cosecha
- X. Casos tipo

### **Estrategias de aprendizaje**

- El alumno discutirá en equipo y de manera individual los conceptos relacionados con el origen y devenir de la acuicultura.
- El alumno discutirá los fundamentos de reproducción, ciclos de vida y crecimiento.
- Exposición del profesor para discutir los fundamentos de genética y mejoramiento de Stocks.
- Utilización de la microcomputadora en la solución de problemas en la

formulación de dietas para la acuicultura.

- El alumno trabajará de manera individual y en equipo el análisis de los diversos procedimientos para la producción de alimentos usados en acuicultura.
- El profesor promoverá la discusión entre los equipos de trabajo acerca de los conceptos necesarios para el manejo de la salud de los organismos en cultivo y combate a las enfermedades.
- El alumno investigará y discutirá la clasificación de las unidades de producción acuícola.
- Uso de datos generados por las investigaciones publicadas en torno a los Impactos de la acuicultura para su discusión y análisis.
- Discusión dentro y entre equipos de trabajo acerca de la tecnología existente para el procesamiento post-cosecha de la industria acuícola.
- Exposición del profesor relacionada con casos tipo exitosos y fracasos en el ámbito acuícola.
- Prácticas de campo y laboratorio para reforzar conceptos estudiados.

### **Estrategias de evaluación**

Reporte escrito de investigación. Participación en discusión colectiva. 4

Exámenes parciales (valor 60%), (reporte de trabajo en equipo 40%).

### **Bibliografía**

Arredondo-Figueroa, J.L. y Ponce-Palafox, J.T. 1998. Calidad del agua en acuicultura. Conceptos y aplicaciones. AGT Editor, S.A. México

Bardach, J.E., Ryther, J.H., McLaren, W.O. 1986. Acuicultura. Crianza y cultivo de organismos marinos y de agua dulce. AGT Editores, México, 741.

Creswell, L.R. 1993. Aquaculture Desk Reference. Florida Aqua Faros, USA. 206 pp.

Gérard Copin-Montégut 2002. Chimie de l'eau de . Institut océanographique. FRANCE. 319 pp.

Lucas, J.S. and Shoutgate, P.C. 2003. Aquaculture Farming Aquatic Animals and Plants. Blackwell Publishing, 502 pp.

Maître-Allain, T., 2001. L'aquarium, Le Nouveau Manuel. Solar, France, 336 pp.

- Martínez-Córdova, L.R.. 1998. Ecología de los sistemas acuícolas. Bases ecológicas para el desarrollo de la acuicultura. AGT Editor, S.A. México.
- Romero- Rojas, J.A. 1999. Calidad del Agua. Alfaomega. México, 273 pp.
- Ryding, S-O., Rast, W. 1992. El control de la eutrofización en lagos y pantanos. UNESCO. 375 pp.
- Sigg, L., Behra, P. Stumm, W. 2000. Chimie des milieux aquatiques : Chimie des eaux naturelles et des interfaces dans l'environnement. Dunod, France. 567 pp.
- Strickland, J.D.H. and Parsons, T.R. A Manual of Sea Water Analysis. Fisheries Research Board of Canada. 1965. Second edition
- Timmons, M. B., Ebeling, J. M., Wheaton, F. W., Summerfelt, S. T., Vinci, B. J. 2002. Recirculating Aquaculture Systems, NRAC, USA, 769 pp.
- Webber, W.J. 2003. Control de la Calidad del Agua, Procesos fisicoquímicos. Reverté, México. 654 pp.
- Wheaton, F.W. 1977. Acuicultura. Diseño y construcción de sistemas. AGT Editores, México, 704 pp.

## **ASIGNATURA: INTRODUCCIÓN A LAS CIENCIAS PESQUERAS**

UNIDAD ACADÉMICA: FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR.

RESPONSABLE DEL CURSO: DR. JORGE SAÚL RAMÍREZ PÉREZ

TEORÍA: 40 HORAS.

PRÁCTICAS: 40 HORAS

CRÉDITOS: 5

### **Objetivo General**

El maestrante entenderá la actividad de la pesca en su contexto global para plantear formas de solucionar problemas en pesquerías particulares.

### **Objetivos Específicos**

1. El alumno identificará los sistemas unitarios de la ciencia pesquera con su subsecuente aplicación en las pesquerías.
2. El maestrante entenderá la aplicación de la dinámica de poblaciones en los recursos acuáticos con la finalidad de optimizar el beneficio humano.

### **Programa**

#### **Unidad I**

- 1.2. Historia de la Ciencia Pesquera
- 1.3. Porqué se investiga una pesquería
- 1.4. Concepto de Sistema.
- 1.5. Sistemas unitarios en Ciencia Pesquera y Sus operaciones.
- 1.6. Modelos Generales de Pesquerías.

#### **Unidad II**

- 2.1. Medición de peces.
- 2.2. Medición de moluscos.
- 2.3. Medición de crustáceos.
- 2.4. Formularios para anotaciones de medidas.
- 2,5, Determinación a partir de estructuras esqueléticas.
- 2.6. Métodos indirectos Petersen y Marcado.
- 2.7. Composición por tallas claves edad: talla.
- 2,8, Determinación del sexo.

- 2.9. Fases de madurez gonadal.
- 2.10. Claves talla-madurez y Fecundidad.

### **Unidad III**

- 3.1. El ecosistema y sus componentes.
- 3.2. Cadenas alimentarias y niveles tróficos.
- 3.3. Producción neta y venta.
- 3.4. Producción y hundimiento ecológico.
- 3.5. Estimaciones a partir de contenido estomacal.
- 3.6. Observación de la temperatura y su aplicación,
- 3.7. Muestreo químico e intensidad de luz.
- 3.8. Biomasa de Plancton y Producción Primaria.
- 3.9. Estudio de larvas y peces.

### **Unidad IV**

- 4.1. Cuantificación de Biomasa.
- 4.2. Dinámica de población.
- 4.3. Empleo de modelos.

### **Estrategias de aprendizaje**

- El alumno discutirá en equipo y de manera individual los conceptos relacionados con el origen y devenir de las ciencias pesqueras.
- El alumno discutirá los fundamentos de reproducción, ciclos de vida y crecimiento.
- Exposición del profesor para discutir los fundamentos de genética y mejoramiento de Stocks.
- Utilización de la microcomputadora en la solución de problemas sobre modelos.
- El alumno trabajará de manera individual y en equipo el análisis de los diversos procedimientos para la producción pesquera.
- El profesor promoverá la discusión entre los equipos de trabajo acerca de los conceptos necesarios para el manejo de las pesquerías.
- El alumno investigará y discutirá la clasificación de las pesquerías.
- Uso de datos generados por las investigaciones publicadas en torno a los Impactos de las pesquerías para su discusión y análisis.
- Discusión dentro y entre equipos de trabajo acerca de la tecnología existente para explotación pesquera.

- Exposición del profesor relacionada con casos tipo exitosos y fracasos en el ámbito pesquero.
- Prácticas de campo y laboratorio para reforzar conceptos estudiados.

### **Estrategias de evaluación**

Evaluación formativa y continua, basada en la participación del maestrante en las actividades a lo largo del curso:

1. Asistencia (obligatoria) 10%
2. Participación 30%
3. Ensayo (Trabajo final) 60%

### **Bibliografía**

Morán Angulo M. et al. 2002. Manejo de Recursos Pesqueros. Reunión Temática Nacional. UAS, Gobierno del Estado, ANUIES y SEMARNAT

Cadima, E. L., A. M. Caramelo, M. Alfonso-Dias, P. Conte de Barros, M. O.

FAO, 2000. Examen del estado de los recursos pesqueros mundiales: la pesca continental. *FAO Circular de Pesca* (942): 1-66.

Fuiman, L. A. y R. G. Werner, 2002. *Fifherly Science. The unique contributions of early life stages.* Blackwell Publishing. Malden, MA, USA. 326 p.

Nikolski G.V. "Dinamic Populations. Editorial Academia Press Inc. USA.

Kesteven, G. L., 1973. Manual de Ciencia Pesquera. Parte 1. Una introducción a la ciencia pesquera. *Documentos Técnicos de la FAO sobre la Pesca* (118): 1-47.

Tandstad y J. I. Leiva-Moreno de, 2005. Sampling methods applied to fisheries science: a manual. *FAO Fisheries Technical Paper* (434): 1-88.

Departamento de Pesca de la FAO, 1997. El estado de la pesca y la acuicultura. FAO, Roma, Italia. 125 p.

## **ASIGNATURA: INTRODUCCIÓN A LAS CIENCIAS AMBIENTALES**

UNIDAD ACADÉMICA: FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR.

RESPONSABLE DEL CURSO: DR. JOEL BOJÓRQUEZ SAUCEDA y DRA. LAURA BEATRIZ RIVERA RODRÍGUEZ

TEORÍA: 80 HORAS.

PRÁCTICAS: -

CRÉDITOS: 5

### **Objetivo General**

Lograr una comprensión colectiva y compartida entre los estudiantes que desde diferentes perspectivas disciplinarias contribuyan a soluciones interdisciplinarias de los problemas ambientales, vinculados al desarrollo de las sociedades contemporáneas de la región. Se pretende ofrecer y construir colectivamente un espacio de formación y discusión académica que propicie el diálogo y el debate, con el fin de avanzar en una mejor comprensión compartida sobre el significado.

### **Objetivos Específicos**

- Fortalecer la formación de los estudiantes en el campo de las ciencias ambientales, en cuanto a las condiciones históricas clásicas y actuales de las propuestas paradigmáticas en la producción del conocimiento ambiental científico.
- Analizar la complejidad de los problemas ambientales.
- Diseñar estrategias de gestión para la solución de los problemas ambientales.

### **Programa**

Unidad I. **Sistemas complejos** (propuestas paradigmáticas)

Epistemológica-teórica, orientada a la construcción de explicaciones a partir de la contribución de diversas escuelas de pensamiento filosófico y sus lógicas de generación del conocimiento, así como a la comprensión de categorías teóricas provenientes de diversas tradiciones intelectuales sobre lo ambiental

y el desarrollo.

- I.1 Enfoques epistemológicos para la investigación ambiental.
- I.2 Introducción a los sistemas complejos<sup>1</sup>
- I.3 Alternativas para manejo sustentable del medio ambiente<sup>2</sup>

#### Unidad II. Interdisciplinaria

Dirigida al análisis, discusión y aplicación tanto de las bases como de los principios del pensamiento y los sistemas complejos para el ejercicio interdisciplinario, aplicado a la comprensión de las dinámicas de los fenómenos ambientales del desarrollo y a la solución de problemas específicos.

- II.1 Interdisciplinaria y medio ambiente
- II.2 Interdisciplinaria en el manejo del medio ambiente<sup>3</sup>

#### Unidad III. Manejo ambiental

Crítica-social (este es el eje de problematización de la asignatura), ubicada a la comprensión de la complejidad de los problemas ambientales a partir de los marcos histórico, social, económico, político y cultural específicos, que conforman lo local, regional y global de los sujetos sociales.

- III.1 Sociedad y medio ambiente
- III.2 Metodología de investigación ambiental

#### Unidad IV. Investigación metodológica

El subinciso de comunicación y gestión, desarrollan habilidades y capacidades para la comunicación, la resolución de conflictos y la procuración de fondos. En cambio el de informática-tecnológica orienta a la apropiación de habilidades en el manejo de herramientas tales como los sistemas de información geográfica, las bases de datos, los sistemas de comunicación y los modelos de simulación, entre otros.

- IV.1 Gestión ambiental en zonas costeras
- IV. 2 Instrumentos para el manejo sustentable del medio ambiente<sup>4</sup>
- IV. 3 Sistemas de Información Geográfica para el Ordenamiento del Territorio y la Gestión Ambiental

### **Estrategias de aprendizaje**

En cada uno de los puntos de las unidades que se presentan, se discutirán las

---

1La complejidad ambiental y el desafío de la sustentabilidad. Alcances y limitaciones del pensamiento científico dominante: racionalidad moderna y ciencia normal.

2Alternativas metodológicas para el estudio e intervención en los fenómenos ambientales: sistema y complejidad.

3La propuesta de las estrategias multi, inter y transdisciplinarias para el estudio de sistemas complejos.

lecturas propuestas en el programa por los propios participantes, con la inclusión de las reflexiones de estos sobre la base de su experiencia y sus intereses de investigación. Se realizarán actividades de indagación bibliográfica y consulta en internet sobre los temas de epistemología de los paradigmas. Cada equipo construirá un modelo de proyecto de investigación en cada uno de los paradigmas; se realizarán lecturas hermenéuticas de trabajos comparando los resultados.

El curso será una experiencia que mostrará tanto la posibilidad del trabajo interdisciplinar, como el enriquecimiento de las perspectivas particulares y especializadas al participar en una experiencia colectiva de construcción de conocimiento. Por otro lado, mostrará que el trabajo multidisciplinar ordenado desde la metodología interdisciplinar, es una mejor aproximación al conocimiento y solución de los problemas ambientales que los enfoques hechos desde una sola perspectiva disciplinar.

### **Estrategias de evaluación**

Evaluación formativa y continua, basada en la participación del maestrante en las actividades a lo largo del curso:

- |                             |     |
|-----------------------------|-----|
| 1) Asistencia (obligatoria) | 10% |
| 3) Participación            | 30% |
| 4) Ensayo (Trabajo final)   | 60% |

### **Bibliografía**

Beraud Lozano, José Luis y Covantes Rodríguez, César (2005). "Propuestas paradigmáticas para la construcción de saberes ambientales", *La Revista del Doctorado en Ciencias Sociales-publicación electrónica-*, núm. 16, enero, Universidad Autónoma de Sinaloa, Culiacán, México, disponible en [http://ciensol.uasnet.mx:8000/Revista\\_16.htm](http://ciensol.uasnet.mx:8000/Revista_16.htm).

Beraud Lozano, José Luis; Covantes Rodríguez, César y Beraud Martínez, Igor Prior (2006). *Riesgos y Oportunidades de Mazatlán*, Coordinación

General de Asesoría y Políticas Públicas del Gobierno de Sinaloa, Universidad Autónoma de Sinaloa, Fontamara, México, 296 pp.

Beraud Lozano, José Luis; Covantes Rodríguez, César y Beraud Martínez, Igor Prior (2008). *Estrategias socioculturales para la mitigación de riesgos en Mazatlán*, Universidad Autónoma de Sinaloa, México, 300 pp.

Bifani, Paolo (1997). *Medio ambiente y desarrollo*, 3ª edición, Universidad de Guadalajara, México.

Carabias, J. (1992). "Recursos naturales y desigualdades", en Cordera R. y Tello, C. (coordinadores). *Las desigualdades en México*, editorial Siglo XXI, México, pp. 89-112.

Covantes Rodríguez, César (2005). *La percepción de los habitantes sobre los ecosistemas acuáticos en Mazatlán, Sinaloa*, Universidad Autónoma de Sinaloa, México, 300 pp.

Crick, F. (1985). *La vida misma; su origen y naturaleza*, CONACYT, Fondo de Cultura Económica, México, pp. 68-83.

Fernández, Roberto (2000). "Ciudad, arquitectura y la problemática ambiental", en Leff, Enrique (coordinador). *Los problemas del conocimiento y la perspectiva ambiental del desarrollo*, editorial Siglo XXI, México, pp. 196-254.

Funtowicz, Silvio y De March, Bruna (2000). "Ciencia posnormal, complejidad reflexiva y sustentabilidad", en Leff, Enrique (coordinador). *La complejidad ambiental*, editorial Siglo XXI, México, pp. 54-84.

García B., Rolando (2000). "Conceptos básicos para el estudio de sistemas complejos", en Leff, Enrique (coordinador). *Los problemas del conocimiento y la perspectiva ambiental del desarrollo*, editorial Siglo XXI, México, pp. 381-409.

García, Rolando (1994). "Interdisciplinariedad y sistemas complejos", en Leff, Enrique (compilador). *Ciencias sociales y formación ambiental*, editorial Gedisa, Barcelona, pp. 85-124.

Hackenberg, N. (1996). "La protección del ambiente y de los recursos naturales como parte fundamental del desarrollo sostenible en el mundo", en Quiroz, César (editor). *Ambiente y recursos naturales*, editorial Siglo XXI, México, pp. 141-147.

Leff, Enrique (1986). *Ecología y capital: racionalidad ambiental, democracia participativa y desarrollo sustentable*, Editorial Siglo XXI, México.

----- (compilador, 1994). *Ciencias sociales y formación ambiental*, 1ª edición, Editorial Gedisa, Barcelona, 321 pp.

----- (2000). "Pensar la complejidad ambiental", en Leff, Enrique (coordinador). *La complejidad ambiental*, editorial Siglo XXI, México, pp. 7-53.

Marulanda, Oscar (2000). "Cultura y manejo integrado de los recursos en la perspectiva ambiental del desarrollo", en Leff, Enrique (coordinador). *Los problemas del conocimiento y la perspectiva ambiental del desarrollo*, editorial Siglo XXI, México, pp. 255-277.

Morello, Jorge (2000). "Conceptos para un manejo integrado de los recursos naturales", en Leff, Enrique (coordinador). *Los problemas del conocimiento y la perspectiva ambiental del desarrollo*, editorial Siglo XXI, México, pp. 278-305.

Morin, Edgar (2006). *El Método 1. La naturaleza de la naturaleza*, 7ª reimpresión, Ediciones Cátedra, 448 pp.

----- (2006). *El Método 3. El conocimiento del conocimiento*, 7ª reimpresión, Ediciones Cátedra, 263 pp.

----- (2007). *Introducción al pensamiento complejo*, Editorial Gedisa, Barcelona, 167 pp.

Piña Valdez, Pablo (2004). *Balance energético de los estadios larvarios de camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*, Boone) con la dieta tradicional y con otras no tradicionales*, Tesis Doctoral, Subdirección de Posgrado e Investigación, Posgrado Interinstitucional en Ciencias Pecuarias, Universidad Autónoma de Nayarit, México, 113 + anexo.

Robirosa, Mario C. (2000). "La articulación transdisciplinaria de conocimientos en la planificación y gestión ambiental", en Leff, Enrique (coordinador). *Los problemas del conocimiento y la perspectiva ambiental del desarrollo*, editorial Siglo XXI, México, pp. 345-380.

Tamayo y Tamayo, Mario (2007). *El proceso de la investigación científica*, editorial Limusa, México, 440 pp.

## **PROGRAMAS DE LOS CURSOS CORRESPONDIENTES A LA LÍNEA 1**

### **ASIGNATURA: TEMAS SELECTOS DE PRODUCCIÓN DE ALIMENTO VIVO**

UNIDAD ACADÉMICA: FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR.

RESPONSABLES DEL CURSO: DR. JOSÉ CRISTÓBAL ROMÁN REYES Y  
M.C. MARÍA ALEJANDRA MEDINA JASSO

TEORÍA: 32 HORAS.

PRÁCTICAS: 48 HORAS

CRÉDITOS: 5

#### **Objetivo General**

Los alumnos adquirirán conocimientos básicos sobre los aspectos teóricos y técnicos referentes a la producción de alimento vivo como una herramienta complementaria de apoyo para el desarrollo biotecnológico de la larvicultura de organismos acuáticos. En la parte práctica se mostrarán las técnicas de cultivo más comunes para algunas especies del fitoplancton y del zooplancton, con la finalidad de que los alumnos conozcan la utilidad y limitaciones de los diferentes métodos y especies utilizadas.

#### **Programa**

##### **I. GENERALIDADES E IMPORTANCIA DE LOS CULTIVOS DE APOYO**

1.2. Importancia de los cultivos de apoyo en la educación y en la investigación científica.

1.3. Principales especies y géneros utilizados para la Producción de alimento vivo.

##### **II. MICROALGAS**

2.1. Biología

2.2. Producción de microalgas

2.3. Protocolos de higiene, preparación de nutrientes y técnicas de conteo celular.

##### **III. ROTÍFEROS**

3.1. Biología

3.2. Producción de rotíferos

3.3. Protocolos para el cultivo en ceparios y en masa, técnicas de conteo y de

cosecha e inoculación de cultivos a partir de huevos enquistados

#### **IV. ARTEMIA**

4.1. Biología

4.2. Producción de Artemia

4.3. Protocolos de desinfección, descapsulación, eclosión de quistes, enriquecimiento y cosecha de Artemia.

#### **V. COPÉPODOS**

5.1. Biología, ecología y taxonomía

5.2. Morfología y anatomía externa e interna

5.3. Criterios de selección de especies para el cultivo

5.4 Aspectos básicos del cultivo de copépodos

#### **VI. CULTIVO DE MICROCRUSTÁCEOS DE AGUA DULCE**

6.1. Cultivo de cladóceros.

6.2. Especies utilizadas y criterios de selección.

6.3. Reproducción

6.4. Ciclo de vida

6.5. Sistemas, condiciones y técnicas de cultivo de Cladóceros.

6.6. Cultivo de *Daphnia* con microalgas y levadura de pan.

#### **Estrategias de aprendizaje**

Lecturas. Exposición del maestro y discusión grupal del tema. Lectura y discusión de artículos. Investigación bibliográfica. Prácticas de laboratorio.

#### **Estrategias de evaluación**

Participación individual. Asistencia. Tareas. Examen parcial. Exposición de temas selectos en seminarios. Presentación de resultados y conclusiones de prácticas de laboratorio.

#### **Bibliografía**

- Soorgeloos P., P. Lavens, P. Leger, W. Tackaert y D. Versichele. 1995. Manual para el cultivo y uso de *Artemia* sp. en acuicultura. FAO. Bélgica.
- Castrejon Ocampo L., D. Porras Díaz y C. Band Schmidt. 1994. Cultivo de alimento vivo para la acuicultura. INI-UMAR. Primera edición. México.
- Marshall S. M., y A. P. Orr. 1972. The Biology of a marine copepod. *Calanus finmarchicus*. The Marine Station, Millport. Reprint Spring- Verlag. New York, Heidelberg, Berlín.
- Støttrup J. y N. Norsker. 1997. Production and use of copepods in marine fish larviculture. *Aquaculture* 155: 231-247.

Lavens P. y P. Sorgeloos. 1996. Manual on the production and use of live food for aquaculture. FAO Fisheries Technical Paper, 361: 1-295.

Lee, C.S., P. O'Bryen y N.H. Marcus. 2005. [Copepods in Aquaculture](#). Blackwell Publishing, New York.

Storrupp J.G. y L.A. McEvoy. 2003. Live Feeds in Marine Aquaculture Blackwell Science, Oxford, United Kingdom.

03 pp.

Castellanos Páez M. E., G. Garza Mouriño, S. Marañón Herrera. 1999. Aislamiento, caracterización, biología y cultivo del rotífero *Brachionus plicatilis* (O. F. Müller). Primera edición. Universidad Autónoma Metropolitana, México D. F.

Hoff, F.H., Snell, T.W. 1999. Plankton Culture Manual, Florida Aqua Farms Inc. 6th Rev edition.

## **ASIGNATURA: ECOFISIOLOGÍA DE ORGANISMOS ACUÁTICOS**

UNIDAD ACADÉMICA: FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR.

RESPONSABLE DEL CURSO: DR. PABLO PIÑA VALDÉZ

TEORÍA: 64 HORAS.

PRÁCTICAS: 16 HORAS.

CRÉDITOS: 5

### **Objetivo General**

Proporcionar al estudiante las herramientas teóricas y prácticas de la ecofisiología para que tenga la habilidad y la capacidad de comparar, analizar, describir y comprender los diferentes mecanismos de adaptación que exhiben los organismos acuáticos en relación a sus modos de vida y sus habitats.

### **Programa**

#### **I. ADAPTACIÓN**

- I.1. Adaptación fisiológica al ambiente.
- I.2. Mecanismos y estrategias de la adaptación bioquímica.
- I.3. Metabolismo celular.

#### **II. RESPIRACIÓN Y METABOLISMO**

- II.1. Adaptación al medio acuático.
- II.2. Efectos de la variación ambiental.
- II.3. Transporte de gases.
- II.4. Práctica demostrativa para medir la tasa de consumo de oxígeno.

#### **III. TEMPERATURA**

- III.1. Efecto controlador, directriz y letal de la temperatura.
- III.2. Tolerancia térmica.
- III.3. Resistencia térmica.
- III.4. Daño y muerte por temperatura.

III.5. Práctica demostrativa para estudios de termorregulación.

#### IV. REGULACIÓN OSMÓTICA, IÓNICA Y EXCRECIÓN

IV.1. Aspectos generales de la osmorregulación.

IV.2. Agua y solutos en los sistemas biológicos.

IV.3. Patrones y mecanismos de osmorregulación.

IV.4. Función de los tejidos transportadores.

IV.5. Química del amonio y de la urea.

IV.6. Producción y excreción de amonio y urea.

IV.7. Práctica demostrativa sobre la presión osmótica y excreción.

#### V. BIOENERGÉTICA

V.1. Enfoque fisiológico de la energética.

V.2. Campo de crecimiento.

V.3. Eficiencia de asimilación.

V.4. Índices de crecimiento.

V.5. Índices de utilización de los sustratos metabólicos.

V.6. Práctica demostrativa sobre bioenergética.

#### VI. CONTROL E INTEGRACIÓN

VI.1. El sistema neuroendocrino.

VI.2. Neuronas, neurotransmisores y mecanismos de acción.

VI.3. Glándulas, hormonas y mecanismos de acción.

VI.3. Integración del sistema nervioso y endocrino.

#### **Estrategias de aprendizaje**

Exposición del maestro y de los alumnos, Discusión grupal del tema. Lectura y discusión de artículos. Investigación bibliográfica. Prácticas de laboratorio.

#### **Estrategias de evaluación**

El curso se evaluará mediante 2 exámenes teóricos y 1 práctico. para aprobar el curso el alumno deberá tener calificación aprobatoria en los 3 exámenes.

### **Bibliografía**

Díaz Iglesias, E. 1989. Aspectos de la fisiología de organismos acuáticos. Ministerio de Educación. Editorial Pueblo y Educación. Cuba. 375 pp.

Eckert, R., Randall, D. y Augustine, R. 1989. Fisiología animal: mecanismos y adaptación. Interamericana. McGraw Hill. México. 650 pp.

Jobling, M. 1995. Fish bioenergetics. Reedición. Chapman & Hall. Londres, G.B. 309 pp.

Lucas, A. 1996. Bioenergetics of aquatic animals. Taylor & Francis. Londres, G.B. 169 pp.

Malcom, G. 1985. Fisiología animal: principios y adaptaciones. CECOSA. 480 pp.

Schmidt-Nielsen, K. 1976. Fisiología animal: adaptación y ambiente. Omega. Barcelona, Esp. 499 pp.

## **ASIGNATURA: TEMAS SELECTOS DE SISTEMAS DE PRODUCCIÓN ACUÍCOLA**

UNIDAD ACADÉMICA: FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR.

RESPONSABLE DEL CURSO: DR. JOSÉ ANTONIO ESTRADA GODÍNEZ

TEORÍA: 48 HORAS.

PRÁCTICAS: 32 HORAS

CRÉDITOS: 5

### **Objetivo General**

El estudiante aplicará los principios de la ingeniería acuícola y conocimiento biológico de los organismos acuáticos para resolver problemas de diseño, selección, adaptación y generación de nueva tecnología orientada a la producción de organismos acuáticos en sistemas acuícolas sustentables.

### **Programa**

- I. Introducción a la acuicultura
  - I.1. Fundamentos sobre la reproducción, ciclos de vida y crecimiento de organismos acuáticos
  - I.2. Genética y mejoramiento de Stocks
  - I.3. Nutrición y alimentación en acuicultura
  - I.4. Alimentos y producción de alimento para fines acuícolas
  - I.5. Salud y enfermedades de los organismos en cultivo
  - I.6. Clasificación de los Sistemas de producción
  - I.7. Impactos de la Acuicultura
  - I.8. Tecnología y procesamiento post-cosecha
- II. Temas selectos de Ingeniería acuícola
  - II.1. Fundamentos de la Mecánica de Fluidos y aplicaciones en la ingeniería de sistemas

- II.2. Balances de masa, capacidad de carga y crecimiento de la especie en cultivo
- II.3. Transferencia de Gases (Nitrógeno, Oxígeno y Dióxido de carbono)
- II.4. Principios del diseño de sistemas de cultivo
- II.5. Abastecimiento de agua para empresas acuícolas
- II.6. Pozos, tanques y otras estructuras como contenedores
- II.7. Manejo y operación de sistemas acuícolas
  
- III. Sistemas de cultivo
  - III.1. Almacenamiento de huevos y equipamiento de laboratorios de producción de semilla
  - III.2. Tanques, tinas y otras unidades de producción en interiores
  - III.3. Estanquería acuícola
  - III.4. Jaulas marinas y otros tipos de encierros
  - III.5. Sistemas de alimentación
  - III.6. Sistemas de transporte interno y para la gestión en el cambio de tallas
  - III.7. Transporte de producto vivo
  - III.8. Principios de los sistemas controlados
    - III.8.1. Ajuste del pH
    - III.8.2. Remoción de partículas
    - III.8.3. Desinfección (Ozonificación e Irradiación UV)
    - III.8.4. Calentamiento y enfriamiento
    - III.8.5. Aireación y oxigenación
    - III.8.6. Remoción de amonio (biofiltración)
    - III.8.7. Instrumentación y monitoreo
  - III.9. Sistemas de Recirculación y reutilización del agua
    - III.9.1. Introducción a la tecnología de la recirculación acuícola
    - III.9.2. Casos tipo
  - III.10. Sistemas integrados de producción acuícola
    - III.10.1. Introducción a la tecnología de la integración acuícola
    - III.10.2. Casos tipo
- IV. Ingeniería de proyectos acuícolas.

- IV.1. Localización de infraestructura acuícola
- IV.2. Diseño, construcción general y gestión de infraestructura acuícolas
- IV.3. Manejo y disposición de desechos
- IV.4. Principios de evaluación económica de proyectos acuícolas
- IV.5. Ingeniería del proyecto de inversión

### **Estrategias de aprendizaje**

- El alumno discutirá en equipo y de manera individual los conceptos relacionados con los tipos de sistemas de producción acuícola existentes.
- El alumno discutirá en grupo y expondrá sus investigaciones en torno a los procesos que intervienen en la producción de organismos acuáticos.
- Exposición del profesor para discutir la evolución de los procesos de producción acuícola respecto al tiempo.
- Exposición del profesor relacionada con los fundamentos de la mecánica de fluidos.
- Discusión dentro y entre equipos de trabajo acerca de los principios básicos del diseño de sistemas de cultivo.
- Ejercicios de tarea con datos generados por las investigaciones de tesis de licenciatura y posgrado sobre el balance de masa, capacidad de carga y crecimiento de la especie en cultivo.
- Utilización de la computadora en la solución de ejercicios.
- El profesor expondrá y discutirá con los estudiantes en equipos de trabajo, los diversos tipos de sistemas de cultivo existentes y aquellos que se encuentran en desarrollo actualmente.
- El alumno investigará los conceptos necesarios para la comprensión del funcionamiento de los sistemas de cultivo controlados.
- El estudiante resolverá ejercicios de selección de especies, equipo e infraestructura básica para el desarrollo de un proyecto acuícola sustentable.
- El profesor promoverá la discusión entre los estudiantes acerca de los

aspectos de ingeniería del proyecto acuícola que busque un equilibrio entre su viabilidad técnica y la económica.

- Realizar ejercicios básicos de evaluación tecno-económica de proyectos acuícolas sustentables.

### **Estrategias de Aprendizaje**

Participación en discusión colectiva y exposición en seminario (reporte de tareas por escrito y trabajo expuesto, 40%). Exámenes parciales. Solución de un problemas relacionados con la viabilidad técnica de proyectos acuícola tipo (valor 60%).

### **Bibliografía**

Bardach, J.E., Ryther, J.H., Mclarney, W.O.1986. Acuicultura. Crianza y cultivo de organismos marinos y de agua dulce. AGT Editores, México, 741.

Lucas, J.S. and Shoutgate, P.C. 2003. Aquaculture Farming Aquatic Animals and Plants. Blackwell Publishing, 502 pp.

Creswell, L.R. 1993. Aquaculture Desk Reference. Florida Aqua Faros, USA. 206 pp.

Timmons, M. B., Ebeling, J. M., Wheaton, F. W., Summerfelt, S. T., Vinci, B. J. 2002. Recirculating Aquaculture Systems, NRAC, USA, 769 pp.

Maître-Allain, T., 2001. L'aquarium, Le Nouveau Manuel. Solar, France, 336 pp.

Wheaton, F.W. 1977. Acuicultura. Diseño y construcción de sistemas. AGT Editores, México, 704 pp.

## **ASIGNATURA: CALIDAD DEL AGUA EN SISTEMAS ACUÍCOLAS**

UNIDAD ACADÉMICA: FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR.

RESPONSABLE DEL CURSO: DRA. CARMEN CRISTINA OSUNA MARTINEZ Y DR. MARTIN GABRIEL FRÍAS ESPERICUETA

TEORÍA: 32 HORAS.

PRÁCTICAS: 48 HORAS

CRÉDITOS: 5

### **Objetivo General**

El estudiante comprenderá los fundamentos de química acuática y aplicará diversas técnicas analíticas en la determinación de la calidad del agua y mediante ellas será capaz de interpretar las condiciones en las que se desarrolla un cultivo acuícola y los posibles efectos sobre los organismos que en él se encuentran.

### **Programa**

#### **I. Propiedades del agua.**

- a) La molécula y sus principales características
- b) El agua como solvente
- c) Polaridad: Ionización del agua
- d) Definición de pH
- e) Solubilidad y soluciones acuosas ácidas y bases débiles
- f) Acción amortiguadora

#### **II. Generalidades de Química acuática**

Composición de aguas naturales

La salinidad y otros iones

Gases disueltos y el sistema de Carbonatos

Substancias disueltas y partículas en aguas naturales

#### **III. Nutrientes en ambientes acuáticos y sus ciclos biogeoquímicos**

Carbón

Compuestos Nitrogenados  
Fósforo  
Azufre  
Sílice

#### **IV. Calidad del Agua**

Concepto de calidad del agua en la acuicultura  
Factores fisicoquímicos  
Factores biológicos  
Principales técnicas analíticas empleadas en acuicultura

#### **V. Eutrofización**

Características de la eutrofización  
Factores que afectan el grado de eutrofización  
Posibilidad de reutilización de nutrientes

#### **Estrategias de aprendizaje**

- El alumno discutirá en grupo y expondrá sus investigaciones en torno a los conceptos de química general que deben comprenderse para explicar los procesos físico-químicos que ocurren en aguas naturales.
- El profesor expondrá y discutirá con los estudiantes en equipos de trabajo, las propiedades del agua molecular y la comparará con otras sustancias de pesos moleculares similares.
- El alumno investigará los conceptos y la información necesaria para comprender el origen y transformaciones que sufren las sustancias disueltas en aguas continentales, mares y océanos, así como de las sustancias sólidas y su interacción con los procesos biológicos.
- El estudiante resolverá ejercicios de selección y aplicación de técnicas analíticas para la evaluación de la calidad del agua según un caso de estudio definido.
- El estudiante expondrá y discutirá con sus compañeros los ciclos biogeoquímicos y su interacción con el fenómeno de eutrofización. Investigarán y serán capaces de proponer medidas de control o manejo del citado fenómeno en condiciones específicas aplicadas al contexto acuícola.

- Se realizarán prácticas de campo y laboratorio para aplicar los resultados en la discusión de temáticas abordadas en las unidades del curso.

### **Estrategias de evaluación**

Participación en discusión colectiva, exposición en seminario, trabajo de campo y laboratorio (reporte escrito y trabajos expuesto, 60%). Exámenes parciales teóricos y prácticos. (valor 40%).

### **Bibliografía**

Arredondo-Figueroa, J.L. y Ponce-Palafox, J.T. 1998. Calidad del agua en acuicultura. Conceptos y aplicaciones. AGT Editor, S.A. México

Contreras-Espinosa F., 1984. Manual de técnicas hidrobiológicas. UAM-Iztapalapa. México. 149 pp.

Gérard Copin-Montégut 2002. Chimie de l'eau de . Institut océanographique. FRANCE. 319 pp.

Martínez-Córdova, L.R.. 1998. Ecología de los sistemas acuícolas. Bases ecológicas para el desarrollo de la acuicultura. AGT Editor, S.A. México.

Romero- Rojas, J.A. 1999. Calidad del Agua. Alfaomega. México, 273 pp.

Ryding, S-O., Rast, W. 1992. El control de la eutrofización en lagos y pantanos. UNESCO. 375 pp

Sigg, L., Behra, P. Stumm, W. 2000. Chimie des milieux aquatiques : Chimie des eaux naturelles et des interfaces dans l'environnement. Dunod, France. 567 pp.

Strickland, J.D.H. and Parsons, T.R. A Manual of Sea Water Analysis. Fisheries Research Board of Canada. 1965. Second edition

Webber, W.J. 2003. Control de la Calidad del Agua, Procesos fisicoquímicos. Reverté, México. 654 pp.

## **ASIGNATURA: TEMAS SELECTOS DE CULTIVO DE CRUSTÁCEOS**

UNIDAD ACADÉMICA: FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR.

RESPONSABLE DEL CURSO: DRA. MARÍA DEL ROSARIO PACHECO MARGES

TEORÍA: 60 HORAS.

PRÁCTICAS: 20 HORAS

CRÉDITOS: 5

### **Objetivo General**

Dotar al alumno con la información y los conocimientos suficientes para la comprensión del conjunto de procesos a nivel biológico que se desarrollan en torno al proceso de cultivo de los crustáceos, que les permita planear y diseñar el acomodo de la infraestructura necesaria para la producción de estos con calidad y cantidad respetando y conservando el medio ambiente circundante.

### **Objetivos Específicos**

- Conocerá la historia del cultivo de crustáceos, el desarrollo de las técnicas y la tecnología a través del tiempo.
- Comprenderá la importancia ecológica de estas especies.
- Determinará su distribución y sus diferentes hábitat
- Identificará morfológicamente las principales especies.
- Comprenderá la importancia de la muda en su crecimiento.
- Describirá las características de los diferentes sistemas.
- Comprenderá la importancia de cada uno de los sistemas en el desarrollo de los crustáceos.
- Conocerá los principales criterios para la selección de los reproductores.
- Aprenderá la técnica para la ablación del pedúnculo ocular.
- Identificará los estadios de maduración de los reproductores y las formas de fertilización de los huevos.

- Comprenderá la importancia de la nutrición y la alimentación en el proceso de maduración
- Identificará las principales variables físicas y químicas del agua que determinan la calidad de la larva.
- Identificará las diferentes etapas de desarrollo larvario de las especies.
- Identificará las principales variables físicas y químicas del agua que determinan la supervivencia y calidad de los crustáceos cultivados.
- Comprenderá la importancia de la preparación y planeación de los ciclos de producción.

## **Programa**

### UNIDAD I. INTRODUCCIÓN.

- I.1 Historia y desarrollo del cultivo de crustáceos.
- I.2 Especies que se cultivan en la actualidad.

### UNIDAD II. BIOLOGÍA DE LOS CRUSTÁCEOS.

- II.1. Ecología.
  - II.1.1 Distribución y hábitat.
  - II.1.2 Ciclos biológicos.
  - II.1.3 Desarrollo larvario.
- II.2 Morfología externa.
  - II.2.1 Cefalotórax.
  - II.2.2 Abdomen.
- II.3 Muda y crecimiento.

### UNIDAD III. ANATOMÍA Y FISIOLOGÍA.

- III.1 Sistema neuromuscular.
- III.2 Órganos sensoriales.
- III.3 Sistema digestivo.
- III.4 Sistema circulatorio.
- III.5 Sistema respiratorio.
- III.6 Sistema excretor.

III.7 Sistema reproductivo.

III.8 Sistema endócrino.

#### UNIDAD IV. REPRODUCCIÓN DE CRUSTÁCEOS EN CAUTIVERIO.

IV.1 Selección de reproductores.

IV.2 Ablación del pedúnculo ocular.

IV.3 Cópula.

IV.4 Maduración.

IV.5 Desove y fecundidad.

IV.6 Alimentación y nutrición.

IV.7 Calidad del agua y fotoperiodo.

IV.8 Enfermedades.

#### UNIDAD V. CULTIVO LARVARIO

V.1 Calidad del agua.

V.2 Desarrollo larvario.

V.3 Requerimientos nutricionales.

V.4 Densidades de manejo.

V.5 Pruebas de estrés.

V.6 Enfermedades.

#### UNIDAD VI. CULTIVO PARA ENGORDA

VI.1 Calidad del agua.

VI.2 Alimentación y nutrición.

VI.3 Densidad de siembra y capacidad de carga del sistema.

VI.4 Características de los sistemas de cultivo.

VI.5 Preparación de los estanques.

VI.6 Plan de producción.

VI.7 Enfermedades.

#### **Estrategias de aprendizaje**

La teoría se impartirá en las aulas para docencia dentro del horario que

establezca la FACIMAR a lo largo de la semana mediante exposición del maestro utilizando medios audiovisuales. En clase se discutirán publicaciones y se realizarán valoraciones de sistemas en operación; Se realizará investigación bibliográfica y prácticas de campo además de visitas guiadas a centros de producción acuícola.

### **Estrategias de evaluación**

- Se realizarán 5 exámenes escritos (50%).
- Reportes de prácticas (20%).
- Exposiciones orales (20%).
- Investigación bibliográfica (10%).

### **Bibliografía**

Dall, W., B.J. Hill, D.C. Rothlisberg y D.J. Sharples. 1990. Food and feeding. pp. 315-330. En: The biology of the Penaeidae. Advances in marine biology. (J Blaxter, H.S. y A.J. Southward, Eds.). Vol. 27. Academic Press, N.Y. U.S.A.

Fast, A. W. y L.J. Lester. 1992. Marine Shrimp Cultura. Principles and practices. In: Developments in Aquaculture and Fisheries Sciences. Elsevier.

Lawrence, A.L. y P.G. Lee. 1997. Digestibility. En: L.R.D'Abbramo, D.E. Concklin y D.M. Akiyama. (Eds.). Crustacean Nutrition. The World Aquaculture Society, Baton Rouge, Louisiana, USA. 194-260 pp.

Adiyodi, K. (1983). Reproductive Biology of Invertebrates. Vols I, II, III and IV. John Wiley and Sons. New York. U.S.A.

Adiyodi, KG and RG Adiyodi. 1990. *Fertilization, Development & Parental Care*. In: Reproductive biology of invertebrates. Volume 4, Part B. John Wiley & Sons.

Adiyodi, KG and RG Adiyodi. 1990. *Fertilization, Development & Parental Care*. In: Reproductive biology of invertebrates. Volume 4, Part A. John Wiley & Sons.

Adiyodi, KG and RG Adiyodi. 1992. *Sexual Differentiation and Behaviour*. In: Reproductive biology of invertebrates. Volume 5. John Wiley & Sons.

Adiyodi, KG and RG Adiyodi. 2000. *Progress in Male Gamete Ultrastructure*

*and Phylogeny. In: Reproductive Biology of Invertebrates, Volume 9, Part B.*  
John Wiley & Sons.

Martínez-Córdova, L.R. 1999. Cultivo de camarones peneidos. Principios y prácticas. AGT. Editor, S.A. México 283 p.

Tacon, A.G.J. 1989. Nutrición y alimentación de peces y camarones cultivados. FAO. CGP/RLA/102ITA. 173 pp.

## **ASIGNATURA: CULTIVO DE MOLUSCOS**

UNIDAD ACADÉMICA: FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR

RESPONSABLE DEL CURSO: DRA. IRASEMA ELIZABETH LUIS VILLASEÑOR

TEORÍA: 43 HORAS

PRÁCTICAS: 37

CRÉDITOS: 5

### **Objetivo General**

El presente curso tiene como objetivo que el alumno conozca sobre los diferentes cultivos de moluscos que existen en la actualidad, así como de los avances y las perspectivas que tiene esta actividad a nivel regional y nacional. El curso hace énfasis en la relación de los organismos con su entorno, en particular los efectos que tienen las variaciones tanto naturales como artificiales de los parámetros ambientales en su fisiología. El curso también aborda el tema de sanidad para reconocer las principales patologías de los moluscos y adoptar las medidas necesarias para su prevención y tratamiento.

### **Programa**

#### **1 IDENTIFICACIÓN BIOLÓGICA DE LOS MOLUSCOS**

##### *Objetivo del Módulo:*

Identificar y determinar las características biológicas de las principales especies de los moluscos cultivados, aplicando las técnicas de observación y medida adecuadas.

A) Características generales de los moluscos.

a) Nociones de sistemática de los moluscos. Clasificación general.

b) Principales grupos de los moluscos cultivados. Características.

B) Morfología y Anatomía.

a) Morfología externa de los moluscos cultivados.

b) Biometría aplicada.

c) Anatomía interna de los moluscos cultivados.

C) Fisiología de los Moluscos Cultivados.

a) Principales funciones fisiológicas de los moluscos cultivados:

- Respiración
- Alimentación
- Reproducción

b) Crecimiento de los moluscos cultivados.

D) Ecología de las Principales Especies Cultivadas.

a) Distribución y hábitat.

E) Ciclo Biológico de los Moluscos Cultivados.

a) Características generales del ciclo biológico de los moluscos.

b) Ciclo reproductor de los moluscos cultivados:

- Desove y época de desove
- Fecundación

c) Desarrollo embrionario y larvario de los moluscos cultivados:

- Tipos de larvas
- Etología larvaria

## **2 TIPOS DE CULTIVO DE MOLUSCOS**

*Objetivo del Módulo:*

Conocer las diferentes formas de cultivo de las principales especies de moluscos de interés comercial así como las especies con potencial en acuicultura.

A) Cultivo de ostras

- a) Colecta de larvas
- b) Crecimiento y engorda
- c) Cosecha
- d) Tipos de cultivo

B) Cultivo de ostras perleras

- a) Colecta de larvas
- b) Crecimiento y engorda
- c) Cosecha
- d) Tipos de cultivo

C) Cultivo de mejillones y almejas

- a) Colecta de larvas
- b) Crecimiento y engorda
- c) Cosecha
- d) Tipos de cultivo

D) Cultivo de abulón

- a) Producción de semilla
- b) Crecimiento y engorda
- c) Cosecha
- d) Tipos de cultivo

E) Cultivo de cefalópodos

- a) Experiencias previas
- b) Expectativas

### **3 ESTRUCTURA DEL SECTOR ACUÍCOLA**

*Objetivo del Módulo:*

Analizar el Sector Acuícola y situar su ocupación en el mismo, identificando sus funciones y tareas en el marco empresarial.

A) Estructura del Sector Acuícola

- a) Características Generales:
  - El Entorno: las Grandes Cifras

- El Mercado: Clientela y Competidores
- b) Productos Principales del Sector
- c) Formas de Explotación:
  - Asociación empresarial
  - Pequeñas empresas familiares
  - Pequeñas y medianas empresas con asalariados

#### B) Las Empresas del Sector Acuícola

- a) Las Funciones de la empresa del Sector Acuícola.
- b) Relaciones funcionales (interdepartamentales):
  - Organigramas
  - La cadena de valor
- c) La Ocupación y la Empresa:
  - Ubicación funcional
  - Tareas/funciones
  - Relaciones interdepartamentales
  - Ocupaciones “próximas” profesionalmente
- d) La ocupación y el Sector Acuícola:
  - Formas distributivas en las que aparece la ocupación
  - Formas de explotación y tamaños en los que aparece la ocupación
  - Importancia cuantitativa de la ocupación en las empresas y/o por cuenta propia

## **4 FUNCIONAMIENTO DE UN LABORATORIOS DE PRODUCCIÓN**

### *Objetivo del módulo:*

Conocer el funcionamiento, las instalaciones y equipos de un laboratorio de producción de especies acuáticas.

#### A) Captación del Agua Marina.

- a) El emplazamiento del laboratorio. Factores a considerar.
- b) Sistemas para la captación del agua.

c) La estación de bombeo. Tipos de bombas

B) Instalaciones y Equipos para el Tratamiento Físico-químico del Agua Marina.

a) Piscinas de decantación. Características y mantenimiento.

b) Sistemas de filtración: mecánica, biológica, química.

c) Tipos de filtros. Mantenimiento y renovación de filtros.

d) Sistemas de desinfección y esterilización.

e) Equipos para la desinfección y esterilización: U.V., ozono, filtros.

f) Sistemas y equipos de calentamiento/refrigeración. Calderas, intercambiadores de calor, refrigeradores, y otros.

g) Tratamiento de vertidos.

C) Instalaciones y Equipos para el Suministro y Control de la Aireación y/o Oxigenación.

a) Compresores de baja presión. Soplantes.

b) La filtración del aire. Tipos de filtros.

c) Las conducciones de fluidos gaseosos. Tipos y materiales.

D) Instalaciones y Equipos para la Distribución del Agua.

a) Depósitos elevados.

b) Distribución en el interior del criadero. Tipos de conducciones. Control de caudales.

c) Accesorios y materiales de las bombas, depósitos y conducciones.

d) Recirculación del agua. Condiciones del sistema de recirculación.

E) Estructura de las Instalaciones. Secciones, Areas y Salas de Laboratorio.

a) Sección de reproductores.

b) Sección de puestas de incubación.

c) Sección de cultivo larvario.

d) Sección de cultivo de cría y/o alevines.

e) Secciones y salas de cultivos auxiliares.

f) Otras secciones.

F) Modelos y Equipamientos de las Secciones y Salas.

a) Tanques y estanques. Materiales y estructura.

b) Maquinaria y equipos específicos.

G) Control de las Instalaciones y Equipos.

a) Mantenimiento de instalaciones y equipos.

b) Medidas de seguridad. Paneles de control.

c) Automatismos.

d) Limpieza.

H) Seguridad e Higiene en el Trabajo de los Cultivos Marinos.

a) Concepto de riesgo.

b) Factores de riesgo para la salud en la actividad del cultivo en criadero.

c) Medidas de prevención y protección de la salud en el criadero.

d) Normativa de seguridad e higiene en el trabajo, aplicada a las instalaciones de acuicultura en la zona marítimo terrestre.

I) Normativa aplicada a la Actividad de los Cultivos Marinos en las Instalaciones Terrestres.

a) Disposiciones jurídicas de ámbito general que afectan a la actividad en el criadero.

b) Calidad del producto y normativa de comercialización para la producción del criadero.

c) Asociacionismo laboral y/o empresarial en los cultivos marinos.

## **5 TÉCNICAS DE REPRODUCCIÓN Y CULTIVO LARVARIO DE LOS MOLUSCOS EN LABORATORIO**

*Objetivo del Módulo:*

Efectuar las operaciones necesarias para llevar a cabo el proceso de

reproducción y cultivo larvario de los moluscos en laboratorio, aplicando las técnicas de cultivo adecuadas.

A) Conceptos Generales de Acuicultura de los Moluscos en laboratorio.

a) Principales grupos y especies de los moluscos objeto de cultivo en laboratorio.

b) Tipos y métodos de cultivo de los moluscos en laboratorio.

B) Acondicionamiento de los Reproductores.

a) Concepto y sistemas de acondicionamiento.

b) Selección de los reproductores:

- Manipulación y limpieza

- Biometría y distribución

c) Mantenimiento y control del acondicionamiento:

- Medición de los parámetros de cultivo

- Limpieza y control de la instalación

- Limpieza y control de los reproductores

- Preparación y suministro del alimento

C) Inducción al desove.

a) Condiciones para la inducción al desove.

b) Operaciones para la fecundación artificial de los moluscos.

D) Incubación.

a) Operaciones de incubación de huevos de los moluscos en laboratorio.

E) Cultivo Larvario.

a) Operaciones de cultivo de las distintas fases larvarias.

b) Desarrollo del cultivo larvario:

- Medición de los parámetros de cultivo

- Renovación del agua de cultivo

- Seguimiento del desarrollo larvario

- c) Alimentación de larvas:
  - Cosecha del fitoplancton
  - Suministro de la dieta establecida

## **6 TÉCNICAS DE PREENGORDA DE SEMILLA EN LABORATORIO**

### *Objetivo del Módulo:*

Efectuar las operaciones necesarias para llevar a cabo el cultivo de cría y semilla de los moluscos en laboratorio, aplicando las técnicas de cultivo adecuadas.

### A) Fijación de Larvas.

- a) Operaciones de fijación de larvas.
- b) Operaciones de despegue de postlarvas.

### B) Cultivo de Semilla.

- a) Operaciones de cultivo de semilla.
- b) Desarrollo del cultivo de semilla:
  - Medición de los parámetros de cultivo
  - Renovación del agua del cultivo
  - Operaciones de manipulación y mantenimiento de la semilla
  - Condiciones de traslado de la semilla al mar
- c) Alimentación de la semilla:
  - Cosecha del fitoplancton
  - Suministro de la dieta establecida
- d) Operaciones de contaje y clasificación de la semilla:
  - Estimación por peso
  - Estimación por volumen
  - Desdoble de la semilla

### C) Normatividad

- a) Disposiciones legales de carácter general.

- b) Calidad del producto y normativa de comercialización en primera venta de los moluscos cultivados.
- c) Normas sanitarias aplicables a la producción y comercialización de los productos pesqueros y de la acuicultura.
- d) Normativa sobre calidad de aguas de cultivo.

## **7 PREVENCIÓN Y TRATAMIENTO DE PATOLOGÍAS EN LOS MOLUSCOS**

### *Objetivo del Módulo:*

Reconocer las principales patologías de los moluscos y adoptar las medidas necesarias para su prevención y tratamiento.

#### A) Introducción a la Patología.

- a) Concepto de enfermedad.
- b) Modos de transmisión de la enfermedad.

#### B) Estrés en el Cultivo de los Moluscos.

- a) Concepto de estrés.
- b) Causas de su aparición:
  - El medio
  - El alimento
  - El manejo
- c) Principales mecanismos fisiológicos afectados durante el estrés y repercusiones a nivel de producción.
- d) Índices para determinar la existencia de estrés en el cultivo de los moluscos.
- e) Estrategias para disminuir el estrés.

#### C) Malacopatología.

- a) Factores causantes del estrés en los moluscos.
- b) Principales infestaciones parasitarias de los moluscos.
- c) Principales infecciones de los moluscos:

- Infecciones víricas
  - Infecciones bacterianas
  - Infecciones fúngicas
- d) Patología ambiental de los moluscos.

D) Detección y Tratamiento de Enfermedades.

- a) Técnicas básicas de diagnóstico de enfermedades en los moluscos.
- b) Métodos de muestreo y necrosia.
- c) Profilaxis en acuicultura de los moluscos.
- d) Métodos y técnicas asociadas para la prevención y limitación de patologías

### **Estrategias de aprendizaje**

Los alumnos participarán activamente en la parte teórica del curso, exponiendo temas específicos frente al grupo. En la parte práctica, los alumnos se responsabilizarán de realizar un ciclo de maduración, desove, cultivo de larvas y juveniles en el laboratorio. Participarán en salidas de campo para efectuar la siembra de los juveniles resultantes y observar el proceso de engorda en una granja de producción comercial de moluscos. Se practicarán algunas técnicas básicas de diagnóstico de enfermedades en los moluscos.

### **Estrategias de evaluación**

La calificación será calculada sobre la base de tres componentes: exámenes parciales teóricos (2 de 20 puntos cada uno), asistencia y reportes de prácticas de laboratorio (10 de 4 puntos cada uno) y un trabajo de integración teórico-práctico (20 puntos).

### **Bibliografía**

Se añadirá una lista de publicaciones selectas al inicio del curso.

Bayne, B.I. and C. R. Newell., 1983. Physiological energetics of marine molluscs. In: A.S.M. Saleuddin and K.M. Wilbur (Editors), *The Mollusca*. Academic Press, New York, pp. 407-515.

Boyle, P.R. (1987). *Cephalopod Life Cycles*. Academic Press. New York.

U.S.A.

Mackie, G.I., 1983. Bivalves. In: The Mollusca, Vol. 7: Reproduction, Tompa, A.S., Verdonk, N.H and Van den Biggelaar, J.A.M., Eds., Academic Press.

Shumway, E.S., 1991. Scallops: Biology, Ecology and Aquaculture. Developments in Aquaculture and Fisheries Science, 21. Ed. Elsevier Science Publishing Company Inc. New York, U.S.A. 1095 pp.

Walne, P. R., 1974. Culture of bivalve molluscs, 50 years experience at Conwy. Fishing News (Books) Ltd., England, 173pp.

Wilbur, K. (1988). The Mollusca. Vols. I, III, VI, VII, X, XI and XII. Academic Press, Inc. New York. U.S.A.

## **ASIGNATURA: BIOLOGÍA Y CULTIVO DE CEFALÓPODOS**

UNIDAD ACADÉMICA: FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR

RESPONSABLE DEL CURSO: DRA. DIANA JUDITH LÓPEZ PERAZA

TEORÍA: 53 Horas

PRÁCTICAS: 27 Horas

CRÉDITOS: 5

### **Objetivo General**

El alumno conocerá y analizará las bases fisiológicas y mecanismos de adaptación de los cefalópodos, entre los cuales podemos encontrar especies de pulpos, sepias, calamares y nautilus. Además se discutirá sobre la situación actual de la pesquería, y los retos que enfrenta el cultivo de estos organismos.

### **Programa**

1. Desarrollo embrionario
  - 1.1. Características del huevo
  - 1.2. Embriogénesis y eclosión
  
2. Fisiología larval
  - 2.1. Función y localización de los órganos y sistemas
  - 2.2. Génesis del sistema digestivo.
  - 2.3. Hábitos larvarios
  
3. Sistema digestivo

- 3.1. Estructuras y órganos que intervienen en el proceso digestivo.
- 3.2. Digestión y absorción de los nutrientes en el tracto digestivo
- 3.3. Enzimas digestivas, origen y función
- 3.4. Requerimientos nutricionales
  
- 4. Osmorregulación
  - 4.1. Regulación y balance de agua e iones.
  - 4.2. Mecanismos de excreción y órganos que intervienen
  
- 5. Control endocrino
  - 5.1. Glándula óptica
  - 5.2. Sistema neurosecretor de la vena cava
  - 5.3. Tejido juxtaganglionar
  - 5.4. Células neurosecretoras
  
- 6. Sistema nervioso
  - 6.1. Constitución del sistema nervioso central y periférico.
  - 6.2. Órganos de los sentidos
  - 6.3. Cerebro e inteligencia
  
- 7. Sistema cardiovascular
  - 7.1. Corazones branquiales y corazón sistémico.
  - 7.2. Características de la hemocianina.
  
- 8. Sistema reproductor
  - 8.2. Constitución del sistema reproductor

8.3. Madurez sexual

8.4. Cortejo

9. Mecanismos de defensa

9.1. Sistema inmune

9.2. Mecanismos de defensa

10. Intercambio de gases

10.1. Mecanismos de intercambio de gases y órganos que intervienen.

11. Cultivo de los cefalópodos

11.1. Situación actual del cultivo de cefalópodos

11.2. Técnicas de cultivo

11.3. Retos para su cultivo

### **Estrategias de aprendizaje**

Se abordará de manera integral la información para brindar al estudiante una visión amplia de la importancia de la fisiología de los cefalópodos. Se utilizarán medios audiovisuales para la impartición teórica del curso. Además, se promoverá la participación activa de los estudiantes mediante el desarrollo de temas específicos y la discusión de publicaciones científicas de relevancia para el tema en curso.

### **Estrategias de evaluación**

Se realizarán 4 exámenes escritos durante el desarrollo del curso con un valor del 60%.

Presentaciones orales y trabajos de investigación; 30%

Participación en clase; 10 %

### **Bibliografía**

Boyle, P. y Rodhouse, P. 2005. Cephalopods: Ecology and Fisheries. Blackwell Science. India. 452 pp.

Budelmann, B.U. Schipp, R. y Boletzky, S.V. 1997. Cephalopoda. Harrison, F.W. y Kohn. Microscopic Anatomy of Invertebrates, Volume 6A, FW Harrison & AJ Kohn (eds). New York: Wiley-Liss, 119-414 p.

Kumé, M. y Dan, K. 1968. Invertebrate embryology. Jean C. Dan. 605 pp.

Pörtner, H.O., O'Dor, R.K. y Macmillan, D.L. 1994. Physiology of cephalopod molluscs: Lifestyle and performance adaptations. Gordon and Breach. Singapore. 214 pp

Raven, C.P. 1958. Morphogenesis: The analysis of mollusca development. Pergamon Press. 311 pp

Villanueva R. & Norman M.D. 2008. Biology of the planktonic stages of benthic octopuses. Oceanography and Marine Biology: An Annual Review 46, 105-202.

Wilbur, K.M.; y Yonge, C.M. 1964. Physiology of Mollusca. Academic Press. Volumen 1. 473 pp.

Wilbur, K.M.; y Saleuddin, .A.S. 1983. The Mollusca. Physiology, Part 2.. Academic Press. Volume Volumen 5. 473 pp.

## **ASIGNATURA: TÓPICOS SELECTOS EN NUTRICIÓN DE ORGANISMOS ACUÁTICOS**

UNIDAD ACADÉMICA: FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR

RESPONSABLE DEL CURSO: DR. GUSTAVO ALEJANDRO RODRÍGUEZ  
MONTES DE OCA

TEORÍA: 53

PRÁCTICA: 27

CRÉDITOS: 5

### **Objetivo General**

Proveer al estudiante con información de vanguardia en cuanto a las tendencias de diversas líneas de investigación en nutrición de organismos acuáticos de relevancia para la acuicultura y su potencial aplicación fuera del ámbito experimental.

### **Programa**

#### **I. Introducción**

##### **a. Anatomía y fisiología del aparato digestivo:**

- i. Moluscos.
- ii. Peces.
- iii. Crustáceos.

##### **b. Bioquímica de los alimentos:**

- i. Proteínas y aminoácidos, lípidos, carbohidratos, vitaminas y minerales

#### **II. Temas de discusión abierta**

##### **a. Nutrientes esenciales:**

- i. Introducción a la alimentación y nutrición.
- ii. Requerimientos de proteínas y aminoácidos, lípidos, carbohidratos, vitaminas, minerales y de energía.
- iii. Patologías nutricionales (principalmente deficiencias).

##### **b. Métodos de evaluación:**

- i. Crecimiento.
- ii. Digestibilidad.

##### **c. Fuentes de nutrientes:**

- i. Alimento vivo.
- ii. Fertilización, abonos y ensilados.
- iii. Ingredientes convencionales.
- iv. Ingredientes no convencionales.

##### **d. Alimentos balanceados:**

- i. Principios, opciones y estrategias, alimentación con raciones completas.
  - ii. Selección de ingredientes, control de calidad, formulación de alimentos.
  - iii. Elaboración de alimentos para larvas.
  - iv. Elaboración de alimentos experimentales.
  - v. Métodos de alimentación para organismos acuáticos (peces, moluscos y crustáceos).
- e. Particularidades de ingredientes para formulación de dietas experimentales
  - i. Digestibilidad.
  - ii. Perfil proximal.
  - iii. Antinutrientes.
- f. Alimentación suplementaria:
  - i. Principios, selección de ingredientes, formulación.
  - ii. Fertilización inorgánica y orgánica.
  - iii. Cultivos integrados.
- g. Diseño experimental:
  - i. Estudios a nivel laboratorio/ piloto/ comercial.
  - ii. Métodos de análisis.
  - iii. Parámetros de evaluación.

### **Estrategias de aprendizaje**

Los temas de los dos primeros módulos serán impartidos por medio de acetatos y diapositivas. Posteriormente, el curso exige la lectura intensiva de múltiples artículos de investigación de reciente publicación en revistas indexadas y especializadas en el área de la acuicultura. Los diversos módulos restantes serán preparados por cada estudiante para presentarlos como seminarios, mismos que serán discutidos con la supervisión del profesor (al menos un seminario por alumno).

### **Estrategias de evaluación**

- Asistencia a cada sesión de discusión
- Moderación de la sesión
- Créditos extras por presentar temas a discutir

Exámenes (1 inicial): 2.5 puntos, sólo para módulos de Anatomía y fisiología del aparato digestivo y Bioquímica de los alimentos.

Seminarios y participación en clases: 7.5 puntos.

Teniendo que cubrir un mínimo de 80% de asistencia a clases para tener

derecho a calificación.

### **Bibliografía**

Church, D.C. and Pond W.G. 1990. Fundamentos de nutrición y alimentación de animales. Editorial Limusa, México, D.F. p. 1-438.

Halver, J.E. y R. W. Hardy. 2002. Fish Nutrition. 3ra edición. Academic Press. San Diego Cal. EUA. P 1-824.

Artículos varios de las revistas Aquaculture, Aquaculture Research, Aquaculture Nutrition y Aquaculture International

Lovel Richard T. Auburn University. Nutrición de Peces. pp. 1-74.

## **ASIGNATURA: REPRODUCCIÓN DE ORGANISMOS ACUÁTICOS**

UNIDAD ACADÉMICA: FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR

RESPONSABLE DEL CURSO: DR. JOSÉ ANTONIO ESTRADA GODÍNEZ

TEORÍA: 48

PRÁCTICA: 32

CRÉDITOS: 5

### **Objetivo General**

El alumno identificará y analizará los eventos relacionados con el proceso de reproducción en lo general para los diferentes grupos de organismos acuáticos y revisará los factores involucrados en cada parte del proceso para determinar la relación que guarda cada uno de ellos.

### **Objetivos Específicos**

- El alumno identificará las principales características de los sistemas reproductores y apreciará su importancia en la identificación de las especies.
- El alumno identificará las principales diferencias entre las células reproductoras y reconocerá su importancia.
- El alumno identificará la importancia de reconocer las características reproductivas de algunas especies.
- El alumno reconocerá los principales patrones reproductivos que se presentan en algunas especies.
- El alumno reconocerá la importancia del entorno ambiental en la reproducción de las especies.
- El alumno aprenderá a estimar la producción gametogénica en función de las características de las especies.

### **Programa**

#### **I.- INTRODUCCIÓN**

I.- Importancia del ciclo reproductivo en ecología acuática, pesquerías, acuicultura, y la conservación de especies.

## II.- REPRODUCCIÓN SEXUAL

II.1.- Determinación sexual.

II.2.- Dimorfismo sexual

II.3.- Sistema reproductor.

II.3.1.- Origen.

II.3.2.-Morfología funcional

## III.- GAMETOGENESIS

III.1.- Células germinales.

III.2.- Citodiferenciación de los gametos.

III.3.- Oogénesis.

III.3.1.- Vitelogénesis.

III.3.2.- Cubiertas de los oocitos y de los huevos.

III.4.- Espermatogénesis.

III.4.1.- Espermiogénesis.

## IV.- CICLOS GAMETOGÉNICOS

IV.1.- Significado de los ciclos gametogénicos.

IV.1.2.- Sincronía.

IV.1.3.- Asincronía.

IV.2.- Proporción sexual.

IV.3.- Protandria.

IV.4.- Protoginia.

IV.5.- Hermafroditismo.

## V.- PATRONES DE REPRODUCCIÓN

V.1.- Periodicidad.

V.2.- Factores que intervienen.

V.3.- Regulación endógena y exógena.

V.4.- Estrategias y tácticas reproductivas.

V.5.- Distribución geográfica

## VI.- ECOLOGÍA DE LA REPRODUCCIÓN

VI.1.- Factores exógenos.

VI.1.1.- Temperatura.

VI.1.2.- Fotoperiodo.

VI.1.3.- Ciclo lunar.

VI.1.4.- Alimento, aporte energético.

VI.1.5.- Salinidad.

VI.1.6.- Otros.

VI.2.- Factores endógenos.

VI.2.1.- Genéticos.

VI.2.2.- Endócrinos.

VII.- Producción de gametos.

VII.1.- Concepto de fecundidad.

VII.1.1.- Total.

VII.1.2.- Absoluta.

VII.1.3.- Relativa.

VII.2.- Métodos para su estimación.

VII.3.- Factores de importancia para su estimación.

### **Estrategias de aprendizaje**

La teoría se impartirá en las aulas para docencia dentro del horario que establezca la FACIMAR a lo largo de la semana mediante exposición del maestro utilizando medios audiovisuales. En clase se discutirán publicaciones y se realizarán valoraciones de sistemas en operación; Se realizará investigación bibliográfica y prácticas de campo además de visitas guiadas a centros de producción acuícola.

### **Estrategias de evaluación**

Se realizarán 5 exámenes escritos (50%).

Reportes de prácticas (20%).

Exposiciones orales (20%).

Investigación bibliográfica (10%).

### **Bibliografía**

Adiyodi, K.G. and R.G. Adiyodi.1983. Reproductive biology of invertebrates. Vol. II. John Wiley & Sons. New York. Toronto.

Adiyodi, K.G. and R.G. Adiyodi.1983. Reproductive biology of invertebrates. Vol. IX. John Wiley & Sons. New York. Toronto.

Advances in Invertebrate Reproduction, No. 5: International Congress. 1989. Fifth, Nagaya, Japan. M.Hoshi (Editor). 584 pp.

Angus, D.M., A.P. Scout, and T.J. Lam (Editors), 1990. Reproductive seasonality in Teleosts: Environmental Influences. CRC Press, Inc. Boca Raton Florida.

Austin, C.R. & Edwards, R.G. 1981. Mechanisms of sex differentiation in animals and man. Academia Press, N.Y.

Bagenal, T.B. 1978. Aspects of fish fecundity. In: Ecology of fresh fish production (Ed. S.D. Gerking). Blackwells Scientific Publications. London. New

York.

Bruce, D. 1994. Atlas of Invertebrate Reproduction and Development. Wiley, John & Sons, Inc. 272 pp.

Bunnig, T. and D.R. Idler. 1983. Yolk formation and differentiation in teleost fishes. In: Fish Physiology, Vol. IX A (Eds. W.S. Hoar, D.J. Randall & E.M. Donaldson).

Giese, A., C. Pearse, J. S., and V. B. Pearse. 1987. Reproduction of marine invertebrates. General Aspects. Vol 9 450 pp

Hoar, W.S. & Randall, D.J. 1988. Fish physiology. Vol. XIA, Academic Press, N.Y.

Hoar, W.S. & Randall, D.J. 1988. Fish physiology. Vol. XIB, Academic Press, N.Y.

Hoar, W.S., Randall, D.J. & Donaldson, E.M. 1983. Fish physiology. Vol. IXA, Academic Press, N.Y.

Hoar, W.S., Randall, D.J. & Donaldson, E.M. 1983. Fish physiology. Vol. IXB, Academic Press, N.Y.

Hoar, W.S., Randall, D.J. 1969. Fish physiology. Vol. III, Academic Press, N.Y.

Kennedy, V. S., R. I. E. Newell y A. F. Format (Editors): The Eastern Oyster: *Crassostrea Virginica*.

Munro, A.D., Scott, P.A. & Lam, T.J. 1990. Reproductive seasonality in teleosts: environmental influences. CRC Press, Boca Raton, Florida.

Potts, G.W. and Wootton R.J. 1984. Fish reproduction: strategies and tactics. Academic Press, N.Y.

Potts, G.W., R.J. Wootton. 1989. Fish reproductive strategies and tactics. Academic Press. In: Fish Physiology, Vol. IX A (Eds. W.S. Hoar, D.J. Randall & E.M. Donaldson).

Schreck. C.B. and Moyle, P.B. 1990. Methods for fish biology. American Fisheries Society. USA.

Stickney, R.R. 1994. Principles of aquaculture. John Wiley and Sons, N.Y.

Tucker, J.W.Jr. 1998. Marine fish culture. Kluwer Academic Publishers.

Wilson W. H. Shinn G. L. and Stricker S. A. (editors) 1994. Reproduction and development of Marine Invertebrates. Johns Hopkins University Press.

## **ASIGNATURA: BIOLOGÍA CELULAR Y MOLECULAR**

UNIDAD ACADÉMICA: FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR

RESPONSABLE DEL CURSO: DR. PABLO PIÑA VALDEZ

TEORÍA: 80

PRÁCTICA: -

CRÉDITOS: 5

### **Objetivo General**

Brindar a los estudiantes de posgrado los conocimientos básicos para comprender los mecanismos moleculares del ciclo de vida celular de procariontas y eucariontas.

### **Programa**

1. Introducción a la biología celular y molecular.
2. Métodos en Biología Celular.
3. Organización Celular.
4. Macromoléculas.
5. Estructura y función de las proteínas.
6. El núcleo y la cromatina.
7. Replicación, reparación y recombinación de DNA.
8. Cromosomas y regulación genética.
9. Del DNA a proteínas.
10. Estructura y función de las membranas.
11. Transporte de membranas.
12. Compartimientos intracelulares y transporte.
13. Rutas de secreción y endocitosis.
14. Ciclo de la glicólisis y del ácido cítrico.
15. Mitocondria y cloroplasto.
16. Señalización celular, principios generales y receptores, Mensajeros intracelulares.
17. Filamentos intermedios y microfilamentos de actina.

18. La matriz extracelular y las uniones celulares.

19. División celular.

20. Control del ciclo celular final.

### **Estrategias de aprendizaje**

Tener conocimientos básicos de biología para poder desarrollar las actividades de acuerdo a la cronología del programa, y pudiendo aplicar una serie de tareas y seminarios, exámenes y un trabajo final.

### **Estrategias de evaluación**

40% 4 exámenes parciales

40% tareas y seminarios

20% trabajo final

### **Bibliografía**

La lista de artículos se actualizará y definirá al inicio del curso.

Alberts et. al. 2011. Introducción a la biología celular. Editorial Médica Panamericana S.A.; Edición: 3. 900 pp.

Karp, G. 2014. Biología Celular y Molecular. McGraw-Hill Interamericana de España S.L.; Edición: 7. 783 pp.

## **ASIGNATURA: TÓPICOS SELECTOS EN FISIOLÓGÍA DE ORGANISMOS ACUÁTICOS**

UNIDAD ACADÉMICA: FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR

RESPONSABLE DEL CURSO: DR. MIGUEL ÁNGEL HURTADO OLIVA

TEORÍA: 80

PRÁCTICA: -

CRÉDITOS: 5

### **Objetivo General**

Abordar de manera particular algunos temas selectos de la fisiología de organismos acuáticos. Principalmente se discutirán los temas relacionados con la nutrición en general, y particularmente el papel de lípidos en la adaptación ambiental, reproducción, osmorregulación y sistema inmunológico de diversas especies de peces, crustáceos y moluscos de interés para la acuicultura.

### **Programa**

#### 1. La nutrición

1.1 ¿Qué es nutrición? Las diferencias entre nutrir y alimentar.

1.2 Proteínas, carbohidratos y lípidos

1.3 ¿Qué es un lípido? Características, estructura, nomenclatura y funciones fisiológicas

1.4 Fuentes de lípidos en la nutrición de organismos acuáticos

1.5 Composición de lípidos del plancton y zooplancton

#### 2. ¿Los lípidos son esenciales?

2.1 El largo camino hacia el descubrimiento de la importancia de los lípidos

2.2. Síntesis de ácidos grasos, ocurre de la misma manera en moluscos, crustáceos y peces?

2.3 Discusión de artículos con cada grupo de organismos acuáticos

### 3. Los lípidos en la fisiología de organismos acuáticos

#### 3.1 Adaptación ambiental

#### 3.1 Osmorregulación

#### 3.2 Reproducción

#### 3.3 Sistema inmunológico

#### 3.4 Discusión de artículos con cada grupo de organismos acuáticos.

### **Estrategias de aprendizaje**

Asistencia a clase y participación activa de los estudiantes. Lectura y discusión en clase de publicaciones científicas. Se abordará de manera integral la información para brindar al estudiante una visión amplia de la importancia de los lípidos en la nutrición y fisiología de organismos acuáticos. Se propondrá abordar los temas de interés de los estudiantes para el desarrollo de su tesis.

### **Estrategias de evaluación**

- Asistencia y participación en clase 10%
- Examen por unidad (30% c/u)

### **Bibliografía**

La lista de artículos se actualizará y definirá al inicio del curso.

Duerr, E.O., Molnar, A., Sato,V. 1998. Cultured microalgae as aquaculture feeds. *J. Mar. Biotechnol.* 7, 65–70.

Ferreira, M., Maseda, A., Fábregas, J., Otero, A. 2008. Enriching rotifers with “premium” microalgae. *Isochrysis aff. galbana* clone T-ISO. *Aquaculture* 279, 126–130.

Ghioni, C., Tocher, D. R., Bell, M. V., Dick, J. R., Sargent, J. R. 1999. Low C18 to C20 fatty acid elongase activity and limited conversion of stearidonic acid, 18:4(n-3), to eicosapentaenoic acid, 20:5(n-3), in a cell line from the turbot, *Scophthalmus maximus*. *Biochim. Biophys. Acta* 1437, 170–181.

Hudinaga, M. 1942. Reproduction, development and rearing of *Penaeus japonicus* Bate. *Jpn. Zool.* 10, 305–393.

Hurtado, M.A., Racotta,I.S., Arjona,O., Hernández Rodríguez,M., Goytortúa,E.,

- Civera,R., and Palacios,E., 2006. Effect of hypo- and hyper-saline conditions on osmolarity and fatty acid composition of juvenile shrimp *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) fed low- and high-HUFA diets. *Aquacult. Res.* 37, 1316-1326.
- Hurtado, M.A., Racotta,I.S., Civera,R., Ibarra,L., Hernández-Rodríguez,M., and Palacios,E., 2007. Effect of hypo- and hypersaline conditions on osmolality and Na<sup>+</sup>/K<sup>+</sup>-ATPase activity in juvenile shrimp (*Litopenaeus vannamei*) fed low- and high-HUFA diets. *Comp. Biochem. Physiol.* 147A, 703-710.
- Hurtado, M.A., Reza,M., Ibarra,A.M., Wille,M., Sorgeloos,P., Soudant,P., and Palacios,E., 2009. Arachidonic acid (20:4n-6) effect on reproduction, immunology, and prostaglandin E2 levels in *Crassostrea corteziensis* (Hertlein, 1951). *Aquaculture* 294, 300-305.
- Hurtado, M.A., Ramírez,J.L., Rodríguez-Jaramillo,C., Tovar,D., Ibarra,A.M., Soudant,P., and Palacios,E., 2009. Comparison of continuous and batch feeding systems on maturation, biochemical composition and immune variables of the oyster *Crassostrea corteziensis* (Hertlein 1951). *Aquacult. Res.* 40, 464-472.
- Kanazawa, A. 1992. Recent advances in penaeid nutrition in Japan. En: *Proceedings of the Aquaculture Nutrition Workshop*, (Allan, G.L., Dall, W., Eds.), Salamander Bay, Australia, pp. 64–71.
- Kanazawa, A., Teshima, S., Tokiwa, S., Kayama, M., Hirata, M. 1979. Essential fatty acids in diet of prawn. II. Effect of docosahexaenoic acid on growth. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.* 45, 1151–1153.
- Kurmaly, K., Jones, D.A., Yule, A.B., Yeast, J. 1989. Comparative analysis of the growth and survival of *Penaeus monodon* (Fabricius) larvae, from protozoa 1 to postlarva 1, on live feeds, artificial diets and on combinations of both. *Aquaculture* 81, 27–45.
- Kontara, E., Coutteau, P., Sorgeloos, P. 1997. Effect of dietary phospholipids for an incorporation of n-3 highly unsaturated fatty acids in postlarval *Penaeus japonicus* Bate. *Aquaculture* 158, 305–320.
- Lavens, P., Sorgeloos, P. (Eds.). 1996. *Manual on the production and use of live food for aquaculture*. FAO, Fisheries Technical Paper no. 361, Roma,

Italia, 295 p.

Lavens, P., Sorgeloos, P. 2000. The history, present status and prospects of availability of *Artemia* cysts for aquaculture. *Aquaculture* 181, 397–403.

Lehninger, A.L. 2005. *Principles of Biochemistry*. W. H. Freeman, Publisher.

Loeza, F., Hurtado, M.A., Ramírez, J.L., Arjona, O., Racotta, I.S., Palacios, E. 2005. Effect of HUFA on osmoregulatory capacity in shrimp (*Litopenaeus vannamei*) postlarvae. Sixth International Crustacean Congress, Glasgow, Escocia, Reino Unido, p 167.

Nagata, W.D., Whyte, J.N.C. 1990. Effects of yeast and algal diets on the growth and biochemical composition of the rotifer *Brachionus plicatilis* (Müller) in culture. *Aquacult. Res.* 23, 13–21.

Naz, M. 2008. The changes in the biochemical compositions and enzymatic activities of rotifer (*Brachionus plicatilis*, Müller) and *Artemia* during the enrichment and starvation periods. *Fish. Physiol. Biochem.* 34, 391–404.

Palacios, E., Pérez-Rostro, C.I., Ramírez, J.L., Ibarra, A.M., Racotta, I.S. 1999. Reproductive exhaustion in shrimp (*Penaeus vannamei*) reflected in larval biochemical composition, survival, and growth. *Aquaculture* 171, 309–321.

Palacios, E., Racotta, I.S., Heras, H., Marty, Y., Moal, J., Samain, J.F. 2001. Relation between lipid and fatty acid composition of eggs and larval survival in white pacific shrimp (*Penaeus vannamei*, Boone, 1931). *Aquacult. Int.* 9, 531–543.

Palacios, E., Bonilla, A., Pérez, A., Racotta, I.S., Civera, R. 2004. Influence of highly unsaturated fatty acids on the responses of white shrimp *Litopenaeus vannamei* (Boone) postlarvae to low salinity. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 299, 201–215.

Rodríguez, C., Perez, J.A., Lorenzo, A., Izquierdo, M.S., cejas, J.R. 1994. n-3 HUFA requirement of larval gilthead seabream *Spaurus aurata* when using high levels of eicosapentaenoic acid. *Comp. Biochem. Physiol.* 107, 693–698.

Tackaert, W., Abelin, P., Léger, P., Sorgeloos, P. Stress resistance as a criterium to evaluate quality of postlarval shrimp reared under different feeding procedures. Pessoa, J. Proc.III simposio Brasileiro sobre cultivo de camarao 1, 393-403. 1992. Brasil, MCR Aquacultura.

- Tacon, A.G.J., Metian, M. 2008. Global overview on the use of fish meal and fish oil in industrially compounded aquafeeds: Trends and future prospects. *Aquaculture* 285, 146-158.
- Volkman, J.K., Jeffrey, S.W., Nichols, P.D., Rogers, G.I., Garland, C.D. 1989. Fatty acid and lipid composition of 10 species of microalgae used in mariculture. *J. Exp. Biol. Ecol.* 128, 219–240.
- Watanabe, T. 1993. Importance of docosahexaenoic acid in marine larval fish. *J. World Aquacult. Soc.* 24, 152–161.
- Whyte, J.N.C., Nagata, W.D. 1990. Carbohydrate and fatty acid composition of the rotifer, *Brachionus plicatilis*, fed monospecific diets of yeast or phytoplankton. *Aquaculture* 89, 263–272.
- Wouters, R., Vanhauwaert, A., Naessens, E., Pedrazzoli, A., Lavens, P. 1997. The effect of dietary n-3 HUFA and 22:6n-3/20:5n-3 ratio on white shrimp larvae and postlarvae. *Aquacult. Int.* 5, 113–126.
- Xu, X.L., Ji, W., Castell, J.D., O'Dor, R.K. 1993. The nutritional value of dietary n-3 and n-6 fatty acids for the Chinese prawn (*Penaeus chinensis*). *Aquaculture* 118, 277–285.
- Xu, X.L., Ji, W., Castell, J.D., O'Dor, R.K. 1994. Essential fatty acid requirement of the Chinese prawn, *Penaeus chinensis*. *Aquaculture* 127, 29–40.
- Yúfera, M. 2001. Studies on *Branchionus* (Rotifera): an example of the interaction between fundamental and applied research. *Hydrobiologia* 446/447, 383–392.

## **ASIGNATURA: MÉTODOS CUANTITATIVOS EN ACUICULTURA.**

UNIDAD ACADÉMICA: FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR.

RESPONSABLE DEL CURSO: DR. JOSÉ CRISTÓBAL ROMÁN Y DR.

GUSTAVO ALEJANDRO RODRÍGUEZ MONTES DE OCA

TEORÍA: 40

PRÁCTICAS: 40

CRÉDITOS: 5

### **Objetivo General**

A través de la unidad didáctica se busca que los estudiantes aprendan a aplicar las bases teóricas para tomar decisiones en la solución de problemas mediante el uso de herramientas y métodos modernos para el manejo de datos cuantitativos provenientes de estudios acuícolas, de tal forma que logren el conocimiento adecuado para adquirir confianza y desempeñar su actividad laboral o profesional de una manera más eficiente.

### **Objetivos Específicos**

Teóricos:

- El alumno identifica y aplica métodos cuantitativos en la acuicultura.
- El alumno identifica, define y analiza datos cuantitativos en la acuicultura.
- El alumno utiliza paquetes estadísticos para analizar datos cuantitativos en la acuicultura.
- El alumno será capaz de explicar las diferencias entre estudios observacionales y estudios experimentales en acuicultura.
- Identifica y describe los sistemas experimentales comunes en acuicultura.
- Identifica y describe poblaciones, muestras y los principios de los métodos de muestreo.
- Comprende la importancia de las técnicas de remuestreo en el análisis de datos cuantitativos.
- Comprende y realiza el análisis exploratorio de datos cuantitativos.
- Comprende la importancia y los conceptos de las medidas de tendencia central y variabilidad de los datos cuantitativos.
- Comprende los aspectos básicos para la formulación y pruebas de hipótesis.

- Comprende la importancia del diseño experimental en la investigación acuícola.
- Comprende la diferencia entre métodos paramétricos y no paramétricos en el análisis de datos.
- Analiza e interpreta datos en diversos diseños de análisis de varianza (ANOVA).
- Describe, analiza e interpreta relaciones entre variables.
- Conoce, aplica e interpreta algunos tópicos avanzados de estadística.

#### Prácticos

- Capacidad para seleccionar, planificar y aplicar diferentes técnicas de análisis de datos cuantitativos en la investigación acuícola.
- Capacidad para implementar en la práctica los fundamentos teóricos de las técnicas de análisis de datos cuantitativos en la investigación acuícola.
- Capacidad de síntesis crítica y de expresión escrita y oral en los informes de práctica.
- Habilidad en el uso del programa R para el análisis de datos cuantitativos.

#### Actitudinales

- Actitud para el análisis y organización en el desarrollo de las actividades prácticas del curso.
- Actitud creativa y de responsabilidad en las actividades individuales y de trabajo colaborativo.
- Actitud de ética profesional en el uso e interpretación de datos cuantitativos.
- Actitud crítica y autocrítica en el análisis e interpretación de datos cuantitativos.

### **Programa**

#### **1. Introducción**

1.1. Importancia del método científico en la investigación acuícola

1.2. Definición de estudios experimentales y observacionales en acuicultura

1.3. Trascendencia de la estadística en el análisis de datos cuantitativos de la acuicultura

1.4. Definición de datos cuantitativos en la acuicultura

1.5. Implicaciones legales del uso de organismos protegidos en la investigación acuícola

1.6. Importancia de la publicación de artículos científicos en el ámbito acuícola

1.7. Instalación y operaciones básicas con el programa R

1.8. Preguntas y ejercicios prácticos con el programa R.

## **2. Unidades experimentales en acuicultura**

2.1. Sistemas experimentales comunes en acuicultura

2.1.1. Estanques de tierra

2.2.2. Jaulas en estanques

2.2.3. Jaulas en lagunas o reservorios

2.2.4. Tanques de pvc o geomembrana

2.2.5. Acuarios

2.2.6. Instalaciones de granjas acuícolas

2.2. Captura y manejo de datos en el programa R

2.3. Preguntas y ejercicios prácticos con el programa R

## **3. Muestreo y colecta de datos**

3.1. Principios y métodos de muestreo

3.2. Parámetros o variables

3.2.1. Tipos de variables

3.2.2. Variables en acuicultura

3.3. Muestreo de organismos acuáticos y parámetros zootécnicos

3.4. Muestreo de alimento y sus ingredientes

3.5. Muestreo y monitoreo de la calidad del agua

3.6. Muestreo de huevos, músculo, sangre y otros tejidos

3.7. Tamaño de muestra en número o volumen

3.7.1. Métodos simples para la estimación del tamaño de muestra

3.7.2. Métodos comprensivos para la estimación del tamaño de muestra.

### 3.8. Preguntas y ejercicios prácticos con el programa R

## **4. Exactitud y análisis exploratorio de datos**

### 4.1. Importancia

### 4.2. Exactitud y precisión de datos

### 4.3. Cifras significativas

### 4.4. Fuentes de error

#### 4.4.1. Datos perdidos

#### 4.4.2. errores sistemáticos

#### 4.4.3. Errores residuales aleatorios

### 4.5. Minimización y separación de los errores

#### 4.5.1. Condiciones y procedimientos experimentales

#### 4.5.2. Materiales, métodos y equipamiento

#### 4.5.3. Aleatorización de los tratamientos en las unidades experimentales

#### 4.5.4. Implementar unidades experimentales pareadas

#### 4.5.5. Implementar unidades experimentales en bloques

#### 4.5.6. Medición de variables o factores adicionales

#### 4.5.7. Incremento del número de tratamientos y réplicas

### 4.6. Análisis exploratorio y visualización gráfica de datos

#### 4.6.1. Revisión para detectar errores y datos extremos

#### 4.6.2. Comparación de datos con otros trabajos y reportes similares

#### 4.6.3. Tablas y figuras como herramientas útiles

### 4.7. La distribución normal

#### 4.7.1. Concepto de probabilidad

#### 4.7.2. Distribución de frecuencias y probabilidad

#### 4.7.2. Datos agrupados en clases

4.7.4. Histogramas y curvas de frecuencia

4.6.4. Supuestos estadísticos básicos ¿Normalidad de los datos o de los residuales?

4.7.5. Igualdad de varianzas

4.7.6. Transformación de datos

4.8. Preguntas y ejercicios prácticos con el programa R

## **5. Medidas de tendencia central y variabilidad**

5.1. Conceptos e importancia

5.2. Medidas de tendencia central

5.2.1. La media aritmética

5.2.2. La mediana

5.2.3. La moda

5.2.4. Cuartiles, percentiles y otros cuantiles

5.3. Medidas de variabilidad o de dispersión

5.3.1. El rango

5.3.2. El rango intercuartílico o desviación cuartílica

5.3.3. Desviación media

5.3.4. Varianza y desviación estándar

5.3.5. Varianza o desviación estándar de la población y de la muestra

5.3.6. Error estándar

5.3.7. Coeficiente de variación

5.3.8. Implicaciones de la variabilidad

5.4. Preguntas y ejercicios prácticos con el programa R

## **6. Aspectos básicos para la formulación y pruebas de hipótesis**

- 6.1. Concepto
- 6.2. Distribuciones de probabilidad para variables cuantitativas
- 6.2. Nivel de significancia
- 6.3. Nivel de confianza, límites e intervalos.
- 6.4. Significancia estadística y biológica
- 6.5. Tipos de errores en las pruebas de hipótesis
- 6.6. Selección de la herramienta estadística
- 6.7. Pruebas estadísticas para una y dos muestras
  - 6.7.1. Pruebas paramétricas
    - 6.7.1.1. Prueba t de student para una muestra
    - 6.7.1.2. Prueba Z para una muestra
    - 6.7.1.3. Prueba t de student para la media de dos muestras
    - 6.7.1.4. Prueba t de student para dos muestras dependientes o pareadas
  - 6.7.2. Pruebas no paramétricas
    - 6.7.2.1. Prueba de los signos y de Wilcoxon para una muestra
    - 6.7.2.2. Prueba U de Mann-Whitney para dos muestras
    - 6.7.2.3. Aproximación de U de Mann-Whitney a la distribución normal: prueba Z para dos muestras
    - 6.7.2.4. Prueba de Wilcoxon para muestras dependientes o pareadas
    - 6.7.2.4. Aproximación de Wilcoxon a la distribución normal: prueba Z para muestras pareadas
  - 6.7.3. Prueba de Welch para dos muestras normales y varianzas heterogéneas
- 6.8. Técnicas de remuestreo (permutaciones, bootstrap y jackknife)
- 6.9. Preguntas y ejercicios prácticos con el programa R

## **7. Diseño experimental y análisis de varianza (ANOVA)**

7.1. Descripción del ANOVA

7.2. Diseños completamente aleatorios (DCA)

7.2.1. Prueba paramétrica ANOVA de un factor: Prueba F de Fisher

7.2.2. Prueba no paramétrica de ANOVA de un factor: prueba H de Kruskal-Wallis

7.2.3. Prueba de ANOVA de un factor con datos heterocedásticos: prueba de Welch

7.2.4. ANOVA de un factor por permutaciones

7.2.5. ANOVA de dos factores paramétrico: Prueba F de Fisher

7.2.6. ANOVA de dos factores con datos heterocedásticos: transformación de datos

7.2.7. ANOVA por bloques paramétrico: Prueba F de Fisher

7.3.2. ANOVA por bloques no paramétrico: Prueba de Friedman

7.4. ANOVA para muestras dependientes: medidas repetidas para uno y dos factores

7.5. Preguntas y ejercicios prácticos con el programa R

## **8. Prueba y exploración de relaciones entre variables**

8.1. Descripción

8.2. Regresión con un solo factor

8.2.1. Regresión lineal simple (RLS)

8.2.2. Prueba de hipótesis para la RLS

8.2.3. Regresión no lineal

8.2.3.1. Potencial

8.2.3.2. Exponencial

8.2.3.3. cuadrática

8.2.3.4. segmentada (Broken-line)

8.2.4. Formulación y selección del modelo

### 8.3. Regresión múltiple

8.3.1. Métodos paso a paso y por eliminación hacia atrás

8.3.2. Ejemplos

8.3.3. Interpretación de resultados

8.3.4. Predicción

8.3.5. Selección del método

8.3.6. Criterio de información de Akaike

8.4. Correlación y pruebas paramétricas

8.5. Pruebas no paramétricas para regresión y correlación

8.5.1. Correlación por rangos de Spearman

8.5.2. Correlación por rangos de Kendall o coeficiente de concordancia de Kendall

8.6. Correlación múltiple

8.7. Análisis de covarianza

8.8. Preguntas y ejercicios prácticos con el programa R

## **9. Tópicos avanzados de estadística**

9.1. Análisis de componentes principales

9.2. Análisis de correspondencia

9.3. Escalamiento multidimensional métrico y no métrico

9.4. Análisis cluster y de clasificación

9.5. Análisis de varianza multivariado

9.5.1. PerMANOVA

9.6. Interpretación de resultados

9.7. Preguntas y ejercicios prácticos con el programa R

## **Estrategias de aprendizaje**

Como acción estratégica para desarrollar las competencias, el profesor llevará a cabo las siguientes actividades:

- Asistencia de un 100% a clases.
- Cubrir el 100% del programa.
- Aplicar y seguir el programa en un 100%.
- Registrar la asistencia en cada clase.
- Establecer las reglas del curso.
- Asesorar y conducir el trabajo de la unidad de aprendizaje.
- Fomentar el intercambio de experiencias.
- Retroalimentar el diseño del programa.
- Resolver las dudas de los alumnos.
- Evaluar la unidad de aprendizaje.
- Integración de Equipo de Trabajo Colaborativo.
- Promover foros de discusión.
- Dar a conocer oportunamente resultados de evaluación de trabajos y exámenes.
- Programar y llevar a cabo la revisión de la evaluación de trabajos y exámenes.

Por su parte el alumno deberá cumplir con las siguientes actividades:

- Asistencia de un 100% a clase.
- 100% de cumplimiento de trabajos entregados antes del examen final.
- Realizar y analizar la lectura de los textos propuestos.
- Elaboración de mapas conceptuales.
- Entregar en tiempo y forma los trabajos requeridos.
- Participar individualmente y en equipo en la resolución de problemas con datos cuantitativos.
- Tendrá derecho a revisión de evaluaciones de trabajos y exámenes, dentro de los 5 días hábiles siguientes a la publicación de la calificación, solicitándolo por escrito.

## **Estrategias de evaluación**

- Asistencia 10%
- Participación 10%
- Trabajos escritos 10%
- Exámenes escritos 30%
- Exposición 10%
- Trabajo final como producto Integrador: 30%

## **Bibliografía**

Anderson, T. W. (2003) An introduction to multivariate statistical analysis, 3rd edn. John Wiley and Sons, New York.

Box, G. E. P., Hunter W. G. y Hunter J. S, 1978. Statistics for Experimenters. An Introduction to design, data analysis, and model building. John Wiley & Sons, New York.

Bhujel R.C. 2011. Statistics for Aquaculture. John Wiley & Sons. 240 pp.

Cochran, W. G., 1963. Sampling techniques, 2d de. John Wiley & Sons, Inc., New York.

Conover, W. J. 1980. Practical nonparametric statistics. Second edition. Ed. Jhon Wiley and Sons, Inc..

Elliot, J. M., 1971. Statistical Analysis of samples of Benthic Invertebrates. Freshwater Biological Association. Sci. Publ. No. 25.

Gray, A. W. y Ulm, O. M. 1976. Probabilidad y estadística elementales. Primera edición. Editorial Ariel. Editorial.

Hoel, P. G. 1979. Estadística elemental. Tercera edición. Editorial C.E.C.S.A.

Hoel, P. G. 1980. Introducción a la estadística matemática. C.E.C.S.A.

Kreyszig, E. 1983. Introducción a la estadística matemática. Principios y métodos. Séptima edición. Editorial LIMUSA.

Leach, Ch. 1982. Fundamentos de estadística. Enfoque no paramétrico para ciencias sociales. Primera edición. Editorial LIMUSA.

Mead, R. and R. N. Curnow, 1983. Statistical Methods in Agriculture and Experimental Biology.

Mendenhall, W. 1982. Introducción a la probabilidad y la estadística. Quinta edición. Editorial Wadsworth International/Iberoamérica. Wadsworth, Inc.

Mendenhall, W., Scheaffer, R. L. y Wackerly, D. D. 1986. Estadística matemática con aplicaciones. Tercera edición. Grupo Editorial Iberoamérica, S. A. de C. V.

Morrisson, D. F., 1967. Multivariate Statistical Methods. McGraw Hill.

Pimentel, R. A., 1979. Morphometrics: The multivariate analysis of biological data. Kendall/Hunt Publishing, Co.

Seber, G.A.F., Lee, A.J. (2012) "Linear regression analysis". John Wiley &

Sons, New Jersey 582p.

Seber, G.A.F. y Wild, C.J. (2003). Nonlinear regression. John Wiley & Sons, New Jersey. 800p.

Siegel, T. 1978. Estadística no paramétrica aplicada a las ciencias de la conducta. Cuarta edición. Editorial TRILLAS.

Snedecor, G. W. and Cochran, W. G. 1980. Statistical Methods. Seventh edition. The Iowa State University Press.

Sokal, R. R. y Rohlf, F. J. 2000. Biometry. 3rd ed. W. H. Freeman and Company. 887 pp.

Varmuza, K. Filzmoser; P. Introduction to Multivariate Statistical Analysis in Chemometrics. (2016). Taylor y Francis Group. 336p.

Weisberg, S. (2013) "Applied linear regression". Fourth Ed. John Wiley & Sons, New Jersey. 328p.

Yamane, T., 1978. Estadística. Tercera edición. Editorial HARLA.

Zar, H.J. (2010). Biostatistical analysis. Fifth Edition. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New York, USA.

## FUENTE DE INFORMACIÓN ADICIONAL

Páginas de Internet para el aprendizaje de análisis de datos cuantitativos en Acuicultura [A Language, not a Letter: Learning Statistics in R](#)

<https://ademos.people.uic.edu/Chapter20.html>

Multivariate Statistics for the Environmental Sciences

<https://sites.ualberta.ca/~ahamann/teaching/renr690/index.html>

A curated list of awesome R packages and tools. Inspired by [awesome-machine-learning](#). <https://awesome-r.com>

Estadística. Universidad de Granada

<http://wpd.ugr.es/~bioestad/guia-de-r/capitulo-0/>

[R Valencia – Grupo de Usuarios de R](#)

<https://valenciarusers.wordpress.com/>

Data Visualization with R: A practical introduction <https://socviz.co/>

Free tutorials for learning r <https://www.listendata.com/p/r-programming-tutorials.html>

An Introduction to Statistical and Data Sciences via R <https://moderndive.com/>

An R Introduction to Statistics <http://www.r-tutor.com/elementary-statistics>

Designing experiments and analyzing data <https://designingexperiments.com/>

Introduction to the microbiome R package  
<https://microbiome.github.io/microbiome/>

microbiomeSeq: An R package for microbial community analysis in an environmental context  
[http://userweb.eng.gla.ac.uk/umer.ijaz/projects/microbiomeSeq\\_Tutorial.html#normalising-otu-abundance](http://userweb.eng.gla.ac.uk/umer.ijaz/projects/microbiomeSeq_Tutorial.html#normalising-otu-abundance)

Modern statistics for modern biology libro electrónico  
<http://web.stanford.edu/class/bios221/book/index.html>

Comparing Groups Randomization and Bootstrap Methods Using R. Libro electrónico  
[http://www.academia.edu/32898055/Comparing\\_Groups\\_Randomization\\_and\\_Bootstrap](http://www.academia.edu/32898055/Comparing_Groups_Randomization_and_Bootstrap)

[Methods\\_Using\\_R](#)

Cursos del Laboratoire de Pierre Legendre “Análisis multifactoriales en datos biológicos” <http://biol09.biol.umontreal.ca/>

R Graphic Cookbook <http://www.cookbook-r.com>

[R for Reproducible Scientific Analysis](#)

<https://swcarpentry.github.io/r-novice-gapminder/>

Fundamentals of Data Visualization <https://serialmentor.com/dataviz/>

Basic Statistical Analysis Using the R Statistical Package  
<http://sphweb.bumc.bu.edu/otlt/MPH-Modules/BS/R/R-Manual/R-Manual-TOC.html>

Statistics 100C: Linear Models  
<http://www.stat.ucla.edu/~nchristo/statistics100C/>

Department of Statistica, The Pennsylvania State University  
[https://newonlinecourses.science.psu.edu/statprogram/STAT\\_501](https://newonlinecourses.science.psu.edu/statprogram/STAT_501)

Regression Methods. Copyright © 2018 [The Pennsylvania State University](#)

<https://newonlinecourses.science.psu.edu/stat501/node/2/>

[Introduction to Probability and Statistics](#)

<https://ocw.mit.edu/courses/mathematics/18-05-introduction-to-probability-and-statistics-spring-2014/readings/>

Model based statistics in biology <http://www.mun.ca/biology/schneider/b4605/>

Estadística Computacional <https://tereom.github.io/est-computacional-2018/>

An Introduction to Statistical and Data Sciences via R  
<https://moderndive.com/index.html>

Fundamentals of Data Visualization <https://serialmentor.com/dataviz/>

Visualization in R <https://bookdown.org/home/tags/visualization/>

Geocomputation with R <https://geocompr.robinlovelace.net/>

Mathematical tools for natural sciences. R Fundamentals  
[http://www.countbio.com/web\\_pages/left\\_object/R\\_for\\_biology/R\\_fundamentals/](http://www.countbio.com/web_pages/left_object/R_for_biology/R_fundamentals/)

[R\\_fundamentals/R\\_fundamentals\\_main.html](http://www.countbio.com/web_pages/left_object/R_for_biology/R_fundamentals/R_fundamentals_main.html)

Statistical Analysis  
[http://www.3rs-reduction.co.uk/html/12\\_\\_statisticalanalysis.html](http://www.3rs-reduction.co.uk/html/12__statisticalanalysis.html)

R4ULPGC: Introducción a R <http://www.dma.ulpgc.es/profesores/personal/stat/cursor4ULPGC/>

Tutorial de R (ejemplos simples) <http://www.diegocalvo.es/tutorial-de-r-ejemplos-simples/>

Diseño y análisis de experimentos usando Lenguaje R [http://cete.fausac.gt/?page\\_id=1936](http://cete.fausac.gt/?page_id=1936)

Estadística General usando Lenguaje R [http://cete.fausac.gt/?page\\_id=1956](http://cete.fausac.gt/?page_id=1956)

Introducción al uso del Lenguaje R [http://cete.fausac.gt/?page\\_id=1973](http://cete.fausac.gt/?page_id=1973)

Using R for statistical analyses  
<http://www.gardenersown.co.uk/Education/Lectures/R/graphs.htm#boxplot>

## **PROGRAMAS DE LOS CURSOS CORRESPONDIENTES A LA LÍNEA 2**

### **ASIGNATURA: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN CUALITATIVA**

UNIDAD ACADÉMICA: FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR.

RESPONSABLE DEL CURSO: DR. JOEL BOJÓRQUEZ SAUCEDA

TEORÍA: 80 HORAS.

PRÁCTICAS: -

CRÉDITOS: 5

#### **Objetivo General**

Que los alumnos comprendan que la Investigación Cualitativa, a través de la hermenéutica, representa una reacción contra la rigidez del positivismo de la investigación cuantitativa con respecto a ciertos tipos de problemas sociales.

#### **Programa**

Unidad I. La Investigación Cualitativa (150 horas clase)

- 1.1. Investigación cualitativa frente a cuantitativa
- 1.2. Bases teóricas
- 1.3. Los autores clásicos
- 1.4. Los autores contemporáneos

Unidad II. La oportunidad de investigar cualitativamente ( 20 horas clase).

- 2.1. El diseño cualitativo
- 2.2. Definición del problema
- 2.3 El diseño
- 2.4. Recogida de datos
- 2.5. Análisis de datos
- 2.6. La validez

Unidad III.- La construcción del texto cualitativo (20 horas clase).

- 3.1. La observación

- 3.1.1 Tipos de observación
  - 3.1.1.1. La escuela formalista
  - 3.1.1.2. La escuela dramatúrgica
  - 3.1.1.3. La autoobservación
- 3.1.2. La interacción social
- 3.2. La entrevista
  - 3.2.1. Estructurada
  - 3.2.2. No estructurada
  - 3.2.3. Los fundamentos operativos
  - 3.2.4. Los procesos
  - 3.2.5. El proceso de registro
- 3.3. Historias de vida
- 3.4. Análisis de contenido
  - 3.4.1. Pasos del análisis

### **Estrategias de aprendizaje**

- Participación individual de los alumnos en clase.
- Examen escrito por cada unidad.
- Presentación individual de controles de lectura.
- Elaboración y exposición de trabajos de investigación por equipo.

### **Estrategias de evaluación**

- Participación individual de los alumnos en clase.
- Examen escrito por cada unidad.
- Presentación individual de controles de lectura.
- Elaboración y exposición de trabajos de investigación por equipo.

### **Bibliografía**

Leff, Enrique (coordinador). 2003. La complejidad ambiental. Segunda edición, 2003. Siglo veintiuno editores.

Leff, Enrique. 2006. Aventuras de la epistemología ambiental: de la articulación de ciencias al diálogo de saberes. Primera edición, 2006. Siglo

veintiuno editores.

Leff, Enrique. 2007. Saber ambiental. Sustentabilidad, racionalidad, complejidad, poder. Quinta edición, 2007. Siglo veintiuno editores.

Morin, Edgar. 2005. El paradigma perdido. Ensayo de bioantropología. Editorial Kairós, S.A. Séptima edición, 2007. Barcelona, España.

Morin, Edgar. 2006. El Método 1. La naturaleza de la naturaleza. Editorial Cátedra, S.A. 7ª edición, 2006. Madrid, España.

Morin, Edgar. 2006. El Método 2. La vida de la vida. Editorial Cátedra, S.A. 7ª edición, 2006. Madrid, España.

Morin, Edgar. 2006. El Método 3. El conocimiento del conocimiento. Editorial Cátedra, S.A. 5ª edición, 2006. Madrid, España.

Morin, Edgar. 2006. El Método 4. Las ideas. Editorial Cátedra, S.A. 4ª edición, 2006. Madrid, España.

Morin, Edgar. 2006. El Método 5. La humanidad de la humanidad. Editorial Cátedra, S.A. 2ª edición, 2006. Madrid, España.

Morin, Edgar. 2006. El Método 6 ética. Editorial Cátedra, S.A. 1ª edición, 2006. Madrid, España.

Ruiz Olabuénaga, José Ignacio. 2003. Metodología de la investigación cualitativa. Universidad de Deusto, Bilbao, España. 3ª edición, 2003.

## **ASIGNATURA: EDUCACIÓN AMBIENTAL**

UNIDAD ACADÉMICA: FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR.

RESPONSABLE DEL CURSO: DR. JOEL BOJÓRQUEZ SAUCEDA, DR. CÉSAR COVANTES RODRÍGUEZ

TEORÍA: 80 HORAS.

PRÁCTICAS: -

CRÉDITOS: 5

### **Objetivo General**

- Promover en los participantes una toma de conciencia de los problemas ambientales, en el contexto del desarrollo humano general y del desarrollo socioeconómico local, regional y nacional.
- Formar investigadores con capacidades básicas para identificar, examinar, analizar, evaluar y proponer alternativas a las políticas y prácticas educativas desde la dimensión ambiental.

### **Objetivos Específicos**

- Preparar a los maestrantes para que desarrollen prácticas alternativas y propuestas metodológicas de educación ambiental.
- Formar investigadores con los instrumentos teóricos y metodológicos para conocer las características ambientales de una región determinada y propiciar acciones que contribuyan a la solución de la problemática de la misma.

### **Programa**

#### **Unidad I. Tendencias de la Educación Ambiental**

I.1 Antecedentes generales de la educación ambiental

I.1.1 La educación y los problemas del medio ambiente

I.1.2 Finalidades y características de la educación ambiental: Conformación del campo a nivel mundial y en México; de Estocolmo a Río; desarrollo sustentable, desarrollo sustentable y educación.

I.2 Las grandes tendencias de la educación ambiental.

I.2.1 Biocéntrica, Conservacionista, Ecologista, Ambientalista y Sistémica.

I.2.2 Principales controversias; proyectos hegemónicos y alternativos.

I.2.3 Concepción de educación y sustrato ideológico-político de cada tendencia.

I.3 Los grandes temas de la educación ambiental; valores ambientales.

I.4 Los espacios de la educación ambiental

I.4.1 La escuela: nivel básico, medio superior y superior.

I.4.2 La educación ambiental no formal e informal.

## **Unidad II. Fundamentos Teóricos Metodológicos en la Educación Ambiental**

II.1 Categorías y conceptos fundamentales de la educación ambiental: totalidad; complejidad; sistema; y la educación como sistema.

II.2 Concepciones de la educación ambiental.

II.2.1 Concepciones que subyacen a los proyectos educativos: universo, vida, conciencia y hombre.

II.3 La educación ambiental como estrategia de transformación.

II.3.1 Teoría de grupo

II.3.2 Teoría de cambio: poder y Estado; democracia; participación; compromiso; diversidad, estereotipo, alter; lo lúdico.

II.3.3 Sujeto o historia (espacio-temporal).

II.4 Educación ambiental, proyecto y utopía

II.4.1 Estrategias para la planeación de la educación ambiental.

II.4.1 El diseño de la educación ambiental como sistema para la utopía.

## **Unidad III. Diseño y evaluación de proyectos de educación ambiental**

III.1 El ámbito de los criterios filosóficos-metodológicos.

III.2 Proyectos de educación ambiental. Revisión de algunas experiencias nacionales y latinoamericanas.

III.3 Modelos y metodologías para elaborar proyectos de educación ambiental.

III.4 Educación ambiental. Distintos ámbitos de realización.

### III.5 Diseño de proyectos de educación ambiental.

#### **Estrategias de aprendizaje**

A lo largo del curso los participantes formularán los diferentes componentes de un proyecto de investigación. Para ello se propiciarán las discusiones de las lecturas de textos especializados en el programa, con la inclusión de las reflexiones individuales o colectivas en la elaboración de resúmenes, cuadros comparativos y otros reportes de lectura. En este contexto, resultarán cruciales las capacidades que demuestren los participantes para mantener los ritmos de trabajo bien definidos en tiempo, actividades y tareas, así como para expresar sus aportaciones por escrito con claridad, articulación, riqueza conceptual y síntesis. Por lo que la evaluación será formativa y continua, basada en la participación del maestrante en las actividades a lo largo del curso: 1) Asistencia (obligatoria) 10%; 2) Participación 30%; y 3) Proyecto de investigación 60%.

#### **Estrategias de evaluación**

En la parte teórica, el curso se evaluará con la participación en clases y discusiones, revisándose ejemplos recientes de la literatura y se demuestran las técnicas y métodos actuales para la investigación terrestre y marina en la zona costera (20%). En la parte práctica, los estudiantes proponen y desarrollan proyectos de grupo que se llevan a cabo en un ecosistema costero de Sinaloa (20%), presentación oral de resultados del proyecto (10% grupo + 10% contribución individual), y un informe final del proyecto (20% grupo + 20% contribución individual).

#### **Bibliografía**

ANUIES-SEMARNAT (2002). "Plan de acción para el desarrollo sustentable en las instituciones de educación superior", ANUIES, SEMARNAT, México, 35 pp., disponible en <http://www.complexus.org.mx/Documentos/ANUIES-PlandeAccionSemarnat.pdf>

Cañal, P.; García, E.J. y Porlán, R. (1985). *Ecología y escuela: teoría y*

*práctica de la educación ambiental*, editorial Laia, España.

Claudio, Michel L. (1992). *Guía para la enseñanza de valores ambientales*, editorial Los Libros de la Catarata, Madrid.

Cook, T. D. y Reichardt CH. S. (1986). *Métodos cuantitativos y cualitativos en investigación evaluativa*, ediciones Morata, España.

De Alba, Alicia y González G. E. (1997). "Evaluación de programas de educación ambiental: Experiencias en América Latina y el Caribe", CESU-UNAM, México.

García Gómez, J. (1997). "Profesiografía del educador ambiental", 2º Congreso Iberoamericano de Educación Ambiental, Universidad de Guadalajara, SEMARNAP, UNICEF, México.

Garrido, Antoni (2003). "El aprendizaje como identidad de participación en la práctica de una comunidad virtual", Trabajo de Doctorado, programa de Doctorado sobre Sociedad de la Información y el Conocimiento, Universidad Abierta de Cataluña, Barcelona, 36 pp., disponible en <http://www.uoc.edu/in3/dt/20088/index.html>

González (2004). *Encuesta Latinoamericana y Caribeña sobre Educación para el Desarrollo Sustentable*, Conferencia Internacional de Educación para el Desarrollo Sustentable, Universidad de Minho, Braga, Portugal, México, 79 pp., disponible en <http://anea.org.mx/docs/Gonzalez-Informe%20Final.pdf>

González Gaudiano, E. (1997). *Educación ambiental. Historia y conceptos a veinte años de Tbilisi*, Sistema Técnico de Edición, México.

González Gaudiano, E. (coordinador, 1993). *Hacia una estrategia nacional y plan de acción de educación ambiental*, SEDESOL, UNESCO, México.

Leff, Enrique (1994). *Ecología y capital: racionalidad ambiental, democracia participativa y desarrollo sustentable*, 2ª edición, editorial Siglo XXI, México.

Leff, Enrique (1998). *Saber ambiental*, editorial Siglo XXI, México.

López-Hernández, Eduardo S.; Bravo Mercado, Ma. Teresa y González Gaudiano, Édgar J. (Coordinadores, 2005). *La profesionalización de los educadores ambientales hacia el desarrollo humano sustentable*, Serie Memorias, Colección Biblioteca de la Educación Superior, ANUIES, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, México, 288 pp., disponible en

<http://www.anea.org.mx/docs/LaProfesionalizaciondeEducadoresAmbientales.pdf>

Novo, María (1996). *La educación ambiental: bases éticas, conceptuales y metodológicas*, editorial Universitas, España.

Razo Horta, Carlos y Romero, Rosa María (1997). "Dificultades conceptuales para abordar la educación ambiental", mimeo, México.

Reyes Escutia, Felipe y Bravo Mercado, Ma. Teresa (coordinadores, 2008). *Educación Ambiental para la sustentabilidad en México. Aproximaciones conceptuales, metodológicas y prácticas*, Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, México, 255 pp., disponible en <http://www.anea.org.mx/docs/EdAmbSustentabilidadMexico.pdf>

Romero, Rosa María (1998). "Discurso sobre prácticas educativas", mineo, México.

Romero Cuevas, Rosa María (1998). "Del texto perspectivas y obstáculos de la formación ambiental", mineo, Universidad Politécnica Nacional-unidad Mexicali, México.

SEMARNAP (1996). "El desarrollo sustentable. Una alternativa de política institucional, *Cuadernos SEMARNAP*, México.

SEMARNAT (2005). "Compromiso Nacional por la Década de la Educación para el Desarrollo Sustentable", SEMARNAT, México, 7 pp., disponible en <http://www.semarnat.gob.mx/educacionambiental/Pages/DecenioEducacion.aspx>

UNESCO (2005). Plan de aplicación internacional (proyectos) del Decenio de las Naciones Unidas de la Educación para el Desarrollo Sostenible 2005-2014, París, 60 pp., disponible en web: [http://portal.unesco.org/education/es/ev.php-URL\\_ID=27234&URL\\_DO=DO\\_TOPIC&URL\\_SECTION=201.html](http://portal.unesco.org/education/es/ev.php-URL_ID=27234&URL_DO=DO_TOPIC&URL_SECTION=201.html)

## **ASIGNATURA: MANEJO INTEGRAL DE AMBIENTES COSTEROS**

UNIDAD ACADÉMICA: FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR.

RESPONSABLE DEL CURSO: DR. JOEL BOJÓRQUEZ SAUCEDA

TEORÍA: 80 HORAS.

PRÁCTICAS: -

CRÉDITOS: 5

### **Objetivo General**

Formar profesionistas que, más allá de su formación previa en alguna disciplina específica, estén especialmente calificados para abordar el manejo costero desde una perspectiva crítica, interdisciplinaria y participativa.

### **Objetivos Específicos**

- Conocer cuál es el escenario frente a la problemática del manejo de ambientes costeros.
- Conocer la teoría, conceptos y métodos, aplicado al manejo de ambientes costeros.
- Destacar el papel de la ciencia y la tecnología, en la trilogía entre los sistemas ecológicos, al entorno social, económico, e inserción en el marco jurídico y normativo para promover el manejo integral de los ambientes costeros.
- Destacar la importancia del estudio de áreas críticas demostrativas, cuyos resultados puedan proyectarse y/o aplicarse en sistemas análogos de la zona costera.
- Fomentar la generación y síntesis de conocimiento para interpretar estudios exitosos de manejo costero vs estudios de fracaso.
- Analizar las carencias que limitan el éxito y los excesos que inducen al fracaso del manejo costero.

### **Programa**

#### **Unidad I. Evolución de Prescripciones Globales para el Manejo Integral**

## **de Ambientes Costeros y Océanos**

- I.1. Evolución de regímenes internacionales que involucran el Océano y el Ambiente.
- I.2. Los resultados de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Ambiente y Desarrollo (UNCED).
- I.3. Conceptos centrales en la UNCED: Interdependencia, Manejo Integral y Desarrollo Sostenible.
- I.4. Las Costas y Océanos en la Agenda 21.
- I.5. Significado de los acuerdos de la UNCED sobre las Costas y los Océanos.

## **Unidad II. Instrumentación de la Agenda 21**

- II.1. Adopción de un concepto amplio de Manejo Integral de Ambientes Costeros.
- II.2. Desarrollo de Pautas Internacionales.
- II.3. Construcción de capacidades en Manejo Integral de Ambientes Costeros.

## **Unidad III. Conceptos Generales para la Aplicación del Manejo Integral de Ambientes Costeros**

- III.1. Adaptación del concepto al contexto local y lecciones aprendidas.
- III.2. El compromiso político de un programa de Manejo Integral de Ambientes Costeros
- III.3. Importancia de la participación pública y la construcción de consensos.
- III.4. Opciones para una dirección de abajo hacia arriba o una dirección de arriba hacia abajo.

## **Unidad IV. Consideraciones Intergubernamentales, Institucionales, Legales y Financieras**

- IV.1. Consideraciones intergubernamentales.
- IV.2. Consideraciones institucionales.
- IV.3. Consideraciones legales.
- IV.4. Consideraciones financieras.

## **Unidad V. Papel de la Ciencia y Bases de Información**

- V.1. Importancia de bases científicas sólidas para el MIAC.
- V.2. Requerimientos de datos e información científica y técnica.
- V.3. Herramientas analíticas y metodologías y tecnologías útiles.
- V.4. Interface Ciencia-Política.

## **Unidad VI. Formulación y Aprobación de un Programa de Manejo Integral de Ambientes Costeros**

- VI.1. Proceso de formulación del Programa.
- VI.2. Identificación de problemas iniciales, temas y oportunidades.
- VI.3. Definición de prioridades.
- VI.4. Formulación de Metas, Objetivos y Estrategias.
- VI.5. Establecimiento de límites del área de manejo.
- VI.6. Estudios de la capacidad institucional y legal existente para el MIAC.
- VI.7. Diseño de mecanismos de coordinación intersectorial-intergubernamental.
- VI.8. Aprobación formal del programa de MIAC por los sectores participantes y los niveles de gobierno participantes.

## **Unidad VII. Instrumentación, Operación y Evaluación de Programas de MIAC**

- VII.1. El proceso de instrumentación.
- VII.2. Herramientas y técnicas de manejo en la fase de operación.
- VII.3. Manejo de conflictos en un Programa de MIAC.
- VII.4. Transparencia y participación pública en un Programa de MIAC.
- VII.5. Evaluación de Programas de de MIAC.

## **Unidad VIII. Estudios de Caso**

- VIII.1. Comparación de Programas MIAC desarrollados.
- VIII.2. Patrones de similitudes y diferencias
- VIII.3. Retos en el futuro.

### **Estrategias de aprendizaje**

Se trata de un espacio de exploración, análisis, discusión y elaboración de propuestas referidas a casos concretos sobre manejo costero. Se busca que los participantes interactúen en un ambiente de aprendizaje propicio para el estudio de casos y el desarrollo de ejercicios de simulación, que permitan estudiar la aplicación de distintas metodologías y experimentar la complejidad de los procesos de manejo en situaciones realistas. El curso adoptará una modalidad teórico-práctica que permita la introducción de diversas alternativas analíticas y propositivas, propiciando una exploración de carácter interdisciplinario. Adicionalmente al curso constituirá un ámbito de socialización de los trabajos de tesis.

### **Estrategias de evaluación**

En la parte teórica, el curso se evaluará con la participación en clases y discusiones, revisándose ejemplos recientes de la literatura y se demuestran las técnicas y métodos actuales para la investigación terrestre y marina en la zona costera (20%). En la parte práctica, los estudiantes proponen y desarrollan proyectos de grupo que se llevan a cabo en un ecosistema costero de Sinaloa (20%), presentación oral de resultados del proyecto (10% grupo + 10% contribución individual), y un informe final del proyecto (20% grupo + 20% contribución individual).

### **Bibliografía**

Aguirre León, A.; T. Barriero Guemes y Ayala Pérez, L. A. (s/f), *Fundamentos Ecológicos y Económicos para el Manejo de la Zona Costera Tropical*, Universidad Autónoma de México, Unidad Xochimilco, Serie Académicos CBS 21. México, 50 pp.

Arriaga, L.; Vázquez Domínguez, E; González-Cano, J.; Jiménez Rosenberg, R.; Muñoz López, E. y Aguilar Sierra, V.. (coords, 1998.). *Regiones Prioritarias Marinas de México*, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, 195 pp., disponible en <http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/hidrologicas.h>

[tml](#)

<http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/marinas.html>

Arriaga, L.; Aguilar Sierra, V. y Alcocer Durán J. (coords, 2000). *Aguas Continentales y Diversidad Biológica en México*, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, 327 pp. + mapa, disponible en

<http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/hidrologicas.html>

<http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/marinas.html>

Carabias, J. y Provencio E. (1994). "La política Mexicana, antes y después de Río", en Glender, A. y Lichtinger, V. (comp.). *La Diplomacia Ambiental*, FCE/SER. México, pp. 393-423.

Cervantes, M. (1994). *Guía Regional para el conocimiento, manejo y utilización de los humedales de Noroeste de México*. Guaymas, Sonora TESM-Campus Guaymas, CECARENA, Coordinación para la Gestión de los Humedales en México, México, 154 pp.

Dadón, J. R. y Matteuchi, S. D. (editores, 2002). *Zona Costera de la Pampa Argentina: Recursos Naturales, Turismo, Gestión, Sustentabilidad, Derecho Ambiental*. Universidad Atlántida Argentina, Centro de Estudios Avanzados de la Universidad de Buenos Aires. Lugar Editorial, Buenos Aires, 224 pp.

González, G. E. (1993). "Marco referencial de trabajo: una historia, múltiples mediciones. Elementos estratégicos para el desarrollo de la educación ambiental en México", Universidad de Guadalajara-Fondo para la Naturaleza, México, pp. 45-99.

INE-SEMARNAP (1997). *Programa de Manejo del Area de Protección de Flora y Fauna Laguna de Términos, México*. SEMARNAP, México, 166 pp. + mapas.

INE-SEMARNAP (2000). *Programa de Manejo Reserva de la Biósfera Pantanos de Centla, México*, SEMARNAP, México, 220 pp. + mapas.

INE-SEMARNAP (2000). *Estrategia Ambiental para la Gestión Integrada de la Zona Costera de México: Propuesta. Retos para el Desarrollo Sustentable 1995-2000*, Instituto Nacional de Ecología, SEMARNAP, México, 40 pp.

Lara-Domínguez, A.L.; Yáñez-Arancibia, A. y Seijo, J. C. (1998). “Valoración económica de los servicios de los ecosistemas: estudio de caso de los manglares en Campeche”, en Benítez Díaz, H.; Vega López, E.; Peña Jiménez, A. y Avila Foucat, S. (editores.) *Aspectos Económicos de la Biodiversidad de México*. SEMARNAP, CONABIO-INE, México, pp. 23-44.

Leff, E. (1993). “La formación ambiental en la perspectiva de la Cumbre de la Tierra y de la Agenda 21”, en Universidad y Medio ambiente. *Memoria del Congreso Iberoamericano de Educación Ambiental*, Universidad de Guadalajara. México, pp.75- 92.

Lemay, M. (1998). *El Manejo de los Recursos Costeros y Marinos en América Latina y el Caribe*. Banco Inter-Americano de Desarrollo, Departamento de Desarrollo Sustentable, División de Medio Ambiente. Informe de Estrategia del BID, Washington D.C., 41 pp.

Michele, S. y Dos Santos, J.E. (1997). “Cap. 35: Ciencia para el desarrollo sustentable” y “Cap. 36: Educación, capacitación y sensibilidad pública”, Sinopsis de la Agenda 21. SEMARNAP-PNUD. México. 88-92 pp.

Ministerio de Salud y Ambiente, Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable (1992). *Agenda 21, Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo*, junio, Argentina, disponible en <http://www2.medioambiente.gov.ar/acuerdos/convenciones/rio92/agenda21/ageindi.htm>

Moreno Casasola, Patricia; Peresbarbosa Rojas, Elisa y travieso Bello, Ana Cecilia (editores, 2006). *Estrategia para el manejo costero integral. El enfoque municipal*, 1ª edición, volumen 1, Instituto Nacional de Ecología, Gobierno del Estado de Veracruz, México, pp. 3-477.

Moreno Casasola, Patricia; Peresbarbosa Rojas, Elisa y travieso Bello, Ana Cecilia (editores, 2006). *Estrategia para el manejo costero integral. El enfoque municipal*, 1ª edición, volumen 2, Instituto Nacional de Ecología, Gobierno del Estado de Veracruz, México, pp. 481-894.

Moreno Casasola, Patricia; Peresbarbosa Rojas, Elisa y travieso Bello, Ana Cecilia (editores, 2006). *Estrategia para el manejo costero integral. El enfoque municipal*, 1ª edición, volumen 3, Instituto Nacional de Ecología, Gobierno del

Estado de Veracruz, México, pp. 897-1251.

Ocd (1997). *Desarrollo Sustentable: estrategias de la OCDE para el siglo XXI*, Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico, 195 pp.

Provencio, E. (1995). "Desarrollo Sustentable e instituciones públicas". *Gaceta Ecológica*, número 37, Instituto Nacional de Ecología, México, pp. 65-70.

Quadri de la Torre, G. (1994). "La política ambiental en México. Necesidades y prioridades", en Glender, A. y Lichtinger V. (comp.). *La Diplomacia Ambiental*, FCE/SER, México, pp. 365-392.

Rubinoff, P. B., M. P. Celis-Salgado (editores, 2005). *Guía Técnica de Buenas Prácticas Ambientales para la Operación de las Marinas Turísticas en México*. CRC The University of Rhode Island, Coastal Management Report # 2250, 104 pp

Ruiz, L. A. (1994). *Temas Sobre la Administración de Recursos Pesqueros en México*, Universidad Autónoma de Sinaloa, Instituto Nacional de la Pesca y la Secretaría de Pesca. México, 60 pp.

SEMARNAP (1996). "El nuevo marco institucional en México. El Desarrollo Sustentable. Una alternativa de Política Institucional". *Cuadernos/SEMARNAP*, México, pp. 32-50.

SEMARNAP (1996). "El modelo de desarrollo. El desarrollo sustentable. Una alternativa de política institucional". *Cuadernos/SEMARNAP*, México, pp. 11-16.

UNESCO/PNUMA (1977). "Conferencia Intergubernamental sobre Educación Ambiental", Informe Final, UNESCO/PNUMA.TBILISI (URSS), 27-42.

Yáñez Arancibia, A. y Lara Domínguez, A. L. (editores, 1999). *Ecosistemas de manglar en América Tropical (Mangrove ecosystema in Tropical America)*, 1ª edición, Unión Mundial para la Naturaleza (UICN), National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), Department of Commerce U. S. e Instituto de Ecología, México, 380 pp.

Yáñez Arancibia, A.; Lara-Domínguez A.L. y Pauly D. (1994). "Coastal lagoons as fish habitat", en Kjerfve, B. (ed.), *Coastal Lagoon Processes*, Elsevier Science Publ, The Netherlands, pp.363-376.

Yáñez Arancibia, A.; Lara-Domínguez, A. L.; Rojas, J. L.; Villalobos, G. J.;

Zárate Lomelí, D. y Sánchez Gil, P. (1999). "Integrated coastal zone management plan for Terminos Lagoon, Campeche Mexico", en Kumpf, H. y Sherman, K. (eds.). *The Gulf of Mexico Large Marine Ecosystem: Assessment, Sustainability and Management*, Blackwell Science Publ., Malden, MA, pp. 565-592.

Zárate Lomelí, D., A. Yáñez-Arancibia (editores, 2003). *Segundo Panel: Necesidades para la Gestión y el Manejo Integrado de la Zona Costera del Golfo de México y Mar Caribe*, Conclusiones Finales panel Mizc-Golfo/Caribe, INECOL-SEMARNAT, Instituto de Ecología, 51 pp +anexos.

Zárate Lomelí, D.; Yáñez-Arancibia, A.; Day, J. W.; Ortiz-Pérez, M. A.; Lara-Domínguez, A. L.; Ojeda de la Fuente, C.; Morales Arjona, L. J. y Guevara Sada, S. (2004). "Lineamientos para el Programa Regional de manejo Integrado de la Zona Costera del Golfo de México y el Caribe", en Caso Chávez, M.; Pisanty, I. y Ezcurra, E. (editores). *Diagnostico Ambiental del Golfo de México*, INE-SEMARNAT, INECOL, The Harte Institute for Gulf of Mexico Studies, Texas A&M Univerity CC, pp. 897-933.

## **ASIGNATURA: CONTAMINACIÓN E IMPACTO AMBIENTAL EN ECOSISTEMAS COSTEROS**

UNIDAD ACADÉMICA: FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR.

RESPONSABLE DEL CURSO: DRA. CARMEN CRISTINA OSUNA MARTINEZ

TEORÍA: 48 HORAS

PRÁCTICAS: 32 HORAS

CRÉDITOS: 5

### **Objetivo General**

Presentar un panorama general de los diferentes tipos y grado de contaminación en los ecosistemas costeros y su impacto ecológico-social a fin promover la discusión sobre esta problemática y promover un manejo sustentable de las costas de México y del mundo

### **Programa**

#### I. Introducción

1.1.-Conceptos y tipos de contaminantes

1.2.-Fuentes y modo de dispersión de los contaminantes en los ambientes costeros.

1.3.-Formulación de ecuaciones de balance de masas y flujos de contaminantes

#### II. Contaminación por hidrocarburos

2.1.-Derrames y transporte de hidrocarburos en el mar

2.1.1-Antropogénicos

2.1.2-Naturales

2.2-Petróleo y sus derivados

2.3.-Hidrocarburos alifáticos y aromáticos

2.4.-Hidrocarburos poli-aromáticos, y otros

2.5.-Residuos y acumulación en en sedimentos y organismos marinos

Efectos fisiológicos y tóxicos en los organismos marinos y en el hombre

2.6.-Métodos y estrategias para evitar y remediar la contaminación por hidrocarburos en el mar

### III. Metales pesados

Origen y distribución de los metales pesados en ecosistemas costeros

3.1.- Antropogénicos y naturales

3.2.-Residuos y acumulación en sedimentos y organismos marinos

3.3.-Efectos fisiológicos y tóxicos sobre los organismos marinos y el hombre

### IV. Radiactividad

4.1.- Isótopos radiactivos, vida media y decaimiento

4.2. Fuentes de radiactividad en el mar

4.2.1.- naturales

4.2.2.-Antropogénicas

4.3.-Azares y desastres

4.4.- Efectos fisiológicos sobre los organismos marinos y el hombre

Alternativas y estrategias para evitar y mitigar la contaminación por radiactividad en los ambientes costeros

### V. Detergentes

5.1.-Composición: surfactantes aniónicos, no iónicos, catiónicos y anfóteros.

5.2.-Efectos perjudiciales, toxicidad en peces y otros organismos marinos y el hombre.

5.3.-Prevención y alternativa de combate a la contaminación por detergentes.

### VI. Plaguicidas

6.1.-Historia y usos

6.2.-Clasificación por su estructura, por aplicaciones.

6.3.-Plaguicidas organoclorados.

6.4.-Plaguicidas Organofosforados

6.5.-Plaguicidas carbamatos y piretroides.

6.6.-Aspectos toxicológicos

6.7.-Efectos tóxicos en organismos acuáticos, daños genéticos y fisiológicos.

6.8.-Efectos toxicológicos en humanos.

6.9.- Bioacumulación

6.10.-Alternativas para suplir su uso, factibilidad y beneficios.

## VII. Microorganismos patógenos

7.1.-Rol de los microorganismos patógenos en el ambiente marino

7.2.- Bacterias, virus y hongos de origen antropogénico. Persistencia, daños y bio-acumulación en organismos marinos

7.3.-Peligros a la salud pública

7.4.- Prevención y métodos de prevención y para mitigar la contaminación microbiana

## VIII. Contaminación y sociedad

8.1.-La estructura sociopolítica, la contaminación y el deterioro del medio ambiente marino

8.2.-Legislación y proyectos para la prevención y reducción de la contaminación

8.3.- Convenios nacionales e internacionales.

8.4.- El océano y el cambio climático. Avances y perspectivas

## **Estrategias de aprendizaje**

Este es un curso teórico práctico que comprende tanto actividades en el aula como en laboratorio. También se realizarán dos salidas al campo para la toma de muestras.

Para ello el estudiante recibirá información verbal, escrita y visual así como entrenamiento en el campo y el laboratorio durante el desarrollo de las prácticas. También tendrá que realizar tareas y consultas en libros e internet.

## **Estrategias de evaluación**

El curso se evaluará mediante dos exámenes parciales mas las tareas y consultas de investigación, así como los reportes de las prácticas realizadas

### **Bibliografía**

Galindo Reyes J. G. 1989. Contaminación en los Ecosistemas Costeros (un enfoque Ecológico). Editorial Universidad Autónoma de Sinaloa, Culiacán, Sin. México.

Galindo Reyes, J. G. 2000. Condiciones Ambientales y de Contaminación en los Ecosistemas Costeros. Editorial Universidad Autónoma de Sinaloa, Culiacán, Sin. México.

Malins C. D. and Ostraden K.G. Aquatic Toxicology. Lewis Pbls. Boca Raton USA. 1994

Moreno Grau D. Toxicología ambiental. Mc. Graw Hill. España 2003.

Clark R. B. Marine pollution. Claredon press. England 1986.

Goldberg E. D. ed. Marine pollution In Chemical oceanography. Vol. 3. Academic press Orlando USA 1975.

## **ASIGNATURA: SENSORES REMOTOS**

UNIDAD ACADÉMICA: FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR

RESPONSABLE DEL CURSO: DRA. MERCEDES MARLENNE MANZANO

SARABIA

TEORÍA: 60 HORAS

PRÁCTICAS: 20 HORAS

CRÉDITOS: 5

### **Objetivo General**

Que el estudiante adquiera conocimiento básico y avanzado, teórico y práctico sobre el uso de información satelital para su aplicación en el monitoreo, diagnóstico, manejo y ordenamiento de recursos naturales terrestres y marinos. Al finalizar el curso el estudiante será capaz de:

- Conocer los principios y aplicaciones de los sensores remotos.
- Analizar e interpretar imágenes de satélite.
- Aplicar los conocimientos adquiridos en la evaluación de problemas biológicos y ambientales

### **Programa**

#### **Unidad 1: Introducción**

1.1 Historia

1.2 Bases científicas: física y propiedades del espectro electromagnético

1.3 Interacciones de la radiación electromagnética con la atmósfera-tierra

1.4 Firma espectral

1.5 Tipo de sensores remotos: características y resolución espacio-temporal

1.6 Características de una imagen

1.7 Tipo de archivos

1.8 Fuentes de información satelital

Comparación con los Sistemas de Información Geográfica

1.9 Lecturas obligatorias

#### **Unidad 2: Estadística aplicada a datos satelitales**

2.1 Construcción de series de tiempo

- 2.2 Anomalías
- 2.3 Análisis de componentes principales
- 2.4 Análisis espectral
- 2.5 Detección de cambios abruptos
- 2.6 Lecturas obligatorias

### **Unidad 3: Aplicaciones en ambientes marinos**

- 3.1 Productos disponibles y algoritmos
- 3.2 Chl-a y estimación de productividad primaria
- 3.3 Detección de frentes: importancia para pesquerías
- 3.5 Variabilidad climática
- 3.6 Lecturas obligatorias

### **Unidad 4: Aplicaciones en ambientes terrestres**

- 4.1 Detección de puntos de calor
- 4.2 Programa Landsat
- 4.3 Índices de vegetación
- 4.4 Cambios de cobertura
- 4.5 Clasificación no supervisada-supervisada
- 4.6 Lecturas obligatorias

### **Unidad 5: Desarrollo de proyectos de investigación analizando datos de sensores remotos**

- 5.1 Lecturas obligatorias
- 5.2 Exposición de temas

### **Estrategias de aprendizaje**

Los temas expuestos en clase serán complementados con trabajo de laboratorio, procesando información derivada de sensores remotos e identificando procesos y cambios de manera visual y estadística. Se expondrá las ventajas del procesamiento de imágenes en lote.

Se discutirán artículos científicos referentes a los temas considerados en cada unidad y se realizarán trabajos de investigación y seminarios de manera individual y grupal.

Se abordarán diferentes estudios de caso para brindar al estudiante una visión multidisciplinaria de las aplicaciones de los sensores remotos en el diagnóstico, monitoreo y evaluación de los recursos naturales así como de factores ambientales.

### **Estrategias de evaluación**

El estudiante será evaluado en los siguientes aspectos:

- Asistencia (10%)
- 4 exámenes parciales (50%)
- Trabajos de investigación (20%)
- Ensayo final (20%)

### **Bibliografía**

- Bakun, A., K. Broad. 2003. Environmental 'loopholes' and fish population dynamics: comparative pattern recognition with focus on El Niño effects in the Pacific. *Fish. Oceanogr.* 12(4/5): 458–473.
- Behrenfeld, M.J., P.G. Falkowski. 1997a. Photosynthetic rates derived from satellite based chlorophyll concentration. *Limnol. Oceanogr.* 42 (1): 1–20.
- Behrenfeld, M.J., P.G. Falkowski. 1997b. A Consumer's guide to phytoplankton primary productivity models. *Limnol. Oceanogr.* 42(7): 1479–1491.
- Behrenfeld, M. J., R. O'Malley, D. Siegel, C. McClain, J. Sarmiento, G. Feldman, A. Milligan, P. Falkowski, R. Letelier, E. Boss. 2006. Climate-driven trends in contemporary ocean productivity. *Nature.* 444: 752–755.
- Campbell J.B. 2007. *Introduction to Remote Sensing*, 4th Edition. NY. Guilford Publications. 621 pp.
- Doney, S.C. 2006. Plankton in a warmer world. *Nature.* 444: 695–696.
- Harrison y Parsons. 2000. *Fisheries Oceanography, an integrative approach to fisheries ecology and management.* Fish and Aquatic Resources Series 4, Blackwell Science, Oxford.
- Jensen, J. R. 2007. *Remote Sensing of the Environment: An Earth Resource Perspective*, 2nd Edition, Upper Saddle River: Prentice-Hall. 592 pp.
- Kahru, M., R. Kudela, M. Manzano, B.G. Mitchell. 2009. Trends in primary production in the California Current detected with satellite data. *Journal of Geophysical Research* 114, C02004, doi:10.1029/2008JC004979.
- Robinson, I.S. 2004. *Measuring the oceans from space: the principles and methods of satellite oceanography*, Berlin, Germany, Springer/Praxis Publishing. 669 pp.
- Mantua, N.J. 2004. Methods for detecting regime shifts in large marine ecosystems: a review with approaches applied to North Pacific data. *Prog. Oceanogr.* 60 (2–4):165– 182.
- von Storch, H., F. W. Zwiers. 1999. *Statistical Analysis in Climate Research.* Cambridge Univ. Press. New York. 484 pp.
- Zar, J. 2009. *Biostatistical Analysis.* Fifth Edition. Prentice Hall. 960 p.

## **ASIGNATURA: CAMBIO CLIMÁTICO**

UNIDAD ACADÉMICA: FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR

RESPONSABLE DEL CURSO: DRA. MERCEDES MARLENNE MANZANO  
SARABIA

TEORÍA: 70 HORAS

PRÁCTICA: 10 HORAS

CRÉDITOS: 5

### **Objetivo general**

Que el estudiante adquiera conocimiento sobre el clima, cambio climático, los ciclos y procesos asociados, efectos en el acoplamiento océano-atmósfera-tierra y su impacto en ecosistemas terrestres y marinos, así como en actividades socio-económicas.

Al finalizar el curso el estudiante será capaz de:

- Entender el Sistema Climático de la Tierra, su pasado, presente y las proyecciones más aceptadas.
- Reconocer la variabilidad natural del sistema climático de la tierra e identificar los cambios inducidos por actividades humanas.
- Entender como los cambios asociados al sistema climático afectan los recursos naturales y el ambiente.
- Entender métodos y herramientas de análisis para la evaluación de variaciones climáticas.

### **Programa**

1.- Introducción

1.1. Circulación atmosférica y oceánica

1.2 Hidrósfera y ciclo del agua

1.3 Litósfera

1.4 Biósfera y ciclo del carbono

2. Sistema climático de la Tierra

2.1 Clima

- 2.2 Sol
- 2.3 Atmósfera
- 2.4 Océano
- 2.5 Hielo
- 2.6 Balance de energía en la Tierra
- 2.7 Cronología
  
- 3. Cambio climático
  - 3.1 Paleoclimatología
  - 3.2 Ciclos mayores a 100,000 años
  - 3.3 Centurias
  - 3.4 Variaciones interanuales y decadales
  - 3.5 Días-meses (estacionalidad)
  
- 4. El Antropoceno
  - 4.1 La revolución industrial
  - 4.2 Efecto invernadero y calentamiento global
  - 4.3 Impactos y consecuencias
  - 4.4 Tendencias
  - 4.5 Modelación y escenarios
  - 4.6 Predicciones
  
- 5. Impactos del cambio climático
  - 5.1 Cambio climático y ecosistemas terrestres
  - 5.2 Cambio climático y ecosistemas marinos
  - 5.3 Cambio climático, asentamientos y salud humana
  - 5.4 Vulnerabilidad social y económica
  - 5.5 Política nacional y global
  - 5.6 IPCC
  
- 6. Resiliencia y Mitigación
  - 6.1 Concepto
  - 6.2 Marco teórico
  - 6.3 Política y tecnología

### **Estrategias de aprendizaje**

Los temas expuestos en clase serán complementados con trabajo de laboratorio.

Se discutirán artículos científicos referentes a los temas considerados en cada unidad y se realizarán trabajos de investigación y seminarios de manera individual y grupal. Se abordarán diferentes estudios de caso para brindar al estudiante una visión de los impactos pasados y actuales en los ecosistemas y factores ambientales relaciones con el cambio climático. Asimismo, se

incentivaré el desarrollo de habilidades de comunicación de la ciencia y de debate científico vía oral y escrita.

### **Estrategias de evaluación**

El estudiante será evaluado en los siguientes aspectos:

- Asistencia (10%)
- 4 exámenes parciales (50%)
- Trabajos de investigación (20%)
- Ensayo final (20%)

### **Bibliografía**

Alexander, R.B. 2009. *Global Warming False Alarm: The Bad Science Behind the United Nations' Assertion that Man-made CO2 Causes Global Warming*. Canterbury Publishing.

Behrenfeld, M. J., R. O'Malley, D. Siegel, C. McClain, J. Sarmiento, G. Feldman, A. Milligan, P. Falkowski, R. Letelier y E. Boss. 2006. Climate-driven trends in contemporary ocean productivity. *Nature*. 444: 752–755.

Burroughs, W. J. 2007. *Climate Change: A Multidisciplinary Approach*. Cambridge University Press. 378 pp.

Crutzen, P. J., 2002: The effects of industrial and agricultural practices on atmospheric chemistry and climate during the anthropocene. *J. Environ. Sci. Health*, 37, 423-424.

Curtis J.H., D.A. Hodell. 1996. Climate variability on the Yucatán peninsula (México) during the past 3500 years, and implications for Maya cultural evolution. *Quaternary Research* 46: 37–47.

Dasgupta, S. et al. 2009. The impact of sea level rise on developing countries: a comparative analysis. *Climatic Change* 93:379–388.

Doney, S.C. 2006. Plankton in a warmer world. *Nature*. 444: 695–696.

Dore, M. 2005. Climate change and changes in global precipitation patterns: What do we know? *Environment International* 31: 1167 – 1181.

Harley, C., A.R. Hughes, K. Hultrgren, B.G. Miner, C.J.B. Sorte, C.S. Thornber, L.F. Rodriguez, L. Tomanek y S.L. Williams. 2006. The impacts of climate change in coastal marine systems. *Ecol. Lett.* 9: 228–241.

Haug, G. et al. Climate and the collapse of Maya civilization. *Science* 299 (5613): 1731-1735.

McPhaden, M.J., S.E. Zebiak, M.H. Glantz. 2006. ENSO as an integrating concept in earth science. *Science*: 1740-1745.

Spencer, R.W. 2008. *Climate Confusion: How Global Warming Hysteria Leads to Bad Science, Pandering Politicians and Misguided Policies That Hurt the Poor*. Encounter Books. New York, NY. 191 pp.

**ASIGNATURA: TOXICOLOGÍA DE SUSTANCIAS ORGÁNICAS  
(COMPUESTOS ORGÁNICOS PERSISTENTES) EN ORGANISMOS  
ACUÁTICOS**

UNIDAD ACADÉMICA: FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR.

RESPONSABLE DEL CURSO: DRA. CARMEN CRISTINA OSUNA  
MARTÍNEZ y DRA. OFELIA ESCOBAR SÁNCHEZ

TEORÍA: 48 HORAS

PRÁCTICAS: 32 HORAS

CRÉDITOS: 5

**Objetivo General**

Presentar un panorama general de los diferentes daños y efectos tóxicos causado por los contaminantes orgánicos persistentes (COPs) a los organismos acuáticos, y su impacto ecológico-social, a fin repromover la discusión sobre esta problemática y concienciar sobre los riesgos a los organismos acuáticos y a la salud humana.

**Programa**

I. Introducción y fundamentos toxicológicos de los contaminantes orgánicos persistentes (COPs) en los organismos acuáticos.

1.2.-Conceptos y características de los principales tipos de compuestos orgánicos persistentes (COPs)

1.3.-Fuentes y modo de dispersión de los COPs en los ambientes acuáticos.

II. Efectos tóxicos en los organismos acuáticos por compuestos derivados del petróleo

2.1.-principales sustancias tóxicas derivadas de los hidrocarburos en el los ambientes acuáticos

2.2.- Efectos tóxicos de los hidrocarburos alifáticos y aromáticos

2.3.- Efectos tóxicos de los hidrocarburos poli-aromáticos, y sustancias afines.

2.4.-Metabolismo y acumulación en organismos marinos.

Efectos fisiológicos y bioquímicos en los organismos marinos y en el hombre

2.5.-Métodos para evaluar los efectos tóxicos por hidrocarburos en los organismos acuáticos.

III: Efectos tóxicos de compuestos órgano-metálicos. Origen y formación los órgano-metales en ecosistemas costeros

3.1.-Residuos y transformación de compuestos órgano-metálico (Hg, Sb, Pb, etc.) en sedimentos y organismos marinos

3.3.-Efectos fisiológicos y tóxicos sobre los organismos marinos y el hombre

IV. Cinética de los COPs en los organismos marinos

4.1.- Métodos y técnicas para determinar la toxicidad de una sustancia tóxica en los organismos vivos

4.2.-Metabolismo de los diferentes COPs en los organismos acuáticos

4.3.- Efectos fisiológicos y bioquímicos sobre los organismos marinos y el hombre

4.4.- Mecanismos de defensa y estrategias de los organismos marinos para evitar y/o mitigar los efectos tóxicos de la contaminación en los ambientes costeros

V. Detergentes

5.1.-Efectos tóxicos y perjudiciales,, de los detergentes en los organismos marinos

5.2.- toxicidad en peces y otros organismos marinos y el hombre.

5.3.-Prevención y alternativa de combate a la contaminación por detergentes.

Vi. Plaguicidas y sustancias afines

6.1.-Clasificación por su estructura, por aplicaciones.

6.2.-Plaguicidas órgano clorados.

6.3.-Plaguicidas Órgano fosforados

6.4.-Plaguicidas carbamatos y piretroides.

6.6.-Aspectos generales de la toxico-cinética de estos COPs

6.7.-Efectos tóxicos en organismos acuáticos, daños y alteraciones fisiológicos, bioquímicos y genéticos y.

6.8.-Efectos toxicológicos en humanos. Cáncer y otras enfermedades.

Bifenilos Policlorinados (BPCs) y Dioxinas y Furanos.

VII. Características y toxicidad de los BPCs, y las Dioxinas y Furanos

7.2.-Presencia de los BPCs y Dioxinas y Furanos en el ambiente marino

7.3.-Persistencia, daños fisiológicos, bioquímicos y genéticos en organismos marinos

7.3.-Peligros a la salud pública por el consumo de mariscos contaminados por BPCs y Dioxinas y Furanos.

VIII. COPs y sociedad

8.1.-La estructura sociopolítica, la contaminación y el deterioro del medio ambiente marino

8.2.-Legislación y proyectos para la prevención y reducción de los COPs en el ambiente marino

8.3.- Convenios nacionales e internacionales.

### **Estrategias aprendizaje**

Este es un curso teórico práctico que comprende tanto actividades en el aula como en laboratorio. También se realizarán dos salidas al campo para la toma de muestras.

Para ello el estudiante recibirá información verbal, escrita y visual así como entrenamiento en el campo y el laboratorio durante el desarrollo de las prácticas. También tendrá que realizar tareas y consultas en libros e internet

### **Estrategias de evaluación**

El curso se evaluará mediante dos exámenes parciales más las tareas y consultas de investigación, así como los reportes de las prácticas realizadas

## **Bibliografía**

Malins C. D. and Ostraden K.G. Aquatic Toxicology. Lewis Pbls. Boca Raton USA. 1994

Moreno Grau D. Toxicología ambiental. Mc. Graw Hill. España. 2003.

Repetto M. (editor). Toxicología Avanzada. Diaz de Santos Ediciones. España. 1995.

Poston and Purdy (editors). Aquatic Toxicology and Environmental Fate. ASTM Publications. Philadelphia, USA. 1985.

Fernández B. A. y Yarto R. M. (compiladores). Las Sustancias Tóxicas Persistentes en México. INE-SEMARNAT. México D.F. 2004.

Spiro G. P. y Stigliani M. W. Química Medioambiental. Pearson Educación S.A. Madrid España. 2004.

Galindo Reyes, J. G. 2000. Condiciones Ambientales y de Contaminación en los Ecosistemas Costeros. Editorial Universidad Autónoma de Sinaloa, Culiacán, Sin. México.

Goldberg E. D. ed. Marine pollution In Chemical oceanography. Vol. 3. Academic press Orlando USA 1975.

## **ASIGNATURA: ECOLOGÍA COSTERA**

UNIDAD ACADÉMICA: FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR.

RESPONSABLE DEL CURSO: DRA. MERCEDES MARLENNE MANZANO

SARABIA

TEORÍA: 56

PRÁCTICAS: 24

CRÉDITOS: 5

### **Objetivo General**

Comprender y analizar los principales procesos ecológicos e interacciones que ocurren en la zona costera, así como las problemáticas asociadas.

### **Objetivos Específicos**

- Comprender la definición de la zona costera, los diferentes ecosistemas que la integran así como los factores físicos y humanos que los impactan.
- Identificar las interacciones físicas y biológicas que ocurren en la zona costera.
- Analizar los servicios ecosistémicos que proveen los ecosistemas que integran la zona costera.
- Comprender la importancia de la información científica en la conservación y manejo de los recursos costeros.

### **Programa**

#### **1. Introducción**

- Definición de los límites geográficos de la zona costera
- Generalidades sobre biogeografía marina
- Biodiversidad y ecosistemas que integran la zona costera
- Servicios ecosistémicos de la zona costera

#### **2. Procesos y ambientes costeros**

- Productividad primaria y métodos analíticos para su determinación
- Ecología estuarina
- Humedales
- Dunas
- La plataforma continental
- Arrecifes de coral
- Procesos oceanográficos y atmosféricos que ocurren en la zona costera
- Fenómenos climáticos
- Variabilidad estacional, interanual y decadal de los fenómenos climáticos que afectan a la zona costera

### 3. Impactos en la zona costera

- Pesquerías
- Acuicultura
- Turismo
- Crecimiento urbano
- Contaminación
- Cambio climático y calentamiento global

### 4. Conservación y manejo

- Regionalización ecológica
- Tratados y acuerdos internacionales
- Legislación mexicana en materia de la zona costera

- Herramientas para el estudio de la Ecología Costera
- Sistemas de Información Geográfica
- Percepción Remota
- Modelos de ordenamiento ecológico

### **Estrategias de aprendizaje**

Los temas expuestos en clase serán complementados con trabajo práctico. Se discutirán artículos científicos referentes a los temas considerados en cada unidad y se realizarán ensayos de investigación y seminarios, de manera individual y grupal. Se abordarán diferentes estudios de caso para brindar al estudiante una visión integral de la Ecología Costera. Asimismo, se incentivará el desarrollo de habilidades de comunicación de la ciencia y de debate científico vía oral y escrita.

### **Estrategias de evaluación**

- Asistencia (5%)
- Participación en clase (5%)
- Exposiciones (15%)
- Prácticas en laboratorio (25%)
- Exámenes escritos (60%)

### **Bibliografía**

Chuvieco, S. E. 1996. Fundamentos de Teledetección Espacial. Tercera Edición. Ediciones Rialp, España. 568 pp

CONABIO. Portal de información Geográfica.  
<http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>

Contreras Espinoza, F. 1993. Ecosistemas Costeros Mexicanos. CONABIO, UAM-Iztapalapa. 415 pp.

Denny, M. 2008. How the Ocean Works: An Introduction to Oceanography. Association of American Publishers. 344 pp. ISBN: 9780691126470.

Farmer, G. Thomas y J. Cook. 2013. Climate Change Science: A Modern Synthesis Volume 1 - The Physical Climate. Springer. ISBN 978-94-007-5757-8

Jacobs, S., N. Dendoncker y H. Keune. 2014. Ecosystem Services Global

Issues, Local Practices. 456 pp. ISBN: 978-0-12-419964-4.

Kjerfve, B. 1994. Coastal Lagoon Processes. Elsevier, USA. 577 pp.

Mitsch, W., J.G. Gosselink. 2015. Wetlands. Quinta Edición. Wiley & Sons. New Jersey, EUA. 721 pp.

Robinson, I. 2010. Discovering the Ocean from Space, The unique applications of satellite oceanography. Springer. Chichester, UK. 612 pp. ISBN: 978-3-540-24430-1

## **ASIGNATURA: ORNITOLOGÍA**

UNIDAD ACADÉMICA: FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR

RESPONSABLE DEL CURSO: DRA. LAURA BEATRIZ RIVERA RODRÍGUEZ

TEORÍA: 63

PRÁCTICA: 17

CRÉDITOS: 5

### **Objetivo General**

Dar al estudiante los conocimientos generales de las aves, su estructura, anatomía, sistemática con especial énfasis en las aves de ambientes acuáticos y costeros, la importancia de las aves en los sistemas ecológicos, técnicas de estudio y su importancia como especies carismáticas o sombrilla para las estrategias de conservación. Adicionalmente los estudiantes deberán aprender el manejo de información científica reciente y discusión de investigaciones y metodologías de vanguardia.

### **Programa**

#### **1. UNIDAD ORIGEN Y EVOLUCIÓN**

##### **1.1. Origen**

##### **1.1.1. Aves y dinosaurios**

##### **1.1.2. Archaeopteryx**

##### **1.2. Evolución**

##### **1.2.1. Evolución de las aves modernas**

#### **2. UNIDAD – CLASIFICACIÓN**

##### **2.1. Filogenia**

##### **2.1.1. Morfología**

##### **2.1.2. Nuevas técnicas de estudio**

##### **2.2. Sistemática**

##### **2.2.1. Nomenclatura y Organizaciones**

##### **2.2.2. Órdenes**

##### **2.2.3. Aves marinas y costeras**

#### **3. UNIDAD – ANATOMÍA**

##### **3.1. Topografía**

##### **3.2. Plumas**

##### **3.2.1. Estructura**

##### **3.2.2. Termoregulación**

- 3.2.3. Tipo
- 3.2.4. Color
- 3.2.5. Mantenimiento
- 3.2.6. Vuelo
- 3.3. Musculatura
- 3.4. Sistema Digestivo
- 3.5. Sistema Circulatorio
- 3.6. Sistema Respiratorio
- 3.7. Sistema Urogenital y endócrino
- 3.8. Sistema nervioso

#### 4. UNIDAD.- VOZ Y PRODUCCIÓN DE SONIDO EN AVES

- 4.1. Funciones reproductivas
- 4.2. Funciones sociales
- 4.3. Territorialismo

#### 5. UNIDAD MIGRACIÓN

- 5.1. Ecología de la migración
- 5.2. Genes y migración
- 5.3. Clima
- 5.4. Navegación
- 5.5. Fisiología
- 5.6. Memoria espacial

#### 6. UNIDAD REPRODUCCIÓN

- 6.1. Dimorfismo sexual
- 6.2. Cortejo
- 6.3. Sistemas de parejas
- 6.4. Tipos de sistema de apareamiento
- 6.5. Fenología reproductiva
- 6.6. Nidificación y cuidados parentales

#### 7. UNIDAD FORRAJEO Y PREDACIÓN

- 7.1. Tipos de forrajeo
- 7.2. Evasión de depredadores
  - 7.2.1. Camuflaje
  - 7.2.2. Despliegues de distracción de depredadores
  - 7.2.3. Llamadas de alarma
  - 7.2.4. Efecto de colonias o grupos

#### 8. UNIDAD POBLACIÓN, COMUNIDADES

- 8.1. Nicho
- 8.2. Historias de vida
- 8.3. Biología de poblaciones costeras
- 8.4. Requerimientos ecológicos, selección de hábitat
- 8.5. Tamaños mínimos de población
- 8.6. Patrones de distribución y abundancia
- 8.7. Especies abundantes, comunes y raras

8.8. Dinámica de comunidades

9. UNIDAD VULNERABILIDAD Y CONSERVACIÓN

- 9.1. Presiones naturales y antropogénicas
- 9.2. Pérdida de hábitat y biodiversidad
- 9.3. Destrucción del hábitat, fragmentación y degradación
- 9.4. Introducción de especies exóticas
- 9.5. Enfermedades
- 9.6. Tráfico ilegal de especies

10. UNIDAD LEGISLACIÓN APLICADA A LAS AVES

- 10.1. Normas oficiales mexicanas
- 10.2. CITES
- 10.3. Áreas naturales protegidas
- 10.4. AICAS
- 10.5. Sitios RAMSAR

11. UNIDAD TÉCNICAS DE ESTUDIO (CAMPO Y LABORATORIO)

**Estrategias de aprendizaje**

Consistirá en la participación constante de tareas y discusión oral de los temas impartidos cada día, exposición en clase de artículos científicos recientes, relacionados con los diferentes temas abordados en clase que permita al estudiante examinar la forma de abordar y resolver un problema particular., un trabajo-ensayo final (exposición oral y escrito) relacionado con temáticas en estudios de aves marinas y de zonas costeras. Con la presentación y discusión de ensayos, artículos, tareas, dos exámenes y la participación en clase será posible evaluar el aprendizaje y desempeño del estudiante y otorgar la calificación correspondiente.

**Estrategias de evaluación**

- Presentación artículos 15%
- Ensayo (escrito) 30%
- Ensayo (presentación) 15%
- Participación (50% oral y 50% tareas) 15%
- Exámenes 25%

Calificación final 100%

## **Bibliografía**

Check-list of North American Birds

<http://www.aou.org/checklist/north/index.php>

Gill, F. B. 1994. Ornithology. 2nd ed. W. H. Freeman & Co., New York, NY

Norma Oficial Mexicana -059-ECOL-2010. Protección Ambiental -Especies Nativas de México de Flora y Fauna silvestres categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio Lista de especies en riesgo <http://www.semarnat.gob.mx/leyesynormas/Normas%20Oficiales%20Mexicanas%20vigentes/NOM-ECOL-059-2001.pdf>

Proctor and Lynch. 1993. Manual of Ornithology Avian Structure and Function. Yale Univ. Press

Pettingill, O.S. 1985. Ornithology in Laboratory and Field. Academic Press, London.

Scott, G. 2010. Essential Ornithology. University of Hull, UK

Searchable Ornithological Research Archive <http://elibrary.unm.edu/sora/>

Selección de artículos científicos actualizados cada curso.

## **ASIGNATURA: GESTIÓN AMBIENTAL EN ZONAS COSTERAS**

UNIDAD ACADÉMICA: FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR

RESPONSABLE DEL CURSO: DRA. LAURA BEATRIZ RIVERA RODRÍGUEZ

TEORÍA: 80

PRÁCTICA: -

CRÉDITOS: 5

### **Objetivo General**

Dar al estudiante los conocimientos generales de la estructura y función ecológica de las zonas costeras así como los principales instrumentos de administración y gestión en su protección y posible realización de actividades productivas de manera sustentable.

Adicionalmente los estudiantes deberán aprender el manejo de información científica reciente y discusión de investigaciones y metodologías de vanguardia.

### **Programa**

#### **1. UNIDAD INTRODUCCIÓN Y GENERALIDADES**

- 1.1. Principios de la ecología.
- 1.2. Zona Costeras
  - 1.2.1. Tipología de ecosistemas costeros
  - 1.2.2. Características particulares de las zonas costeras
  - 1.2.3. Alta biodiversidad
  - 1.2.4. Stop over de especies migratorias

#### **2. UNIDAD PRINCIPALES INTERESES SOBRE ZONAS COSTERAS**

- 2.1. Sectores productivos
  - 2.1.1.1. Pesca
  - 2.1.1.2. Acuicultura
  - 2.1.1.3. Ganadería
  - 2.1.1.4. Turismo inmobiliario
  - 2.1.1.5. Ecoturismo
- 2.2. Investigación
  - 2.2.1. Biodiversidad
  - 2.2.2. Conservación
  - 2.2.3. Monitoreo ambiental

#### **3. UNIDAD PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DE LAS ZONAS COSTERAS.**

- 3.1. Eventos estocásticos
  - 3.1.1.1. Tormentas y ciclones
  - 3.1.1.2. Cambio climático
- 3.2. Actividad antropogénica
  - 3.2.1.1. Cambio de uso de suelo
  - 3.2.1.2. Fragmentación
  - 3.2.1.3. Contaminación
  
- 4. UNIDAD GESTIÓN AMBIENTAL
  - 4.1. Instrumentos de protección
  - 4.2. Legislación Ambiental
    - 4.2.1. Leyes
    - 4.2.2. Reglamentos
    - 4.2.3. Normas oficiales mexicanas
    - 4.2.4. Legislación internacional
  - 4.3. Instituciones Ambientales.
    - 4.3.1. Gobierno federal, estatal y municipal
    - 4.3.2. SEMARNAT
      - 4.3.2.1. ANP
      - 4.3.2.2. UMAS
      - 4.3.2.3. Regiones prioritarias para la conservación
        - 4.3.2.3.1. AICAS
        - 4.3.2.3.2. Regiones terrestres Prioritarias
        - 4.3.2.3.3. Regiones marinas prioritarias
        - 4.3.2.3.4. Regiones hidrológicas prioritarias
    - 4.3.3. INE
    - 4.3.4. PROFEPA
  - 4.4. Métodos para toma de decisiones en procesos de gestión para el desarrollo
  - 4.5. Programas de Ordenamiento territorial y marino.
  - 4.6. Programas de Desarrollo urbano
  - 4.7. Estudios de Impacto Ambiental y planes de manejo.

### **Estrategias de aprendizaje**

Consistirá en la participación constante con tareas y discusión oral de los temas impartidos cada día, exposición en clase de artículos científicos recientes, relacionados con los diferentes temas abordados en clase que permita al estudiante examinar la forma de abordar y resolver un problema particular., un trabajo-ensayo final (exposición oral y escrito) relacionado con temáticas en biología de la conservación de zonas costeras. Con la presentación y discusión de ensayos, artículos, tareas, examen y la participación en clase será posible evaluar el aprendizaje y desempeño del estudiante y otorgar la calificación correspondiente.

## **Estrategias de evaluación**

- Presentación artículos 15%
- Ensayo (escrito) 30%
- Ensayo (presentación) 15%
- Participación (50% oral y 50% tareas) 15%
- Exámenes 25%

Calificación final 100%

## **Bibliografía**

Ley General Del Equilibrio Ecológico y La Protección Al Ambiente y sus reglamentos

<http://www.semarnat.gob.mx/leyesyformas/Pages/leyessectorfederal.aspx>

Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable

Ley General de Vida Silvestre

Manual del proceso de ordenamiento ecológico 2006. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales

Norma Oficial Mexicana -059-ECOL-2010. Protección Ambiental -Especies Nativas de México de Flora y Fauna silvestres categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio Lista de especies en riesgo <http://www.semarnat.gob.mx/leyesyformas/Normas%20Oficiales%20Mexicanas%20vigentes/NOM-ECOL-059-2001.pdf>

NOM-022-SEMARNAT-2003. Especificaciones para la preservación, aprovechamiento sustentable y restauración de los humedales costeros en zonas de manglar. (ACUERDO QUE ADICIONA LA ESPECIFICACIÓN 4.43 D.O.F. 07-MAYO-2004).

Regiones prioritarias para la conservación <http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/terrestres.html>

Selección de artículos científicos actualizados cada curso

## **ASIGNATURA: BIOLOGÍA DE LA CONSERVACIÓN EN ZONAS COSTERAS**

UNIDAD ACADÉMICA: FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR

RESPONSABLE DEL CURSO: DRA. LAURA BEATRIZ RIVERA RODRÍGUEZ

TEORÍA: 67

PRÁCTICA: 13

CRÉDITOS: 5

### **Objetivo General**

Dar al estudiante los fundamentos básicos de la Biología de la conservación, y su aplicación en zonas costeras, definiendo su importancia en la conservación de ecosistemas de alta relevancia por su biodiversidad, vulnerabilidad, mostrando al mismo tiempo las posibilidades de manejo sustentable y su potencial incidencia en actividades productivas, programas de manejo o recomendaciones a tomadores de decisión.

### **Programa**

#### **1. UNIDAD.- INTRODUCCIÓN**

- 1.1. Límites de la franja costera
- 1.2. Procesos físicos e interacción tierra-mar
- 1.3. Tipos de comunidades costeras y su funcionamiento
- 1.4. Adaptaciones al medio ambiente costero
- 1.5. Definición de Biología de la Conservación
- 1.6. Diversidad biológica en zonas costeras

#### **2. UNIDAD.- ANÁLISIS DE POBLACIONES COSTERAS**

- 2.1. Biología de poblaciones costeras
- 2.2. Requerimientos ecológicos, selección de hábitat
- 2.3. Tamaños mínimos de población
- 2.4. Patrones de distribución y abundancia
- 2.5. Persistencia

- 2.6. Problemas de escala
- 2.7. Procesos y patrones ecológicos

### 3. UNIDAD.- AMENAZAS SOBRE LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA

- 3.1. Presiones naturales y antropogénicas
- 3.2. Pérdida de hábitat y biodiversidad
- 3.3. Destrucción del hábitat, fragmentación y degradación
- 3.4. Introducción de especies exóticas
- 3.5. Enfermedades
- 3.6. Tráfico ilegal de especies (mascotas, ornato y usos comerciales)
- 3.7. Sobre-explotación
- 3.8. Cacería-pesca- legal e ilegal
- 3.9. Alteración de redes tróficas y ciclos biogeoquímicos
- 3.10. Costos por pérdida y mantenimiento, costos ecológicos y económicos
- 3.11. Desarrollo sustentable e integral.

### 4. UNIDAD III TÉCNICAS UTILIZADAS PARA LA CONSERVACIÓN DE LAS ESPECIES EN ZONAS COSTERAS

- 4.1 Áreas naturales protegidas
  - 4.1.1 Tipos de ANP federal, estatal y municipal
  - 4.1.2 Estrategia y Metodología para la propuesta y decreto de una ANP
  - 4.1.3 Plan de manejo de una ANP
  - 4.1.4 Fichas de evaluación ecológica
- 4.2 Regiones prioritarias para la conservación
  - 4.2.1 Regiones terrestres prioritarias
  - 4.2.2 Regiones hidrológicas prioritarias
  - 4.2.3 Regiones marinas prioritarias
  - 4.2.4 Hot spots
  - 4.2.5 AICAS y sitios RAMSAR
- 4.3 Corredores ecológicos y conectividad
- 4.4. Sistemas de información geográfico
  - 4.4.1 Patrones de distribución de especie y modelación de distribución

potencial

4.4.2 Determinación de áreas relevantes para la conservación

4.5 Genética de poblaciones y especies

4.6 Análisis de población viable (Vortex)

4.7 Casos específicos para mostrar problemas de biología de la conservación y el manejo de fauna silvestre: Vertebrados (Anfibios, Peces, Reptiles, Aves y Mamíferos) e Invertebrados.

### **Estrategias de aprendizaje**

Consistirá en la participación constante con tareas y discusión oral de los temas impartidos cada día, exposición en clase de artículos científicos recientes, relacionados con los diferentes temas abordados en clase que permita al estudiante examinar la forma de abordar y resolver un problema particular, un trabajo-ensayo final (exposición oral y escrito) relacionado con temáticas en biología de la conservación de zonas costeras. Con la presentación y discusión de ensayos, artículos, tareas, dos exámenes y la participación en clase será posible evaluar el aprendizaje y desempeño del estudiante y otorgar la calificación correspondiente.

### **Estrategias de evaluación**

- Presentación artículos 15%
- Ensayo (escrito) 25%
- Ensayo (presentación) 15%
- Participación (50% oral y 50% tareas) 15%
- Exámenes 30%

Calificación final 100%

### **Bibliografía**

Arriaga, L., E. Vázquez-Domínguez, J. González-Cano, R. Jiménez-Rosenberg, E. Muñoz López y V. Aguilar Sierra. (Coords.). 1998. Regiones Prioritarias Marinas de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. ISBN 970-9000-07-1 México, D.F. 195 pp.

Arriaga, L., V. Aguilar Sierra, J. Alcocer-Durán. 2000. Aguas Continentales y Diversidad Biológica en México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. ISBN 970-9000-15-2. México, D.F. 327 pp. + mapa.

Bowles D. E., K. Aziz, and Ch. L. Knight. 2000. Macrobrachium (Decapoda: Caridea: Palaemonidae) in the contiguous United States: a review of the species and an assessment of threats to their survival.-The Journal of Crustacean Biology 20: 158-171.

Carignan, V., and M.A. Villard. 2002. Selecting indicator species to monitor ecological integrity: A review. Environmental Monitoring and Assessment 78: 45--61.

Coleman, F.C. and S. L. Williams. 2002. Overexploiting marine ecosystem engineers: potential consequences for biodiversity. TRENDS in Ecology and Evolution. 17(1): 40-44.

Conservation priority regions: maps and cards:  
<http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/hidrologicas.html>  
<http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/marinas.html>

Cooper Alan and James Power. 1997 Species Dispersal and Land Use Processes. IALE (UK). (International Association for Landscape Ecology).

De Jonge, V., M. Elliot & E. Orive, 2002. Causes, historical development, effects and future challenges of a common environmental problem: eutrophication. Hydrobiologia, 475/476: 1-19.

Farfán, L.M. 2005. Development of connective systems over Baja California during tropical cyclone Linda. American Meteorological Society. 801-11.

Farfán, L.M., M. Cortez. 2005. An observational and modeling analysis of the landfall of hurricane Marty (2003) in Baja California, México. American Meteorological Society. 2069-2089.

Gardner S.C. and W.J. Nichols. (2001) Assessment of sea turtle mortality rates in the Bahía Magdalena region, Baja California Sur, México. Chelonian Conservation and Biology. Vol. 4(1) 197-199.

Gardner, S.C. and S. Chávez-Rosales. (2000) Changes in the distribution and abundance of gray whales (*Eschrichtius robustus*) in Magdalena Bay during an

El Niño event. *Marine Mammal Science* vol 16(4) 48-71.

Griffiths G. H.. 1995 - *Landscape ecology: Theory and Application*. IALE (UK).

Grismer L. L. 2002. *Amphibians and reptiles of Baja California, including its Pacific islands and the islands in the Sea of Cortés*. University of California Press. Singapore. 14 + 399 pp.

Hooper, D. U., M. Solan., A. Symstad., S. Díaz., M.O. Gessner., N. buchmann., V. Degrange., P. Grime., F. Hulot., F. Mermillod-Blondin., J. Roy., E. Spehn, y L. Van Peer. (2002). Species diversity, functional diversity, ecosystem functioning. *Biodiversity and ecosystem functioning. Synthesis and perspectives*. M. Loreau, S. Naeem., y P. Inchausti., Oxford: 195-281.

Johnston Carol A. 1998. *Methods in Ecology. Geographic Information Systems in Ecology*. BLACKWELL.

Maurer Brian A. 1994. *Methods in Ecology. Geographical Population Analysis: Tools for the Analysis of Biodiversity*. BLACKWELL

Michael E. Soulé - *Conservation Biology. The Science of Scarcity and Diversity*. 1986.. SINAUER.

Oliver L. Gilbert and Penny Anderson 1998. *Habitat Creation and Repair*. OXFORD UNIV. PRESS.

Peterson David, L. and V. Thomas Parker. 1998. *Ecological Scale. Theory and Applications*. COLUMBIA.

Rapport, D.J., R.Costanza and A.J. McMichael. 1998. Assessing ecosystem health. *TREE*, 13(10): 397-402.

Ruiz-Campos G., J. L. Castro-Aguirre, S. Contreras-Balderas, M. L. Lozano-Vilano, A. F. González-Acosta, and S. Sánchez-González. 2002. An annotated distributional checklist of the freshwater fish from Baja California Sur, Mexico.---*Reviews in Fish Biology and Fisheries* 12: 143--155.

Sala, E., O.Aburto-Oropeza, G. Paredes, I. Parra, J.C. Barrera, P.K. Dayton. 2002. A general model for designing networks of marine reserve. *Science* 298: 1991-1993.

Skalski John R. y Douglas S. Robson.1992. *Techniques for Wildlife Investigations. Design and Analysis of Capture Date*. ACADEMIC PRESS.

William R. Jordan III. Michael E. Gilpin, John D. Aber. 1987. *Restoration*

Ecology. A Synthetic Approach to Ecological Research. CAMBRIDGE UNIV.  
PRESS.

## **ASIGNATURA: FISIOLÓGÍA DE MICROALGAS**

UNIDAD ACADÉMICA: FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR

RESPONSABLE DEL CURSO: DR. PABLO PIÑA VALDÉZ y M. EN C.

ALEJANDRA MEDINA JASSO

TEORÍA: 53

PRÁCTICA: 27

CRÉDITOS: 5

### **Objetivo General**

Introducir al estudiante en el conocimiento de los procesos fisiológicos elementales de las microalgas, proporcionándoles las herramientas básicas para su estudio y aplicación en sistemas acuáticos. El alumno debe contar con conocimientos previos en Biología y Ecología.

### **Programa**

1. Características básicas de las células.
  - 1.1 Morfología, organelos celulares y función.
  - 1.2 Composición de las células por grupos taxonómicos
  - 1.3 Especies de microalgas de importancia económica.
  
2. Reproducción.
  - 2.1 Sexual.
  - 2.2 Asexual.
    - 2.2.1 Fisión binaria y esporulación
  - 2.3 Estrategias reproductivas y ciclos de vida.
  
3. Principios de fisiología
  - 3.1 Luz y Fotosíntesis.
    - 3.1.1. PAR (Radiación fotosintéticamente activa)
    - 3.1.2. Propiedades ópticas
      - 3.1.2.1 Absorptancia (reflectancia y transmitancia)
  - 3.2 Fotosistemas I y II
    - 3.2.1. Fase luminosa
    - 3.2.3. CO<sub>2</sub> y pH en el agua
  - 3.3 Fijación de carbono y asimilación
  - 3.4 Curvas P-E (Fotosíntesis vs Irradiancia)
  - 3.5 Rutas fotosintéticas (C<sub>3</sub>, C<sub>4</sub>)
  - 3.6 Respiración.
  - 3.7 Fotorrespiración: enzimas anhidrasa carbónica (CA); Ribulosa 1,5;

bifosfato; carboxilasa (RUBISCO).

3.8 Productos extracelulares.

4. Principios de fisiología de nutrientes, absorción y asimilación, ciclos de:

4.1 Nitrógeno.

4.2 Fósforo.

4.3 Silicio.

4.4 Metales traza y sustancias quelantes.

4.5 Vitaminas y factores de crecimiento.

4.6 Biosíntesis de carbohidratos, lípidos, proteínas, pigmentos fotosintéticos, pigmentos protectores.

5. Osmorregulación.

6. Auto, auxo y heterotrofismo.

7. Temperatura.

8. Hundimiento, flotabilidad, taxis y tropismo, migraciones verticales.

9. Temario de Laboratorio:

9.1 Identificación de los principales grupos taxonómicos de microalgas de importancia en cultivos.

9.2 Efecto de la luz en cultivos microalgales

9.2.1. Medidas de la luz

9.2.2. Crecimiento

9.3. Pigmentos

9.4. Efecto de los nutrientes en cultivos microalgales

9.5. Determinación de nutrientes

9.6. Crecimiento

### **Estrategias de aprendizaje**

1. Exposiciones de profesores
2. Discusión en clases de artículos científicos
3. Exposición del alumno de un tema del curso de importancia particular y/o relacionado con el tema de su tesis.
4. Prácticas de laboratorio

### **Estrategias de evaluación**

1. Exámenes teóricos: 60%
2. Reportes de prácticas: 20%
3. Exposiciones orales: 20%

### **Bibliografía**

Borowitzka, M.A., and L. Borowitzka. 1988. Microalgal Biotechnology. Cambridge University. Press. Cambridge. 477 pp.

Fogg, G.E., and B. Thake. 1987. Algal Cultures and Phytoplankton Ecology. The University of Wisconsin Press. Wisconsin 269 pp.

- Kirk, J.T.O. 1993. *Light and Photosynthesis in Aquatic Ecosystems*. Cambridge University Press, Cambridge. 401 pp.
- Lobban, Ch.S., D.J. Chapman, and B.P. Kremer. 1988. *Experimental Phycology: A Laboratory Manual*. Cambridge University Press, Cambridge. 295 pp.
- Morris, I. 1980. *The Physiological Ecology of Phytoplankton*. University of California Press. 625 pp.
- Platt, T. 1981. *Physiological Bases of Phytoplankton Ecology*. Dept. Fish. Oc. Bull. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 210. 145 pp.
- Richmond, A. 1986. *CRC Handbook of Microalgal Mass Culture*. CRC Press, Boca Raton Florida. 528 pp.
- Richmond, A. 2004. *Handbook of Microalgal Culture: Biotechnology and Applied Phycology*. Blackwell Science Ltd. 545 pp.
- Rousseaux, C. S. and W.W., Gregg, 2014. Interannual Variation in Phytoplankton Primary Production at A Global Scale. *Remote Sens.* 6, 1-19; doi:10.3390/rs6010001
- Stadler, T., J. Mallion, M.C. Verdus, Y. Karamanos, H. Morvan, and D. Christiaen 1987. *Algal Biotechnology*. Elsevier Applied Sciences, London. 521 pp.
- South, C.R. and A. Whittick. 1997. *Introduction to Phycology*. Blackwell Scientific Publications, Oxford. 341pp.
- Stewart, W.D.P. 1974. *Algal Physiology and Biochemistry*. Botanical Monographs University of California Press. Berkeley. 989 pp.
- Wikfors, G.H. and M. Ohno. 2001. Impact of algal research in aquaculture. *Journal Phycology* 37:968-974.

## **PROGRAMAS DE LOS CURSOS CORRESPONDIENTES A LA LÍNEA 3**

### **ASIGNATURA: ANÁLISIS DE RIESGO**

UNIDAD ACADÉMICA: FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR.

RESPONSABLE DEL CURSO: DR. JUAN FERNANDO MÁRQUEZ FARÍAS

TEORÍA: 32 HORAS

PRÁCTICA: 48 HORAS

CRÉDITOS: 5

#### **Objetivo General**

Introducir al estudiante en la evaluación de riesgo en la toma de decisiones de manejo pesquero a través del uso explícito de la incertidumbre.

#### **Objetivos Específicos**

1. Capacitar a los alumnos(as) de posgrado en la construcción y uso de modelos matemáticos para evaluar el estado de las poblaciones.
2. Enseñar a los alumnos(as) en el uso de la incertidumbre en la estimación de parámetros en modelos pesqueros.
3. Introducir a los alumnos(as) en la evaluación de las consecuencias de las acciones de manejo pesquero.

#### **Programa**

##### **Unidad I** Introducción al análisis de riesgo

- 1.1. Antecedentes
  - 1.2. Herramientas de evaluación
  - 1.3. Parámetros poblacionales
  - 1.4. Indicadores de abundancia (relativa, absoluta) (práctica)
- Laboratorio 1.4

##### **Unidad II** Evaluación de una población

- 2.1. Modelos pesqueros (integrados, estructurados).
- 2.2. Modelos estáticos y dinámicos.
- 2.3. Estimación de Parámetros (bondad de ajuste, verosimilitud, optimización).
- 2.4. Incertidumbre.
- 2.5. Simulación numérica (práctica)

## Laboratorio 2.5

### **Unidad III Estimación Bayesiana**

- 3.1 Teorema de Bayes.
  - 3.2 Identificación de probabilidades previas.
  - 3.3 Probabilidad posterior.
  - 3.4 Estimación parámetros (práctica)
  - 3.5 Uso de algoritmos (práctica)
- Laboratorio 3.4 y 3.5

### **Unidad IV Análisis de riesgo**

- 4.1 Toma de decisiones.
  - 4.2 Estado de la naturaleza.
  - 4.3 Acciones de manejo.
  - 4.4 Punto de referencia.
  - 4.5 Evaluación del riesgo (práctica)
- Laboratorio 4.5

### **Estrategias aprendizaje**

- Comprende tanto actividades en el aula como en laboratorio.
- Las prácticas de laboratorio se realizarán mayormente utilizando la hoja de Cálculo Excel.
- Se invita a investigadores especialistas a dar conferencias sobre estudios relacionados con el tema.
- El (la) estudiante recibirá información oral, escrita y visual así como referencias científicas para su lectura y consulta.
- También tendrá que realizar proyectos para su calificación.

### **Estrategias de evaluación**

El curso se evaluará mediante los siguientes componentes:

- |                           |     |
|---------------------------|-----|
| • 4 Tareas (10% c/u)      | 40% |
| • Exposición del proyecto | 30% |
| • Proyecto final escrito  | 30% |

### **Bibliografía**

Congdon, P. 2006, Bayesian Statistical Modelling. Wiley Series In Probability and statistics. 573 p.  
Gelman, A., Carlin, J.B., Stern, H., and Rubin, D.B., 1995. Bayesian Data Analysis. London: Chapman and Hall.

Haddon, M., 2001. *Modelling and Quantitative Methods in Fisheries*. Chapman & Hall/CRC Boca Ratón, London, New York, Washington D.C. 406 p.

Hilborn, R. y C. J. Walters, 1992. *Quantitative Fisheries Stock Assessment*. Kluwer Academic Publishers Boston/Dordrecht/London. 570 p.

Hilborn, R., Pikitch, E. K. & McAllister, M. K. 1994. A Bayesian estimation and decision analysis for an age-structured model using biomass survey data. *Fisheries Research*, 19: 17-30.

Hilborn, R. y M. Mangel, 1997. *The Ecological Detective*. Princeton, New Jersey. 315 p.

Hoff, P.D. 2009. *A first course in Bayesian Statistical methods*. Springer. 270 p.

Howson, C., and Urbach P. 1989. *Scientific Reasoning: The Bayesian Approach*. Open Court.

Link, W. A. and Barker, R.J. 2010. *Bayesian Inference, with ecological applications*. Academic Press. 339 pp.

McAllister, M. K. & Ianelli, J. N. 1997. Bayesian stock-assessment using catch-age data and the sampling-importance resampling algorithm. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 54: 284-300.

Punt AE, Hilborn R. 1997. Fisheries stock assessment and decision analysis: The Bayesian approach. *Rev. Fish Biol. Fisher.* 10: 50–60

Punt, A.E.; Hilborn, R. BAYES-SA: Bayesian stock assessment methods in fisheries. User's manual. FAO Computerized Information Series (Fisheries). No. 12. Rome, FAO. 2001. 56p.

Quinn, T. J. y R. B Deriso, 1999. *Quantitative Fish Dynamics*. Oxford University Press, New York. 542 p.

Sparre, P. y Venema, S.C. (1998). *Introduction to tropical fish stock assessment. Part 1 Manual* FAO Documentos Técnicos de Pesca n° 306/1 Rev.2., Roma, FAO, 407p.

## **ASIGNATURA: INTRODUCCIÓN AL ANÁLISIS DEMOGRÁFICO.**

UNIDAD ACADÉMICA: FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR.

RESPONSABLE DEL CURSO: DR. J. FERNANDO MÁRQUEZ FARÍAS

TEORÍA: 32 HORAS

PRÁCTICAS: 48 HORAS

CRÉDITOS: 5

### **Objetivo General**

Introducir al estudiante en la estimación de parámetros demográficos que permitan identificar la productividad de las especies.

### **Objetivos Específicos**

1. Capacitar a los alumnos(as) de posgrado en la construcción y uso de técnicas demográficas.
2. Capacitar a los alumnos(as) en la evaluación del efecto de la pesca y el uso de modelos demográficos en pesquerías.

### **Programa**

#### **Unidad I Introducción**

- 1.5. Ciclo de vida
  - 1.6. Características elementales de las poblaciones
  - 1.7. Procesos biológicos
  - 1.8. Estructura de las poblaciones
  - 1.9. Crecimiento de las poblaciones
- Laboratorio

#### **Unidad II Análisis demográficos**

- 2.1. Tabla de vida, matriz de Leslie y matriz de Lefkovich
  - 2.2. Parámetros de entrada
  - 2.3. Parámetros demográficos (salida)
  - 2.4. Análisis de perturbación
- Laboratorio (Excel, Poptools)

#### **Unidad III Efecto de la pesca en los parámetros demográficos**

- 3.1. Efecto de la pesca
  - 3.2. Efecto de la edad de primera madurez
  - 3.3. Escenarios de manejo
  - 3.4. Incertidumbre en los parámetros
- Laboratorio (Crystal ball)

## **Unidad IV Puntos de referencia para manejo pesquero**

4.1. Introducción al rendimiento por recluta (Y/R)

4.2. Balance entre (Y/R) y tasa neta reproductiva (R<sub>0</sub>).

4.3. Escenarios de manejo

Laboratorio

### **Estrategias aprendizaje**

- Comprende tanto actividades en el aula como en laboratorio.
- Las prácticas de laboratorio se realizarán mayormente utilizando la hoja de cálculo Excel.
- Se invita a investigadores especialistas a dar conferencias sobre estudios relacionados con el tema.
- El (la) estudiante recibirá información oral, escrita y visual así como referencias científicas para su lectura y consulta.
- También tendrá que realizar proyectos para su calificación.

### **Estrategias de evaluación**

El curso se evaluará mediante los siguientes componentes:

- |                           |     |
|---------------------------|-----|
| • 4 Tareas (10% c/u)      | 40% |
| • Exposición del proyecto | 30% |
| • Proyecto final escrito  | 30% |

### **Bibliografía**

Au, D.W., and Smith, S. E. 1997. A demographic method with population density compensation for estimating productivity and yield per recruit. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 54, 415–420. doi:10.1139/CJFAS-54-2-415

Caswell, H. 2001. *Matrix population models: Construction, analysis and interpretation*, 2nd Edition. Sinauer Associates, Sunderland, Massachusetts. ISBN 0-87893-096-5.

Cortés, E. 1995. Demographic analysis of the Atlantic sharpnose shark, *Rhizoprionodon terraenovae* in the Gulf of Mexico. *Fishery Bulletin* 93, 57–66.

Cortés, E. 1998. Demographic analysis as an aid in shark stock assessment. *Fish. Res.* 39:199-208.

Cortés, E. 2002. Incorporating uncertainty into demographic modeling: application to shark populations and their conservation. *Conservation Biology* 16, 1048–1062. doi:10.1046/J.1523-1739.2002.00423.X

Krebs, C.J. 1985. *Ecology. The Experimental Analysis of Distribution and Abundance*. Academic Press 574pp

Márquez-Farías, J. F., Castillo-Géniz, J. L., Rodríguez de la Cruz, Ma. C.

1998. Demografía del cazón pech, *Sphyrna tiburo* (Linnaeus, 1758), en el sureste del Golfo de México. *Ciencias Marinas*. 24(1):13-34

Mollet, H. F., and Cailliet, G. M. 2002. Comparative population demography of elasmobranchs using life history tables, Leslie matrices and stage based matrix models. *Marine and Freshwater Research* 53, 503–516. doi:10.1071/MF01083

## **ASIGNATURA: ECONOMÍA PESQUERA**

UNIDAD ACADÉMICA: FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR.

RESPONSABLE DEL CURSO: DR. NICOLÁS CASTAÑEDA LOMAS

TEORÍA: 48 HORAS

PRÁCTICAS: 32 HORAS

CRÉDITOS: 5

### **Objetivo General**

Formar profesionistas con capacidades de trazar los principios que determinan la estructura de las pesquerías y establecer, sobre estas bases, los que gobiernan su desarrollo.

### **Objetivos Específicos**

El alumno podrá identificar las fuerzas económicas que regulan, adicionalmente a los factores biológicos y ecológicos, la dinámica de una pesquería.

### **Programa**

#### **I INTRODUCCIÓN**

Principios

Pesca y pesquerías

Características de las pesquerías

Importancia y desarrollo de las pesquerías

#### **II PRINCIPIOS DE LA PESCA**

Métodos de pesca

Unidades pesqueras

Uso de los recursos

#### **III PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DE LAS PESQUERÍAS DINÁMICAS**

Expansiones en las pesquerías

El papel de las industrias complementarias  
Problemas estructurales de las pesquerías

#### **IV PRINCIPIOS GENERALES DE DESARROLLO**

Esquema estructural  
Desarrollo y fomento  
Climas para el desarrollo  
Estrategia de desarrollo

#### **V PROBLEMAS DE DESARROLLO EN LAS PESQUERÍAS**

Factores condicionantes en el desarrollo  
Normas fundamentales de fomento  
Desarrollo de las unidades pesqueras  
Método e instrumento de fomento  
Estrategia de fomento

#### **VI BIOECONOMÍA PESQUERA**

Recursos pesqueros: características inherentes  
Modelo bioeconómico básico  
Análisis bioeconómico de pesquerías: enfoque de sistemas  
Ordenación de pesquerías  
Análisis espacial de pesquerías  
Riesgo de incertidumbre en pesquerías

#### **Estrategias aprendizaje**

Este es un curso teórico práctico que comprende tanto actividades en el aula como en laboratorio. También se realizarán dos salidas al campo para la toma de muestras.

Para ello el estudiante recibirá información verbal, escrita y visual así como entrenamiento en el campo y el laboratorio durante el desarrollo de las prácticas. También tendrá que realizar tareas y consultas en libros e internet

## **Estrategias de evaluación**

El curso se evaluará mediante dos exámenes parciales más las tareas y consultas de investigación, así como los reportes de las prácticas realizadas

## **Bibliografía**

Anderson, L. G., 1986. The economics of fisheries management. Revised and enlarged edition. The John Hopkins University Press, Baltimore.

Charles, A. T., 1989. Bio-socio-economic fishery models: labour dynamics and multi-objective management. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 46: 1313-1322.

Clark, C. W., 1985. Bioeconomic modelling of fisheries management. J. Wiley & Sons, New York.

Dasgupta, P. S. y G. M. Heal 1979. Economic theory and exhaustible resources. Cambridge University Press, Cambridge.

Hannesson, R, 1993. Bioeconomic analysis of fisheries. Fishing News Books, Blackwell, Oxford.

Hilborn, R. y C. J. Walters, 1992. Quantitative fisheries stock assessment. Choice dynamics and uncertainty. Chapman & Hall, New York.

Lawson, R. M., 1984. Economics of fisheries management. Praeger Publishers, New York.

Pérez, E. y O. Defeo, 1996. Estimación de riesgo e incertidumbre en modelos de producción captura-mortalidad. *Biol. Pesq. (Chile)*, 25: 3-15.

Schmid, A. A., 1989. Benefit-cost analysis: a political economy approach. Westview Press. Boulder.

Seijo, J. C., O Defeo y S. Salas, 1997. Bioeconomía pesquera. *FAO Documento Técnico de Pesca*, 368: 1-176.

Sugden, R. y A. Williams, 1990. The principles of practical cost-benefit analysis. Oxford, University Press, Oxford, England.

Walters, C. J., 1986. Adaptive management of renewable resources. Macmillan, New York.

Willmann, W. L. y S. M. García, 1985. A bioeconomic model for the analysis of sequential artisanal and industrial fisheries for tropical shrimp (with a case study of Suriname shrimp fisheries). *FAO Fish. Tech. Pap.*, (270): 1-49.

## **ASIGNATURA: EVALUACIÓN DE STOCKS**

UNIDAD ACADÉMICA: FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR.

RESPONSABLE DEL CURSO: DR. JORGE SAÚL RAMÍREZ PÉREZ

TEORÍA: 48 HORAS

PRÁCTICAS: 32 HORAS

CRÉDITOS: 5

### **Objetivo General**

Formar profesionistas con capacidades de formular y proponer estrategias de manejo con sustentabilidad de los recursos pesqueros explotados y con potencial de comercializar.

### **Objetivos Específicos**

1. Preparar a los alumnos de maestría para que desarrollen métodos que les permitan conocer el estado actual de los recursos pesqueros para plantear alternativas de manejo sustentable.
2. Los maestrantes podrán aplicar métodos prácticos y teóricos que le ayudarán a predecir el comportamiento a corto, mediano y largo plazos de los recursos pesqueros con la finalidad de proponer el mejor manejo sustentable.

### **Programa**

#### **I INTRODUCCIÓN**

El concepto de la Evaluación de Stock

Objetivos de manejo de una pesquería

Conceptos básicos

#### **II MODELOS Y DATOS**

Tipos de Modelos

Criterios de ajuste

Mínimos Cuadrados  
Métodos no lineales  
Máxima verosimilitud  
Bootstrap  
Método de Montecarlo  
Análisis Bayesiano

### **III CRECIMIENTO Y FECUNDIDAD**

Relación longitud-peso  
Modelo de crecimiento de von Bertalanffy  
Otros modelos talla-edad  
Modelos de marcado y recaptura  
Comparación de modelos de crecimiento  
Métodos para determinación de edad  
Variaciones en el crecimiento  
Fecundidad y madurez. Método de producción de huevos y estadística poblacional

### **IV MORTALIDAD NATURAL Y POR PESCA**

Curva de captura linealizada  
Métodos empíricos para estimar mortalidad natural  
Modelo de Jones para estimar mortalidad por pesca

### **V ESFUERZO DE PESCA**

Capturabilidad y densidad de población  
Estandarización del esfuerzo  
Modelo lineal generalizado

### **VI MODELOS DE STOCK-RECLUTAMIENTO**

Beverton y Holt  
Ricker  
Cushing

Deriso-Shnute

Shepherd

Gama

## **VII PRODUCTIVIDAD Y PRODUCCIÓN EXCEDENTE**

Estimación de densidad y biomasa poblacional

Modelo logístico en pesquerías

Modelos de biomasa dinámica en equilibrio y en desequilibrio.

## **VIII MODELOS ESTRUCTURADOS POR EDAD O TALLA**

Análisis de cohortes por edad y talla

Análisis de captura-edad

Análisis de captura-talla

Modelos por-recluta

Matriz de Leslie

## **IX ESTRATEGIAS DE MANEJO**

Puntos de referencia óptimos

Puntos de referencia límite

Principio precautorio

Pesca responsable

Co-manejo

### **Estrategias aprendizaje**

Comprende tanto actividades en el aula como en laboratorio. También se realizarán salidas al campo para la toma de muestras y su revisión en el laboratorio.

Para ello el estudiante recibirá información verbal, escrita y visual así como entrenamiento en el campo y el laboratorio durante el desarrollo de las prácticas. También tendrá que realizar tareas y consultas en libros e internet

### **Estrategias de evaluación**

El curso se evaluará mediante tres exámenes parciales más las tareas y consultas de investigación, así como los reportes de las prácticas realizadas

### **Bibliografía**

Hilborn, R. y M. Mangel, 1997. *The Ecological Detective*. Princeton, New Jersey. 315 p.

Quinn, T. J. y R. B. Deriso, 1999. *Quantitative Fish Dynamics*. Oxford University Press, New York. 542 p.

Haddon, M., 2001. *Modelling and Quantitative Methods in Fisheries*. Chapman & Hall/CRC Boca Ratón, London, New York, Washington D.C. 406 p.

Hilborn, R. y C. J. Walters, 2001. *Quantitative Fisheries Stock Assessment*. Kluwer Academic Publishers Boston/Dordrecht/London. 570 p.

Cadrin, S. X., K.D. Friedland y J. R. Waldman, 2005. *Stock Identification Methods*. Elsevier Academic Press. 719 p.

Morales-Nin, B., 1992. Determinación del crecimiento de peces óseos en base a la microestructura de los otolitos. *Doc. Tec. de Pesca* 322. FAO. 58 p.

## **ASIGNATURA: ECOLOGÍA ACUÁTICA**

UNIDAD ACADÉMICA: FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR.

RESPONSABLE DEL CURSO: DR. LUIS ANTONIO SALCIDO GUEVARA y  
DR. PABLO PIÑA VALDEZ

TEORÍA: 60 HORAS.

PRÁCTICA: 20 HORAS.

CRÉDITOS: 5

### **Objetivo General**

Brindar al estudiante la posibilidad de analizar problemas fundamentales de la ecología en sistemas acuáticos como son los factores ecológicos que definen el funcionamiento y estructura de las comunidades y sus ecosistemas en un espacio y tiempo determinado, los procesos que los unifican, las estrategias de estudio y las tendencias a futuro.

### **Programa**

#### **I. EL AMBIENTE ACUÁTICO Y SUS HABITANTES.**

- 1.1. Introducción a la ecología acuática.
- 1.2. El agua como ambiente.
- 1.3. Ambientes acuáticos.
- 1.4. Comunidades acuáticas.
- 1.5. Interacciones.
- 1.6. Especiación y biogeografía.

#### **II.-ECOSISTEMAS ACUÁTICOS: ESTRUCTURA Y FUNCIÓN.**

- 2.1 Generalidades.

2.2 Ecosistemas interiores.

2.3 Ecosistemas costeros.

2.4 Ecosistemas oceánicos.

### III. MÉTODOS DE ESTUDIO EN LOS ECOSISTEMAS ACUÁTICOS.

3.1 Métodos en ecología acuática.

3.2. Paleoecología.

3.3. Impacto antropogénico sobre los ecosistemas acuáticos.

3.4. Modelación de ecosistemas acuáticos.

#### **Estrategias de aprendizaje**

Exposición del maestro y de los alumnos, Discusión grupal del tema. Lectura y discusión de artículos. Investigación bibliográfica. Prácticas de laboratorio.

#### **Estrategias de evaluación**

El curso se evaluará mediante tres exámenes teóricos. Para aprobar el curso, el alumno deberá tener calificación aprobatoria en todos los exámenes, así como haber entregado reportes de prácticas.

#### **Bibliografía**

Alongi, D.M. 1998. Coastal ecosystem processes. CRC Press. Boca Raton, Fla, USA. 419 pp.

Baker, J.M. y Wolff, W.J. 1987. Biological surveys of estuaries and coasts. Cambridge University Press. Londres, G.B. 449 pp.

Caddy, J..F. 1989. Marine invertebrate fisheries. Their assessment and management. John Wiley & Sons. New York, USA. 752 pp.

Christensen, V. & D. Pauly. 1992. ECOPATH II – a software for balancing steady-state ecosystem models and calculating network characteristics. Ecol.

Model, 61:169-185.

Christensen, V. & D. Pauly. 1993. Trophic models of aquatic ecosystems. ICLARM Conf. Proc. 26, Philipines, 390 p.

Christensen, V. 1995. Ecosystem maturity - towards quantification. Ecol. Model., 77, 3-32.

Christensen, V. & D. Pauly. 1995. Fish production, catches and the carrying capacity of the world oceans. NAGA ICLARM Q. 18(3):34-40.

Elseth, G.D. y Baumgardner, K.D. 1981. Population Biology. D. Van Nostrand Company. New York, USA. 623 pp.

Ford, R.F. y Hazen, W.E. 1972. Readings in aquatic ecology. W.B. Saunders Company. Philadelphia, Pa, USA. 397 pp.

Krebs, C.J. 1978. Ecology. The experimental analysis of distribution and abundance. segunda edición. Harper & Row Publishers. New York, USA. 678 pp.

Margalef, R. 2005. Ecología. Décima reimpresión. Omega. Barcelona, Esp. 951 pp.

Odum E.P. y G.W. Barret. 2006. Fundamentos de ecología. 5ta edición. International Thompson Editores. México, 598 p.

Russell-Hunte, W.D. 1970. Productividad acuática. Editorial Acribia. Zaragoza, Esp. 273 pp.

Tait, R.V. 1970. Elementos de ecología marina. Editorial Acribia. Zaragoza, Esp. 320 pp.

Vallentyne, J.R. 1978. Introducción a la limnología. Los lagos y el hombre. Omega. Barcelona, Esp. 169 pp.

Wotton, R.S. 1994. The biology of particles in aquatic systems. Segunda edición. CRC Press. Boca Raton, Fla, USA. 325 pp.

Software para modelar ecosistemas acuáticos: <http://ecopath.org/>

Repositorio de modelos de ecosistemas acuáticos: <http://sirs.agrocampus-ouest.fr/EcoBase/>

## **ASIGNATURA: ECOLOGÍA Y RESTAURACIÓN DE MANGLARES**

UNIDAD ACADÉMICA: FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR.

RESPONSABLE DEL CURSO: DR. FRANCISCO FLORES CARDENAS y DR. FRANCISCO FLORES VERDUGO

TEORÍA: 48

PRÁCTICAS: 32

CRÉDITOS: 5

### **Objetivo General**

El curso pretende dar al estudiante los conceptos básicos para el conocimiento del funcionamiento, servicios y atributos de los ecosistemas de manglar y sus interacciones con otros ecosistemas y, en particular su relación con la acuacultura y las pesquerías. Evaluar el efecto de las actividades antropogénicas sobre los ecosistemas de manglar y las estrategias para el mitigamiento de dichas actividades. Hacer del conocimiento del estudiante las diferentes metodologías para la evaluación de la productividad y estructura forestal del bosque de manglar. Asimismo, enseñarle las diferentes estrategias para la restauración de los ecosistemas de manglar y su justificación ecológica, económica y social.

### **Programa**

#### **Unidad 1. La zona costera y los manglares**

1.1. Importancia de la zona costera, los ecosistemas lagunares-estuarinos y los manglares

1.2. Comparación de la productividad primaria de diferentes ambientes marinos y terrestres

Lagunas costeras y estuarios

1.3. Algunas definiciones. Génesis y evolución de las lagunas costeras. Hidrodinámica y evolución. Sistema estuarino y anti-estuarino

1.4. Definición de manglar como individuo y como ecosistema

- 1.5. Biogeografía
- 1.6. Distribución de las especies

## **Unidad II. Usos, Funciones, Servicios y su deterioro**

- 2.1. Usos de los manglares
- 2.2. Características funcionales de los manglares
- 2.3. Servicios de los ecosistemas de manglar y lagunares- estuarinos.
- 2.4. El manglar como apoyo a las Pesquerías
- 2.5. El manglar como apoyo a la acuicultura
- 2.6. Factores que contribuyen al deterioro de los manglares

## **Unidad III. Ecología del manglar**

- 3.1. Factores ambientales que controlan su distribución
- 3.2. Mecanismos que controlan su supervivencia
- 3.3. Adaptaciones anatómicas y fisiológicas
- 3.4. Reproducción
- 3.5. Zonación y Sucesión
- 3.6. Productividad primaria
- 3.7. Cadena trófica en el manglar
- 3.8. Los ciclos biogeoquímicos del N, P y S en manglares

## **Unidad IV. Manejo y Restauración del manglar**

- V.1. Estructura forestal y tipos fisonómicos del manglar
- V.2. Uso del bosque de manglar
- V.3. Microtopografía e hidroperiodo
- V.4. Rehabilitación del ecosistema del manglar a través de la Hidrodinámica
- V.5. Rehabilitación del ecosistema del manglar a través de la reforestación
- V.6. Protocolo de restauración de manglares

## **Estratégicas de aprendizaje**

En este curso se harán exposiciones verbales por el profesor, así como presentación de seminarios por los alumnos, una vez se hayan propiciado las

discusiones de lecturas de textos especializados en el programa, con la inclusión de las reflexiones individuales o colectivas en la elaboración de resúmenes, cuadros comparativos y otros reportes de lectura. En este sentido, resultarán cruciales las capacidades que demuestren los alumnos para mantener los ritmos de trabajo bien definidos en tiempo, actividades y tareas, así como para expresar sus aportaciones por escrito con claridad, articulación, riqueza conceptual y síntesis.

### **Estrategias de evaluación**

La evaluación será formativa y continua, basada en la participación del maestrante en las actividades a lo largo del curso: 1) Participación individual 15%; 2) Participación en equipo 15%, 3) Exámenes parciales 40% y 4) Proyecto de investigación 30%.

### **Bibliografía**

- Benitez-Pardo, D. 2007. Forestación artificial con mangles en isletas de dragados en una región semiárida de México. Tesis Doctoral. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas-IPN. 103 p.
- Clinton J. Dawes, Botánica Marina, Edit. LIMUSA.
- Cronquist A. 1981. **Introducción a la Botánica**. Editorial Continental S. A. México.
- Gurevich, J., S., M. Scheiner y G. A. Fox. 2002. **The ecology of plants**. Sinauer Associates Inc. Publishers. 2da. edición. Sunderland, Massachusetts.
- Lincoln, T. y E. Zeiger. 2002. **Plants physiology**. Sinauer Associates Inc. Publishers. 2da. edición. Sunderland, Massachusetts.
- Lot A., Novelo A., Olvera G. M y Ramírez-García P. **Catálogo de angiospermas acuáticas de México**. 1999.
- Lot-Helgueras, A. Estudio sobre fanerógamas marinas en las cercanías de Veracruz, Ver. UNAM, 1968.
- Mann, K. H. 2002. **Ecology of coastal waters**. Blackwell Science Inc. 2da. Edición U.S. A.
- SEMARNAT, DUMAC, RAMSAR, NAWCC, SWS, PRONATURA 2001. Manual

- para el manejo y conservación de los humedales de México. (Eds.) Francisco Abarca y M. Herzig. Segunda Edición.
- Margalef, R. 1994. **Ecología**. Editorial Omega, Barcelona, España.
- Mitsch, W. J. & J. G. Gosselink. 2000. Wetlands. 335-373. Mangrove Swamps third Edition. 920 p.
- Tomlinson P. B. 1994. **The Botany of mangroves**. Harvard University Press, Cambridge, Massachuttes. 419 pp.
- Ricker-Douglas C. 1998. **Botánica económica en Bosques Tropicales**.
- Ruiz O. M., D. Nieto y R. J. Larios. **Botánica**. Editorial E. C. A. L. S. A. México 1971
- Saenger, P. 2002. Mangrove ecology, silvicultura and conservation. Ed. Meter Saenger. Suther Cross University. Lismore, Australia. 359 p.
- Heinrich, Breck Walter . 2002. Walters vegetation of the earth : the ecological systems of the geo-biosphere

## **ASIGNATURA: OCEANOGRAFÍA COSTERA**

RESPONSABLE DEL CURSO: DR. DAVID SERRANO HERNÁNDEZ

UNIDAD ACADÉMICA: FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR.

TEORÍA: 53

PRÁCTICAS: 27

CRÉDITOS: 5

### **Objetivo General**

El objetivo de este curso es introducir al alumno en tópicos básicos de la oceanografía y en particular de la oceanografía costera. Con el propósito de que cuente con el conocimiento de los fenómenos oceanográficos que se presentan y afectan a la costa, brindándole un panorama amplio de la oceanografía costera para la toma de decisiones en tópicos de acuicultura y pesquerías.

### **Objetivos Específicos**

- Caracterizar y delimitar físicamente la zona costera, enfatizar su importancia pesquera y acuícola. Identificar y discutir los fenómenos oceanográficos y meteorológicos que atañen la zona costera.
- Establecer las causas principales de los patrones de circulación de la atmósfera y el océano, enfatizando la redistribución de calor en diferentes latitudes y mostrar como la circulación atmosférica transporta calor de bajas latitudes a altas latitudes. Enfatizar que la atmósfera y el océano interactúan continuamente formando un solo sistema.
- Conocer la variación espacio temporal del campo de temperatura en el plano horizontal y vertical. Identificar y conocer la variación temporal de la termoclina estacional en la región.
- Caracterizar las diferentes masas de agua oceánica y regional sobre la base de diagramas T-S.
- Distinguir y caracterizar los diferentes tipos de fuerzas que actúan en el

océano y en particular sobre una masa de agua. Sobre la base de las ecuaciones de momentum identificar los diferentes modelos de corrientes que se presentan en el océano y en la zona costera. Enfatizar la importancia de las surgencias así como entender los mecanismos dinámicos de su generación.

- Identificar como mecanismo de generación de las mareas la atracción gravitacional. Asimetría diurna de la marea. Precisar la contribución de los principales armónicos en la marea. Enfatizar la importancia de la marea como co-oscilación en mares marginales y cuencas semi-cerradas. Interpretación de las elipses de marea producidas por el movimiento de vaivén.
- Identificar al viento como mecanismo de generación de oleaje. Efecto del oleaje en la horizontal y en la vertical. Caracterizar el oleaje de acuerdo a su estadística ( $h \approx 1/3$ ). Conocer los efectos del oleaje en la zona costera: transporte litoral, modificación de perfiles de playa en un ciclo estacional.
- Enfatizar la importancia de los esteros y lagunas costeras como cuencas ecológicas y de crianza de diversos organismos de interés comercial. Identificar los diferentes tipos de circulación que se presentan en los esteros. Identificar a la co-oscilación de la marea como mecanismo hidrodinámico en los esteros y lagunas costeras. Determinar el tiempo de residencia y tiempo de dilución de contaminantes en diferentes zonas de las lagunas costeras y esteros.
- Identificación de un frente marino. Enfatizar la importancia de frentes oceánicos como concentradores de organismos y cambio de propiedades hidrológicas. Surgencias y remolinos de agua cálida como frentes y concentradores de la producción primaria.

## **Programa**

### **1 Introducción**

#### 1.1 Objetivos

#### 1.2 Características de la zona costera y su importancia

### 1.3 Procesos físicos en la zona costera

## **2 Interacción Océano-Atmósfera**

2.1 Meteorología costera (escala sinóptica, escala local, sistema de brisas)

2.2 Variables meteorológicas (temperatura, humedad relativa, presión atmosférica, viento, precipitación).

2.3 Propiedades físico-químicas del agua de mar

2.4 Flujos de calor en la interfase océano-atmósfera.

2.4.1 Calor sensible

2.4.2 Calor latente

2.5 Balance de calor

2.6 Variación espacio temporal de temperatura en la superficie del mar

2.6.1 Series de tiempo de temperatura

2.6.2 Variaciones de alta y baja frecuencia

## **3 Distribución de propiedades**

3.1 Distribución en el plano horizontal y en la vertical de temperatura y salinidad

3.2 Capa de mezcla

3.3 Termoclina estacional y permanente

3.4 Densidad. Estabilidad de la columna de agua

3.5 Diagramas T-S

3.6 Masas de agua

## **4 Dinámica y Cinemática en el Océano-Atmósfera**

4.1 Gradiente térmico como fuerza primaria que origina el movimiento en la atmósfera y en el océano

4.2 Tipos de fuerzas. Fuerzas de cuerpo y frontera

4.2 Corrientes inerciales

4.3 Corrientes geostróficas

4.4 Vientos y corrientes oceánicas

4.5 Transporte de Ekman

#### 4.6 Surgencias costeras

### **5 Mareas**

#### 5.1 Fuerzas que generan la marea

#### 5.2 Desigualdad diurna

#### 5.3 Armónicos de marea (periodicidad en las oscilaciones)

#### 5.4 Marea en cuencas semi-cerradas (lagunas costeras, esteros, bahías)

#### 5.5 Corrientes de marea, marea residual

### **6 Oleaje**

#### 6.1 Generación del oleaje y su relación con el viento

#### 6.2 Dinámica del oleaje

#### 6.3 Estadística del oleaje

#### 6.4 Oleaje en aguas someras y procesos costeros

### **7 Esteros y Lagunas Costeras**

#### 7.1 Clasificación de esteros

#### 7.2 Dinámica estuarina

#### 7.3 Tipos de circulación estuarina

#### 7.4 Tiempo de residencia, mezcla

#### 7.5 Dispersión de contaminantes en lagunas costeras y esteros

### **8 Frentes**

#### 8.1 Clasificación de frentes

#### 8.2 Corrientes producidas por un gradiente de densidad

#### 8.3 Frentes de surgencias y frentes de marea

#### 8.4 Frentes térmicos de interés regional

### **Estrategias de aprendizaje**

Las clases se realizarán en forma de exposición oral por parte del profesor, auxiliado del pizarrón y ocasionalmente de un cañón de proyección. En algunos tópicos se realizarán experimentos en el salón de clases empleando

algunas peceras y generadores de viento (secadora de cabello).

Se contará con termógrafos y sensores de presión para realizar mediciones de las variaciones temporales y espaciales del campo de temperatura, así como de las variaciones del nivel del mar (marea) y oleaje. La instalación de estos equipos las realizarán los alumnos, así como el análisis y el procesamiento de los datos generados. Las mediciones se realizarán en la bahía, frente a las instalaciones de la Facultad de Ciencias del Mar. Algunas de las prácticas se realizarán en el centro de cómputo, empleando subrutinas de MATLAB y un modelo hidrodinámico.

### **Estrategias de evaluación**

Se realizarán 4 exámenes parciales a lo largo del semestre; con un peso del 50% de la calificación total. 30% de la calificación lo comprenderá un trabajo de investigación el cual será entregado de forma escrita. El 20% restante de la calificación lo comprenderá una exposición oral desarrollando un tópico relacionado con su tema de tesis.

### **Bibliografía**

Colling A. 2001 Ocean Circulation. The open University, 286 pp.

Cushman-Roisin, Introduction of Geophysical Fluid Dynamics, 1994. 320 p.

Gill, A., 1982. Atmosphere-Ocean dynamics. Academic Press, Inc. 662 p.

Pickard, G. L., W. J. Emery, 1990: Descriptive Physical Oceanography -An introduction-, 5th ed. Pergamon Press.

Pruudman, J. 1953. Dynamical oceanography. Dover Publications Inc. New York. 409 pp.

Tomczak, M. 2002. An introduction to physical oceanography. CD version 4.1.

## **ASIGNATURA: ECOLOGÍA DEL RECLUTAMIENTO**

UNIDAD ACADÉMICA: FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR.

RESPONSABLE DEL CURSO: DR. EMIGDIO MARÍN ENRIQUEZ y DR. EUGENIO ALBERTO ARAGÓN NORIEGA

TEORÍA: 40

PRÁCTICAS: 40

CRÉDITOS: 5

### **Objetivo General**

Introducir al estudiante a la teoría y modelos sobre reclutamiento de especies explotadas comercialmente. Proporcionar al estudiante los principios básicos de muestreo de fases larvales y juveniles así como del análisis e interpretación de resultados

### **Programa**

UNIDAD I Conceptos generales de reclutamiento

Reclutamiento a la zona, al arte de pesca y al stock

Primeros estadios en el ciclo de vida de especies marinas

Principios ecológicos asociados al reclutamiento

UNIDAD II Aspectos físicos que influyen sobre el reclutamiento

Advección

Corrientes de marea, inducidas por el viento y geostróficas

Dispersión

Frentes y remolinos

UNIDAD III Reclutamiento en especies explotadas

Reclutamiento en crustáceos

Reclutamiento en peces

Reclutamiento en moluscos

UNIDAD I Laboratorio.

Trabajo de campo y de laboratorio: Diseño de muestreo, estudio estructural del sistema

UNIDAD II Laboratorio.

Análisis de datos: transformación y estandarización de datos, modelos.

### **Estrategias de aprendizaje**

Consulta de libros, de artículos científicos de actualidad, consultas y acceso a recursos en Internet. Uso de equipo de cómputo y software especializado. Uso del área del laboratorio especializado en pesquerías para el desarrollo de prácticas.

### **Estrategias de evaluación**

La evaluación se sustentará en la participación del estudiante en las diferentes actividades requeridas para completar el curso. Habrá 2 exámenes parciales. Cada estudiante entregará un trabajo final relacionado con un caso de estudio de reclutamiento. Los reportes de laboratorio consistirán en entregas por escrito de cada práctica realizada.

Exámenes: 60%

Reportes de prácticas: 20 %

Reporte de un estudio de caso: 20%

### **Bibliografía**

García, S. y L. Le Reste 1981. Life cycles, dynamics, exploitation and management of coastal penaeid shrimp stocks. FAO Fish. Tech. Pap., (203): 215 p.

Garcia S.M. 1996. Stock-Recruitment Relationships and Precautary Approach to Management of Tropical Shrimp Fisheries. Mar Freshwater Res. 47: 43-58

Hilborn, R. and C. J. Walters. Quantitative fisheries stock assessment, choice, dynamics & uncertainty. Chapman and Hall: New York; 1992.

Hilborn, R. and M. Mangel. 1997. The Ecological Detective. Confronting Models with Data. Princeton University Press, Princeton. 315 pp.

Ricker, W. E. 1975. Computation and Interpretation of Biological Statistics of Fish Populations, Bull. Fish. Res. Board Can. 191:382 p.

Sparre P. S.C. Venema. 1995. Introducción a la evaluación de recursos pesqueros tropicales. Parte 1. Manual. FAO Documento Técnico de Pesca no. 306.1Rev., 440 pp.

Watson, R. A., C. T. Turnbull y K. J. Derbyshire 1996. Identifying tropical Penaeid recruitment patterns. Mar. Freshwater res. 47:77-85.

Referencias selectas cuya publicación sea menor a un año para el trimestre en que se imparta el curso.

## **ASIGNATURA: INTRODUCCIÓN A LA MORFOMETRÍA.**

UNIDAD ACADÉMICA: FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR.

RESPONSABLE DEL CURSO: DR. JORGE SAÚL RAMÍREZ PÉREZ

TEORÍA: 64

PRÁCTICAS: 64

CRÉDITOS: 8

### **Objetivo General**

El alumno comprenderá la importancia de la morfometría como una herramienta útil en su campo de competencia y aplicara las diferentes técnicas morfométricas usando debidamente la recolección, procesamiento de imágenes y las diferentes técnicas de estadística multivariada que permiten la discriminación de especies, grupos y/o poblaciones, información necesaria para hacer recomendaciones pertinentes con respecto a los procesos evolutivos por los que atraviesan las especies y sobre el manejo pesquero.

### **Objetivos Específicos**

- Introducir al alumno a los aspectos básicos de la aplicación de la morfometría tradicional, de contorno y geométrica.
- El alumno caracterizará los diferentes tipos de variables que se utilizan en las técnicas morfométricas.
- El alumno aprenderá las diferentes formas y cuidados que deben de considerarse al momento de recolectar las muestras para análisis morfométricos y comprenderá la aplicación de la estadística multivariada en la interpretación de los resultados a los distintos niveles de resolución.

### **Programa**

- I. Morfometría tradicional
  - 1.1. Generalidades de la morfometría

1.2. Principios de la morfometría tradicional (Historia, conceptos y primeros métodos morfométricos)

1.3. Análisis Morfológicos-Marcas Naturales.

1.4. Morfometría y Estadística multivariada.

1.5. Aplicaciones

\*Recolección de datos (imágenes, especificaciones generales en cuanto a las muestras).

\*Discriminación de especies, sexos y stocks mediante:

-Análisis Discriminante Multivariado (ADM).

-Análisis de Componentes Principales (ACP).

II. Morfometría de Contorno

2.1. Generalidades de la morfometría de contorno.

2.2. Importancia, origen e historia.

2.3. Requerimientos de la morfometría de contorno

2.4. Aplicaciones con herramientas cuantitativas

III. Morfometría Geométrica

3.1. Generalidades de la morfometría geométrica.

3.2. Datos básicos de forma

-Homología

-Teoría de la forma.

3.3. Adquisición y procesamiento de imágenes.

3.4. Métodos de superposición.

3.5. Gradillas de deformación (thin plate spline). Visualizando la forma

3.6. Analizando las variables de forma

-Métodos de ordenación

Análisis de Componentes Principales (ACP)

Análisis de Variables Canónicas (AVC)

-Pruebas de significación estadística.

3.7. Aplicaciones con Integrated Morphometrics Programs (IMP) versión beta en MATLAB.

IV. Técnicas morfométricas y aplicabilidad.

4.1. Diferencias en las técnicas morfométricas.

2.2. Aplicaciones con Integrated Morphometrics Programs (IMP) versión beta en MATLAB.

### **Estrategias de aprendizaje**

La teoría se impartirá en las aulas para docencia dentro del horario que establezca la FACIMAR a lo largo de la semana mediante exposición del maestro utilizando medios audiovisuales. En clase se discutirán publicaciones respectivas a las diferentes técnicas y aplicaciones morfométricas, y posteriormente se realizarán aplicaciones a casos de estudio con datos reales utilizando los diferentes software disponibles y explicados por el profesor del curso.

### **Estrategias de evaluación**

Se realizarán 4 reportes escritos con aplicaciones y discusiones (50%).

Participación en clase (20%).

Exposiciones orales (20%).

Investigación bibliográfica (10%).

### **Bibliografía**

Adams, D.C., F. J. Rohlf y D. E. Slice. 2004. Geometric morphometrics: ten years of progress following the 'revolution'. Ital. J. Zool. 71: 5-16.

Cadrin, S. X. 1999. The utility of image processing techniques for morphometric analysis and stock identification. *Fisheries Research*. 43: 129-139.

Cadrin, S. X. 2000. Advances in morphometric identification of fishery stocks. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*. 10: 91-112.

Cadrin, S. X., K. D. Friedland y J. R. Waldman. 2005. Stock identification methods-An Overview. En *Stock Identification Methods. Applications in Fishery Science*. Elsevier Inc. Pp. 3-6 pp.

Cadrin, S. X y K. Friedland. Morphometric outlines. 2005. En *Stock identification methods-An Overview*. En *Stock Identification Methods. Applications in Fishery Science*. Elsevier Inc. 173-183.

Dryden, I. L. y K. V. Mardia. 1998. *Statistical Shape Analysis*. John Wiley & Sons. 336 p.

Friedland, K. D. 1996. Analysis of calcified structures- Fourier shape analysis. *ICES C.M. M-1*. 17-20.

MacLeod, N. y P. L. Forey. 2002. *Morphology, Shape and Phylogeny*. Taylor & Francis Inc. 308 p.

Monteiro, L. R., A. P. M. Di Benedetto., L. H. Guillermo y L. A. Rivera. 2005. Allometric changes and shape differentiation of sagitta otoliths in sciaenid fishes. *Fisheries Research*. 74: 288-299.

Rohlf, F.J. y F. L. Bookstein. 1990. *Proceedings of the Michigan Morphometrics Workshop*. The University of Michigan Museum of Zoology. 380 p.

Rohlf, F. J. y D. Slice. 1990. Extensions of the procrustes method for the optimal superimposition of landmarks. *Syst. Zool.* 39 (1), 40-59.

Rohlf, F. J. y L. Marcus. 1993. A revolution in morphometrics. *Trends Ecol. Evol.* 8: 129-132.

Rohlf, F. J. 1998. On applications of geometric morphometrics to studies of ontogeny and phylogeny. *Syst. Biol.* 47: 147-158.

Valenzuela, N., D. C. Adams., R. M. Bowden y A. G. Gauger. 2004. Geometric morphometric sex estimation for hatching turtles: A powerful alternative for detecting subtle sexual shape dimorphism. *Copeia*. 4: 735-742.

Zelditch, M. L., D. L. Swiderski., H. D. Sheets y W. L. Fink. 2004. *Geometric Morphometrics for Biologists*. Elsevier Academic Press: London. 443 p.

## **ASIGNATURA: TÓPICOS SELECTOS EN MANEJO DE RECURSOS PESQUEROS**

UNIDAD ACADÉMICA: FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR

RESPONSABLE DEL CURSO: DR. JORGE SAÚL RAMÍREZ PÉREZ

TEORÍA: 62

PRÁCTICA: 18

CRÉDITOS: 5

### **Objetivo General**

Compartir conceptos articulados y desarrollar capacidades y conocimientos que permitan al estudiante comprender el universo de aspectos que el manejo de los recursos pesqueros implican. Que le permitan entender las políticas, la toma de decisiones, la asignación de derechos y de propiedad de los recursos pesqueros, las formas y opciones de manejo, así como analizar a los actores en relación con los recursos para garantizar su utilización sostenible y su diversidad.

### **Objetivos Específicos**

- Comprender el funcionamiento de una Pesquería, Sistema pesquero y Sector pesquero identificando los componentes, su función y sus interrelaciones.
- El alumno comprenderá las características de los Recursos pesqueros de Uso Común y el manejo que en nuestro país se hace de éstos.
- Diferenciar a los RUC de los bienes públicos y privados.
- Analizar estas características.
- Comprender el manejo pesquero en nuestro país, sus instrumentos y las formas que existen.
- Identificación, análisis y comprensión de los diferentes objetivos y alternativas del manejo de recursos pesqueros.
- Realizar análisis de los actores en relación con los recursos pesqueros, identificar conflictos y fuentes de incertidumbre, así como las claves del

éxito de la acción colectiva en la pesca.

## **Programa**

### **UNIDAD I. EL SISTEMA PESQUERO**

1. Conceptos
  - 1.1 Pesquería, Sistema pesquero y Sector pesquero.
  - 1.2 Estructura,
  - 1.3 Componentes y funcionamiento.
2. Los componentes del sistema pesquero.
  - 2.1 Componente institucional.
    - 2.1.1 Instrumentos jurídicos regionales e internacionales.
    - 2.1.2 ordenación de las pesquerías
    - 2.1.3 La planificación del desarrollo pesquero.
  - 2.2 Componentes ambientales y biológicos.
  - 2.3 Componentes Tecnológicos.
  - 2.4 Componentes económicos y sociales.
3. Análisis económico Sectorial.
  - 3.1 Instrumentos de gestión micro y macroeconómicos.
  - 3.2 Parámetros e indicadores.
  - 3.3 Imposiciones y subvenciones.

### **UNIDAD 2. RECURSOS DE USO COMÚN Y SU MANEJO EN MÉXICO**

- 2.1 Bienes Públicos, bienes privados y recursos de uso común
  - 2.1.1 Rivalidad, exclusión y sustractibilidad
- 2.2 El manejo pesquero en México y las formas de manejo
  - 2.2.1 Instituciones responsables del manejo pesquero, CONAPESCA, INP, Red nacional de investigación sobre la pesca, Instituciones de Investigación, Comités estatales de Pesca y acuacultura, Comité Estatal de sanidad acuícola, Comités Sistema Producto.
  - 2.2.2 Instrumentos de manejo: Carta nacional pesquera, Planes de manejo, NOM-PESCA.
- 2.3 Formas de manejo
  - 2.3.1 Manejo gubernamental
  - 2.3.2 Manejo comunitario
  - 2.3.3 Co-manejo

### **UNIDAD 3. OBJETIVOS Y ALTERNATIVAS DEL MANEJO DE RECURSOS PESQUEROS**

- 3.1 Objetivos
  - 3.1.1. Económicos: Maximización del beneficio económico, Valoración económica, Incremento del ingreso per cápita, Generación de divisas.
  - 3.1.2 Biológicos: Protección de poblaciones, Recuperación de recursos.
    - 3.1.2.1 Puntos de referencia biológicos
  - 3.1.3 Sociales: Generación de empleos, Distribución equitativa del ingreso
  - 3.1.4 Ecológicos: Protección de hábitats, Preservación de diversidad
  - 3.1.5 Políticos

Soberanía en la ZEE, Acuerdos internacionales

3.2. Alternativas de Manejo: Cuotas, AMP's, Control de esfuerzo, Control de artes y métodos de pesca, Vedas.

3.3 Análisis de Alternativas de manejo por objetivo o por diversos objetivos

3.3.1 Reglas de decisión

3.3.2. Análisis multi criterio

3.3.2.1 Utilización del software Prime Decisions

#### UNIDAD 4. ANÁLISIS DE ACTORES Y CASOS MANEJO DE PESQUERÍAS EN MÉXICO.

4.1 Análisis de actores y tipología del pescador.

4.2. Casos de manejo de pesquerías

4.2.1. Langosta

4.2.2. Jaiba

4.2.3. Calamar

4.2.4. Tilapia

#### **Estrategias de aprendizaje**

- Estrategias de pensamiento crítico.
- Estrategias de clarificación básica como Plantear y responder preguntas de clarificación.
- Identificar elementos del sistema.
- Deducir las funciones de cada elemento.
- Establecer relaciones entre los componentes
- Elaboración de un Glosario de términos relacionados con el tema.
- Elaboración de mapas conceptuales.
- Redes semánticas y Cuadros sinópticos.
- Investigación bibliográfica individual
- Trabajo colaborativo.
- Discusiones en grupo. Exposición del profesor.
- Exposición de alumnos.
- Estudios de caso.
- Investigación bibliográfica individual.
- Trabajo colaborativo.
- Discusiones en grupo. Exposición del profesor.
- Exposición de alumnos.
- Estudios de caso.

- Elaboración de juicios de valor.
- Aprendizaje Basado en Problemas.
- Prever consecuencias o implicaciones de situaciones y decisiones.
- Considerar alternativas de explicación.
- Identificar y valorar las pretensiones de los diferentes actores.
- Identificación de conflictos.

### **Estrategias de evaluación**

Se aplicarán cuatro exámenes escrito-oral, se realizará una actividad grupal para la elaboración de un glosario, con tareas, participaciones en clase, análisis y exposición de estudio de caso, y evaluación de la asistencia.

### **Bibliografía**

Agenda 21. 1992. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente y el Desarrollo.

C. Lasta, C. Ruarte y C. Carozza. 1999. Ordenamiento pesquero en el ecosistema costero Bonaerense. Informe Técnico Interno de INIDEP N° 25.

C. Lasta, C. Ruarte y C. Carozza. Flota Costera Argentina: Situación Actual y Antecedentes. En: Evolución de la flota pesquera argentina, artes de pesca y dispositivos selectivos Bertolotti, M. & Verazay, G. Eds. En prensa INIDEP.

CEPAL. 2000. Procedimientos de gestión para el desarrollo sustentable. Serie Manuales. Agosto de 2000. N° 10. Comisión Económica para América Latina y El Caribe. 376 pp.

Comisión mundial del medio ambiente y del desarrollo. 1988. Un futuro amenazado. En: Nuestro futuro común. Cap. 1 y 2, Alianza Ed., España 62-92 pp. y 111-119 pp.

FAO. 1999. La Ordenación Pesquera. Orientaciones Técnicas para la Pesca Responsable. No. 4. Roma, FAO. 81p.

FAO. 2000. Código de Pesca Responsable de la FAO. Organización de las Naciones Unidas para la Pesca y la Alimentación.

FAO. 2001. Qué es el Código de conducta para la pesca responsable?. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.

Roma, Italia. 10 pag.

FAO. 2003. La ordenación pesquera. 2. El enfoque de ecosistemas en la pesca. FAO Orientaciones Técnicas para la Pesca Responsable. No. 4, Supl. 2. Departamento de Pesca. Roma, FAO. 133p.

FAO. 2003. La Pesca Continental. ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN. Roma, ISBN 92-5-304912-. 17 pag.

Flores-Villela, O. y Gerez, P. 1988. Conservación en México. Síntesis sobre vertebrados terrestres. Vegetación y uso del suelo. INIREB. Conservación internacional. México.

Guimarães, Roberto P. 2001. Fundamentos territoriales y biorregionales de la planificación. Serie medio ambiente y desarrollo. No. 36. CEPAL. División de Medio Ambiente y Asentamientos Humanos. Santiago de Chile, julio de 2001. 83 pag. URL:<http://www.eclac.cl>

Gligo, N. ----. Las cuentas del patrimonio natural como instrumento de un desarrollo ambientalmente sustentable en América Latina y el Caribe. En: Cepal, Inventarios y cuentas del patrimonio natural en América Latina y el Caribe.

Gligo, N. 1990. Los factores críticos de la sustentabilidad ambiental del desarrollo agrícola. Comercio Exterior. 40(12):1135-1142, México.

I. Elías y Raúl Pereiro. 1999. Informe del 1er Encuentro de pescadores artesanales de Chubut. Puerto Madryn, 24 y 25 de Setiembre de 1999.

Leff, e. y J. Carabias. 1993. Cultura y manejo sustentable de Recursos Naturales. Vol. I y II CCIH y Miguel Angel Porrua.

Morello, J. 1986. Conceptos para un manejo integrado de los recursos naturales. En: E. Leff (coord) Los problemas del conocimiento y la perspectiva ambiental del desarrollo. Siglo XXI México 337-362 pp.

Otero, M.; Estefanell, G. Conservación de los recursos naturales, medio ambiente y comercio internacional. Una visión desde América Latina y el Caribe. IICA, serie doc. de programas nº 31.

Roberto Moreno (2010) Aspectos económicos de la regulación pesquera.

SEMARNAT. 2005. Informe de la situación del medio ambiente en México.

Compendio de estadísticas ambientales. Dirección General de Estadística e Información Ambiental. SEMARNAT. México. 380 pag.

Surís Regueiro Juan Carlos, Manuel M. Varela Lafuente (1997). Pesca y Economía: Una visión general. Economía Agraria, n.º 179 (Enero-Abril 1997) (pp. 41-88).

Toledo, V., J. Carabias, C. Toledo y A. González-Pacheco 1993. La producción rural en México: Alternativas Ecológicas. Fundación Universo XXI y prensa de ciencias 2a. Ed., México

Tricart, J., Kilian, J. 1982. Organigrama para la programación de los estudios de ordenación y desarrollo. en: La ecogeografía y la ordenación del medio natural. Ed. Anagrama. Barcelona, España. 240-253 pp.

## **ASIGNATURA: BIOLOGÍA REPRODUCTIVA DE PECES Y SU APLICACIÓN EN EL MANEJO DE PESQUERÍAS.**

UNIDAD ACADÉMICA: FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR.

RESPONSABLE DEL CURSO: DRA. REBECA SÁNCHEZ CÁRDENAS

TEORÍA: 60

PRÁCTICAS: 20

CRÉDITOS: 5

### **Objetivo General**

Proporcionar al alumno el conocimiento sobre reproducción de peces, los métodos de estudio y su aplicación en el ámbito del manejo de pesquerías.

### **Objetivos Específicos**

- El alumno tendrá una visión actual del estado del arte del conocimiento biológico reproductivo de los peces.
- El alumno conocerá los métodos de estudio utilizados en la disciplina “Biología reproductiva”.
- El alumno será hábil para comprender las interacciones entre los procesos reproductivos y las actividades pesqueras.
- El alumno será capaz de aplicar el conocimiento biológico reproductivo en el ámbito del manejo de pesquerías.

### **Programa**

1. Reproducción
  - 1.1 Concepto e importancia biológica
  - 1.2 Modos y estrategias reproductivas: conceptos y clasificaciones
2. Sexualidad
  - 2.1 Diferenciación y determinación sexual
  - 2.2 Tipos de sexualidad
  - 2.3 Hermafroditismo
  - 2.4 Órganos reproductores
3. Gametogénesis
  - 3.1 Ovogénesis y espermatogénesis

- 3.2 Desarrollo gonadal
- 3.3 Histología de gónadas
- 3.4 Fecundidad y tamaño del huevo
  
- 4. Control endócrino de la reproducción
  - 4.1 Función fisiológica de las gonadotropinas
  - 4.2 Esteroides gonádicos
  
- 5. Control exógeno de la reproducción
  - 5.1 Factores exógenos
  - 5.2 Percepción y transducción de señales exógenas
  - 5.3 Control social
  
- 6. Temporalidad de la reproducción
  - 6.1 Ritmos biológicos en peces
  - 6.2 Ciclo reproductivo
  - 6.3 Periodo adulto (madurez sexual)
  - 6.4 Semelparidad e iteroparidad
  
- 7. Energética de la reproducción
  - 7.1 Reservas energéticas
  - 7.2 Estrategias de utilización
  - 7.3 Esfuerzo reproductivo
  
- 8. Comportamiento reproductivo
  - 8.1 Sistemas de apareamiento en peces
  - 8.2 Organización social
  - 8.3 Cuidado parental
  - 8.4 Agregaciones y sitios de desove
  
- 9. Éxito reproductivo
  - 9.1 Reclutamiento
  - 9.2 Potencial reproductivo

### **Estrategias de aprendizaje**

Métodos de enseñanza–aprendizaje: sesiones de exposición del profesor con preguntas, motivación a la participación y crítica; sesiones de exposición de los alumnos y discusión dirigida; tareas de lectura y elaboración de mapas conceptuales; sesiones de discusión y crítica dirigida; prácticas de observación en campo; prácticas de análisis en laboratorio.

Material didáctico: Audiovisual (diapositivas y videos), libros, manuales, artículos científicos, prácticas de campo y laboratorio.

## **Estrategias de evaluación**

La escala de evaluación es de 1 a 10 puntos. Los elementos de evaluación y el puntaje máximo correspondiente son: 2 puntos por el 100% de asistencias; 3 puntos por los mapas conceptuales; 2 puntos por realizar 20 participaciones durante las sesiones de discusión; 2 puntos por las exposiciones; un punto por los informes de práctica.

## **Bibliografía**

Abucay, J.S., Mair, G.C., Skibinski, D.O.F., Beardmore, J. 1999. Environmental sex determination: the effect of temperature and salinity on sex ratio in *Oreochromis niloticus* L. *Aquaculture*, 173: 219-234.

Balon, E. 1990. Epigenesis of an epigeneticist: development of some alternative concepts on the early ontogeny and evolution of fishes. *Guelph Ichthyology Reviews*, 1:1-48.

Block, B.A., E.D. Stevens. 2001. *Tuna: physiology, ecology and evolution*. Academic Press. California, USA. 468 pp. ISBN 0-12-350443-0.

Bone, Q., R.H. Moore. 2008. *Biology of fishes*. Third edition. Taylor & Francis Group. New York, USA. 478 pp. ISBN 0-203-88522-8.

Brooks S., Tyler C.R., Sumpter J.P. 1997. Egg quality in fish: what makes a good egg? *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 7: 387-416.

Brown-Peterson N.J., D.M. Wyanski, F. Saborio-Reyes, B.J. Macewicz, S.K. Lowerre-Barbieri. 2011. A Standardized Terminology for Describing Reproductive Development in Fishes. *Marine and Coastal Fisheries: Dynamics, Management, and Ecosystem Science*, 3(1): 52-70.

Coward, K., Bromage, N.R., Hibbitt, O., Parrington, J. 2002. Gamete physiology, fertilization and egg activation in teleost fish. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 12: 33-58.

Desjardins, J.K., Fernald, R.D. 2009. Fish sex: why so diverse? *Current Opinion in Neurobiology*, 19 (6): 648-653.

Dodd, J.M. 1983. *Reproduction in cartilaginous fishes (Chondrichthyes)*. CAPÍTULO DE LIBRO.

Grier, H.J., R.G. Taylor. 1998. Testicular maturation and regression in the common snook. *J. Fish Biol.*, 53:521-542.

Farrell, A.P., J.J. Cech Jr., J.G. Richards, E.D. Stevens. 2011. *Encyclopedia of fish physiology: from genome to environment*. Academic Press. London, UK. 2163 pp. ISBN 978-0-12-374545-3.

Guerrero-Estévez, S., Moreno-Mendoza, N. 2009. Sexual determination and differentiation in teleost fish. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 20 (1): 101-121.

Helfman, G.S., B.B. Collette, D.E. Facety. 1997. *The diversity of fishes*. Blackwell Science, Oxford, 528 p.

Jakobsen, T., M.J. Fogarty, B.A. Megrey, E. Moksness. 2009. *Fish reproductive biology: implications for assessment and management*. John Wiley & Sons, Ltd. Chichester, United Kingdom. ISBN 978-1-4051-2126-2. 429 pp.

Katsukawa, T. 1997. Introduction of spawning potential: improvement in the threshold management theory. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 7: 285-289.

Kulczykowska, E., W. Popek, B.G. Kapoor. 2010. *Biological clock in fish*. Science Publishers, Enfield, USA. 259 pp. ISBN 978-1-57808-675-7.

Lowerre-Barbieri S.K., N.J. Brown-Peterson, H. Murua, J. Tomkiewicz, D.M. Wyanski, F. Saborido-Rey. 2011. Emerging Issues and Methodological Advances in Fisheries Reproductive Biology, *Marine and Coastal Fisheries*, 3: 1, 32 - 51

Lowerre-Baribieri, S.K. 2009. Reproduction in relation to conservation and exploitation of marine fishes. *CAPÍTULO DE LIBRO*.

Lucas, A. 1996. *Bioenergetics of aquatic animals*. Taylor & Francis, London. 169 pp. ISBN 013-225905-2.

Matsumoto A., S. Ishii. 1992. *Atlas of endocrine organs: vertebrates e invertebrates*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. New York. 307 p.

Murua, H., F. Saborido-Rey. 2003. Female reproductive strategies of marine fish species of the north Atlantic. *J. Northw. Atl. Fish. Sci.*, 33:23-31.

Murua, H., Krauz, G., Saborido-Rey, F., Witthames, P.R., Thorsen, A., Junquera, S. 2003. Procedures to estimate fecundity of marine fish species in

relation to their reproductive strategy. *Journal of Northwestern Atlantic Fisheries Sciences*, 33: 33-54.

McMillan, D.B. *Fish Histology: female reproductive systems*. Springer. The Netherlands. 598 p.

Mordechai, A., V. Hilge, S. Lison, H el ene Tibika. 1984. The cellular envelope of oocytes in teleost. *Cell Tissue Res.*, 235:403-410.

Nagahama, Y. 1994. Endocrine regulation of gametogenesis in fish. *The International Journal of Developmental Biology*, 38 (2): 217-229.

Norris, D.O., K.H. Lopez. 2011. *Hormones and reproduction of vertebrates: fishes*. Academic Press. San Diego, USA. 270 pp. ISBN 978-0-12-375009-9.

Padian, T.J. 2010. *Sexuality in fishes*. CRC Press. Enfield, USA. 189 pp. ISBN 978-1-57808-685-6.

Padian, T.J. 2013. *Endocrine sex differentiation in fish*. CRC Press. Boca Rat on, USA. 303 pp. ISBN 978-1-4665-7561-5.

Parenti, L.R., H.J. Grier. 2004. Evolution and phylogeny of gonad morphology in bony fishes. *Integr. Comp. Biol.* 44:333-348.

Pratt H.L. Jr. 1988. Elasmobranch gonad structure: a description and survey. *Copeia*, 3:719-719.

Ramenzani-Fard, E., M.S. Kamarudin, S.A. Harmin. 2013. Endocrine control of oogenesis in teleost. *Asian Journal of Animal and Veterinary Advances*, 8(2):205-215.

Rocha, M.J., A. Arukwe, B.G. Kapoor (eds.). 2008. *Fish reproduction*. Science Publishers, Enfield, NH, USA. 629 pp. ISBN 978-1-57808-331-2.

Sadovy de Mitcheson, Y., M. Liu. 2008. Functional hermaphroditims in teleosts. *Fish and Fisheries*, 9:1-43.

Sadovy, Y., D.Y. Shapiro. 1987. Criteria for the diagnosis of hermaphroditims in fishes. *Copeia*, 136-156.

Shuttleworth T.J. (ed.) 1988. *Physiology of elasmobranch fishes*. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg. 324 p.

Tyler, C.R., J.P. Sumpter. 1996. Oocyte growth and development in teleost. *Rev. Fish Biol. Fisher.*, 6:287-318.

Val, A.L., V.M.F. De Almeida-Val, D.J. Randall. 2005. The physiology of tropical fishes. Academic Press. New York, USA. 634 pp.

West, G. 1990. Methods or assessing ovarian development in fishes: a review. *Aust. J. Mar. Freshwater Res.* 41:199-222.

Wallace, R.A., K. Selman. 1981. Cellular and dynamic aspects of oocyte growth in teleost. *Amer. Zool.* 21:325-343.

Wootton, J.R., C. Smith. 2015. Reproductive biology of teleost fishes. John Wiley & Sons, Ltd., Chichester, UK. 472 pp.

Zohar, Y., Mylonas, C.C. 2001. Endocrine manipulations of spawning in cultured fish: from hormones to genes. *Aquaculture*, 197 (1-4): 99-136.

## **ASIGNATURA: ECOLOGÍA TRÓFICA.**

UNIDAD ACADÉMICA: FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR.

RESPONSABLE DEL CURSO: DRA. OFELIA ESCOBAR SÁNCHEZ

TEORÍA: 54

PRÁCTICAS: 26

CRÉDITOS: 5

### **Objetivo General**

El alumno conocerá y comprenderá los aspectos de la teoría trófica de organismos marinos y sus aplicaciones en la dinámica poblacional de recursos pesqueros. Aplicará técnicas y métodos tradicionales y los actuales en los estudios de alimentación que implican análisis estadísticos para desarrollar un enfoque ecosistémico, que le proporcionará al alumno un panorama más amplio sobre la importancia y aplicación de los estudios tróficos.

### **Objetivos Específicos**

- El alumno comprenderá la importancia de los estudios tróficos sobre la dinámica poblacional de las especies y en el manejo de los recursos marinos.
- El alumno conocerá el concepto de morfología, sus teorías y las estructuras utilizadas en la alimentación de los organismos.
- El alumno conocerá las teorías relacionadas a la alimentación.
- El alumno comprenderá las clasificaciones tróficas de los organismos.
- El alumno conocerá las primeras bases de la identificación taxonómica de los contenidos estomacales.
- El alumno aprenderá el uso de Tablas dinámicas.
- El alumno comprenderá y aplicará los diferentes métodos utilizados en la ecología trófica.
- El alumno desarrollará el enfoque interpretativo y crítico de los resultados.
- El alumno comprenderá las diferencias en cada uno de los métodos aplicados y desarrollará un enfoque crítico hacia los resultados obtenidos a partir de ellos.

- El alumno comprenderá las clasificaciones tróficas de los organismos
- Introducir al alumno en la aplicación de la calorimetría en los estudios alimenticios
- Introducir al alumno en las bases de la ecología isotópica.

## **Programa**

### Módulo 1: ECOLOGÍA TRÓFICA DE ORGANISMOS MARINOS

#### **I. Ecología trófica**

I.1. Generalidades de la ecología trófica

I.2. Importancia de los estudios de alimentación de los diferentes grupos de organismos en el ecosistema marino.

#### **II. Ecomorfología y estructuras utilizadas en la alimentación**

2.1. Generalidades de la morfología

2.2. Teoría ecomorfológica

2.3. Tipos de boca

2.4. Tipos de dientes

2.5. Sistema digestivo

2.6. Órganos sensoriales

#### **III. Teorías ecológicas**

3.1. Forrajeo óptimo

3.2. Match-Mismatch

3.3. Membership-Vagrancy

3.4. Control Top down y bottom up

#### **IV. Categorización alimenticia**

4.1. Herbívoros.

4.2. Carnívoros.

4.3. Detritívoros.

## **V. Metodología aplicada en estudios de alimentación**

5.1. Métodos aplicados: contenido estomacal, ácidos grasos, isótopos estables, método in situ, excretas

5.2. Tamaño de muestra (Curvas acumulativas)

5.3. Porcentaje de llenado

5.4 Grado de digestión

5.5 Método numérico

5.6 Método volumétrico

5.7 Método gravimétrico

5.8 Frecuencia de ocurrencia

5.9 Índices de importancia relativa (IIR, IIMP, PSIRI, IIG)

## **VI. Análisis ecológicos aplicados a estudios de alimentación**

6.1. Diversidad de presas

6.2. Amplitud de la dieta

6.3. Traslapamiento de dietas

6.4. Competencia

6.5. Reparto de recursos.

6.6. Teoría de la cascada trófica, nivel trófico, fishing down

## **VII. Grupos tróficos**

7.1. Gremios

7.2. Generalistas

7.3. Especialistas

7.4. Oportunistas

## **VIII. Análisis energéticos aplicados en estudios tróficos**

## **IX. Isótopos estables de carbono y nitrógeno en estudios de alimentación**

9.1. Conceptos básicos e isótopos utilizados en estudios tróficos

9.2. Fraccionamiento y enriquecimiento isotópico

9.3. Nivel trófico isotópico

9.4. Modelos de mezcla

### **Estrategias de aprendizaje**

- Exposiciones del profesor.
- Discusiones grupales.
- Investigación bibliográfica: definición de ecología trófica y su importancia en la investigación biológica.
- El alumno investigará las principales estructuras utilizadas en la alimentación de los organismos.
- Discusión grupal con artículos científicos.
- El alumno investigará los conceptos básicos sobre morfometría geométrica.
- Práctica en centro de cómputo: Tablas dinámicas, curvas acumulativas, IIR, PSIRI, IIG, IIMP.
- Práctica de laboratorio: Identificación de presas basado en organismos completos o restos (vértebras, otolitos, mandíbulas de calamar, quelas, cefalotórax, etc.).
- Aplicación de los métodos tradicionales.
- Práctica en centro de cómputo: Morisita-Horn, Bray Curtis, ANOSIM, Amundsen, Índice de Levin, índice de selectividad de la presa de Ivlev, Shannon-Wiener.
- Práctica en centro de cómputo: Modelos de mezcla.

## **Estrategias de evaluación**

El curso será evaluado con un examen teórico-práctico (50%), ensayos de investigación (20%), trabajo práctico (20%) y participación en clase (10%).

## **Bibliografía**

Amundsen PA, Gabler HM, Staldvik FJ (1996) A new approach to graphical analysis of feeding strategy from stomach contents data-modification of the Costello (1990) method. *J Fish Biol* 48(4):607-614. doi: 10.1111/j.1095-8649.1996.tb01455.x

Boggs, CH, Kitchell JF (1991) Tuna metabolic rates estimates from energy losses during starvation. *Physiol Zoo*, 64: 502-524.

Brown S, Bizarro JJ, Cailliet GM, Ebert DA (2011) Breaking with tradition: redefining measures for diet description with a case study of the Aleutian skate *Bathyraja aleutica* (Gilbert 1896). *Environmental Biology of Fishes*. DOI 10.1007/s10641-011-9959-z

Burton RK, Koch PL (1999) Isotopic tracking of foraging and long-distance migration in northeastern Pacific pinnipeds. *Oecologia*, 119:578-585.

Chipps SR, Garvey JE (2006) Assessment of food habits and feeding patterns. In: Guy CS, Brown ML (eds) *Analysis and Interpretation of Freshwater Fisheries Data*. American Fisheries Society, Bethesda, Maryland, pp 473–514

Christensen V, Pauly D (1992) ECOPATH II software for balancing steady state ecosystem models and calculating network characteristics. *Ecol Model* 61:169-185. doi:10.1016/0304-3800(92)90016-8

Coleman DC, Fry B (1993) Carbon isotope techniques. Chapter 11, pp. 173-183. Academic press, Inc. London.

Cortés E (1997) A critical review of methods of studying fish feeding based on analysis of stomach contents: application to elasmobranch fishes. *Can J Fish Aquat Sci* 54: 726-738. doi: 10.1139/f96-316

Cortés E (1999) Standardized diet compositions and trophic levels of sharks. *ICES J Mar Sci* 56 (5):707-717. doi: 10.1006/jmsc.1999.0489

Fortier, L. & Harris. 1989. Optimal foraging and density-dependent competition in marine fish larvae. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 51:19-33.

Fortier, L., D. Ponton & M. Gilbert. 1995. The match/mismatch hypothesis and the feeding success of fish larvae in ice-covered southeastern Hudson Bay. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 120: 11-27.

- Fry B. (2006) *Stable Isotope Ecology*. New York: Springer.
- Gerking, S.D. 1994. *Feeding ecology of fish*. Academic Press. 416 pp.
- Hurlbert SH (1978) The measurement of niche overlap and some relatives. *Ecology* 59 (1):67-77. doi: 10.2307/1936632.
- Hyslop EJ (1980) Stomach contents analysis, a review of methods and their application. *J Fish Biol* 17:411-429. doi: 10.1111/j.1095-8649.1980.tb02775.x
- Ivlev VW (1961) *Experimental ecology of the feeding of fishes*. Yale Univ Press, New Havenm Conneticut 302p.
- Jiménez A, Hortal J (2003) Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos. *Rev Iber Aracnol* 8:151-161
- Kitchell, J.F. 1983. Energetics. Pag. 312-338. En: Webb, P y D. Weihs (eds.). *Fish biomechanics*. Praeger, N.Y.
- Krebs, C. 1989. *Ecological methodology* . Harper & Row, Nueva York, 550 p.
- Langton R.W. (1982) Diet overlap between the Atlantic cod *Gadus Morhua*, silver hake *Merluccius bilinearis* and fifteen other northewest Atlantic finfish. U. S. National Marine Fisheries Service. *Fishery Bulletin* 80, 745-759.
- Liao H, Pierce CL, Larscheid JG (2001) Empirical assessment of indices of prey importance in the diets of predacious fish. *Trans Am Fish Soc* 130(4):583-591. doi:10.1577/1548-8659(2001)130<0583:EAOIOP>2.0.CO;2
- Pinkas L, Oliphant MS, Iverson LK (1971) Food habits of albacore, bluefin tuna, and bonito in California waters. *Fish Bull* 152(1):1-105
- Lasker, R. 1981. *Marine fish larvae. Morphology, ecology and relation to fisheries*. University of Washington Press. Seattle and London, 153 p.
- Levins, R. 1968. The theory of the niche. En: R.H. Macarthur (ed.) *Evolution in changing environments*. Princeton University Press, Princeton, New Jersey. 39-66 p.
- Michaels A.F., D.M. Karl & A.H. Knap. 2000. Temporal studies of biogeochemical dynamics in oligotrophic oceans, 392-413. En: Hanson R.B., Ducklow H.W. & J.G. Field (Ed). *The changing ocean carbon cycle: A midterm synthesis of the Joint Global Ocean Flux Study*. Cambridge University Press, Reino Unido.
- Newsome S., Martinez del Rio C., Bearhop S. and Phillips D. (2007) A niche for isotopic ecology. *Frontiers in Ecology at the Environment* 5(8), 429-436.
- Pielou, E. C. 1975. *Ecological diversity*. J. Wiley & Sons, New York, N. Y. 286

pp.

Pimm, S.L. 1982. Food webs. Chapman and Hall, London.

Post D.M. (2002) Using stable isotopes to estimate trophic position: models, methods, and assumption. *Ecology* 83, 703–718.

Rau, G.H., A.J. Mearns, D.R. Young, R.J. Olson, H.A. Schafer & I.R. Young. 1983. Animal  $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$  correlates with trophic level in pelagic food webs. *Ecology* 64: 1314-1318 p.

Ross, S.T. 1986. Patterns of resource partitioning in fish assemblages: a review of field studies. *Copeia* 1986 (2): 352-388.

Sánchez-Velasco, L. & B. Shirasago 2000. Larval feeding of *Scomber japonicus* (Pisces:Scombridae) in the Gulf of California and its relation to temperature and chlorophyll satellite data. *Pacific Science*, 54(2):127-136.

Schell D.M., B.A. Barnett & K.A. Vinette. 1998. Carbon and nitrogen isotope ratios in zooplankton of the Bering, Chukchi and Beaufort seas. *Marine Ecology Progress Series*, 162:11-23.

Sinclair, M. 1988. Marine Populations. An essay on population regulation and speciation. Calif. Sea Grant. Washington, 252 pp.

Smith P.E. and Zaret M.T. (1982) Bias in estimating niche overlap. *Ecology* 63, 1248-1253.

Wallace, R.K. 1981. An assessment of diet-overlap indexes. *Transactions of the American Fisheries Society*. 110: 72-76 p.

Ware, D.M. 1978. Bioenergetics of pelagic fish: Theoretical change in swimming speed and ration with body size. *Journal of Fisheries Research Board of Canada*, 35:220-228.

Vander Zanden MJ, Shuter BJ, Lester NP, Rasmussen JB (2000) Within- and among-population variation in the trophic position of the pelagic top predator, lake trout. *Can J Fish Aquat Sci* 57:725-731. doi: 10.1139/cjfas-57-4-725

#### Bibliografía (parte laboratorio)

Allen GR, Robertson DR (1994) *Fishes of the Tropical Eastern Pacific*. University of Hawaii Press, USA

Brusca RC (1980) *Common intertidal invertebrates of the Gulf of California*. The University of Arizona Press, USA

Cailliet, M.G., M.S. Love & A.W. Ebeling. 1986. *Fishes. A field and laboratory*

manual on their structure identification and natural history. 194 p.

Clarke, M.R. 1986. A handbook for the identification of cephalopod beaks. Clarendon Press. Oxford. 273 p.

Clothier C.R., 1950. - A key to some southern California fishes based on vertebral characters. California Department of Fish and Game. Fish. Bull., 79: 1-83.

Erhardt E.B. (2009) SISUS: Stable Isotope Sourcing using Sampling. Retrieved 2009 <<http://statacumen.com/sisus/>>.

Estrada J.A., Rice A.N., Lutcavage M.E. and Skomal, G.B. (2003) Predicting trophic position in sharks of the north-west Atlantic Ocean using stable isotope analysis. Journal of Marine Biological Association 83, 1347-1350.

Fischer, W., F. Krupp, Schneider, C. Sommer, K. E. Carpenter, V., Niem, 1995. Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca. Pacífico centro-oriental. Volumen III. Vertebrados-parte 2. Roma, FAO. 1201-1813

Fischer, W., F.Krupp, W. Schneider, C. Sommer, K.E. Carpenter & V.H. Niem, 1995. Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca Pacífico Centro-oriental. Vols. I y III. Vertebrados parte 1 y 2: 647-1813.

Froese R, Pauly D (2016). FishBase. World Wide Web electronic publication. <http://www.fishbase.org>.

Garth JS, Stephenson W (1966) Brachyura of the Pacific Coast of America. Brachyrhyncha: Portunidae. Allan Hancock Monogr Mar Biol 1:1-154.

Miller GL, Jorgensen SC (1973) Meristic characters of some marine fishes of the western Atlantic Ocean. Calif Dep Fish Bull 71 (1):301-312

Wolff CA (1984) Identification and estimation of size from the beaks of eighteen species of cephalopods from the Pacific Ocean. National Oceanic and Atmospheric Administration. Nat Mar Fish Serv, Tech Rep 17:50

Xavier JC, Cherel Y (2009) Cephalopod beak guide for the Southern Ocean. British Antarctic Survey, Cambridge, UK

## **ASIGNATURA: TEORÍA DE LA EVOLUCIÓN.**

UNIDAD ACADÉMICA: FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR.

RESPONSABLE DEL CURSO: DRA. NANCY CLAUDIA SAAVEDRA SOTELO

TEORÍA: 80

PRÁCTICAS: -

CRÉDITOS: 5

### **Objetivo General**

El alumno conocerá y analizará las bases teóricas de la evolución orgánica a través de textos clásicos y contemporáneos, lo cual le permitirá identificar procesos evolutivos en especies acuáticas y finalmente discutir los retos del manejo de recursos acuáticos considerando la teoría evolutiva.

### **Objetivos Específicos**

1. El alumno conocerá y analizará las bases de la teoría evolutiva desde las raíces históricas y filosóficas.
2. El alumno analizará un conjunto de conocimientos y evidencias científicas que explican los fenómenos dentro de la evolución biológica.
3. El alumno discutirá los términos relevantes dentro de las teorías evolutivas.
4. El alumno discutirá los retos dentro de la evolución que enfrentan los biólogos dentro del estudio de la ecología pesquera.

## **Programa**

### Introducción

- 1.1. Raíces de la teoría evolutiva
- 1.2. Teoría Darwiniana
- 1.3. Enfrentamiento de nuevos y viejos conceptos
  
2. Lamarck: la política y religión en los inicios del siglo XIX
- 2.1. Primeros estudios de Lamarck
- 2.2. Religión, política y ciencia siglo XIX.
- 2.3. Filosofía de la naturaleza
  
3. Darwinismo: pasado y presente.
- 3.1. Origen de las especies.
- 3.2. Argumentos darwinianos
- 3.3. ¿La teoría darwiniana tiene fecha de caducidad?
  
4. Darwinismo filosófico y la teoría evolutiva
- 4.1. Darwinismo filosófico
- 4.2. Spencer y Darwin en la evolución
- 4.3. Oportunidad y determinismo
- 4.4. Nietzsche y Bergson
  
5. Sobrevivencia de las especies: análisis de la metáfora “struggle for existence”
- 5.1. Análisis científico de la metáfora
- 5.2. ¿Cómo ésta metáfora fue adoptada por los nazis?

## 6. Teoría evolutiva y antropología cultural

6.1. Antropología cultural 6.2. La descendencia del hombre

6.3. Trabajos paradójicos: antropología cultural y biología darwiniana.

## 7. Teoría de la evolución y genética

7.1. Los 5 mejores avances en la genética

7.2. Selección natural y diferenciación poblacional

7.3. Genoma del Neandertal

7.4. Catálogo de características únicas en el humano

7.5. Selección sexual

## 8. El gen egoísta

8.1. Evolución de las especies desde el punto de vista de los genes

8.2. La metáfora del egoísmo

8.3. ¿Qué fue primero, la gallina o el huevo?

8.4. El fenotipo extendido

## 9. Evolución y desarrollo del embrión

9.1. Biología evolutiva del desarrollo

9.2. La genética del desarrollo y evolución

9.3. Concepto "Deep Homology": evolución de la vista en el reino animal.

9.4. Los genes Hox

9.5. Cuatro tipos de cambios que afectan a los genes reguladores del desarrollo.

10. Mecanismos evolutivos y adaptación neural

10.1. Desarrollo neural y mecanismos evolutivos

10.2. Mecanismos relacionados con la experiencia

11. Evolución: observaciones sobre la historia de un concepto adoptado por Darwin

11.1. La constitución histórica de la vida.

11.2. La evolución como alternativa a la revolución

12. Las teorías evolutivas en la ecología pesquera

12.1. Pesca, selección y evolución fenotípica

12.2. La sostenibilidad de los recursos pesqueros en escalas evolutivas

### **Estrategias de aprendizaje**

La información proporcionada en el presente temario se abordará de manera integral para brindar al estudiante una visión amplia de las teorías de la evolución, pasadas y presentes. Se asignarán lecturas para cada clase las cuales serán discutidas por los participantes y el instructor del curso, de esta manera se promoverá la participación activa de los estudiantes. Se utilizarán medios audiovisuales para la discusión de algunos temas.

### **Estrategias de evaluación**

Presentaciones orales: 20%

Participación en clase: 10 %

Un ensayo final de tema libre aprobado por el instructor: 70%

## **Bibliografía**

Brinkman DB, Holroyd PA, Gardner JD. 2013. Morphology and evolution of turtles. Springer New York.

Conover DO y Munch SB. 2002. Sustaining fisheries yields over evolutionary time scales. *Science* 297(5578): 94-96.

Ellis J. 2010. How science works: evolution. Springer London.

Fasolo A. 2012. The theory of evolution and its impact. Springer Milan.

Hamilton MB. 2009. Population Genetics. Wiley-Blackwell.

Hutchings JA y Fraser DJ. 2007. The nature of fisheries- and farming-induced evolution. *Molecular ecology*, 17 (1): 294-313.

Jackson JBC. Ecological extinction and evolution in the brave new ocean. *PNAS*, 105(1):11458-11465.

Law R. 2000. Fishing, selection, and phenotypic evolution. *ICES Journal of Marine Science*, 57: 659-669.

Mauricio R. 2005. Genetics of Adaptation. Springer Dordrecht, The Netherlands.

Ostrovsky A. 2013. Evolution of sexual reproduction in marine invertebrates. Springer Dordrecht Heidelberg London.

Pontarotti P. 2010. Evolutionary biology-Concepts, molecular and morphological evolution. Springer Berlin Heidelberg.

Pontarotti P. 2010. Evolutionary biology- Exobiology and Evolutionary mechanisms. Springer Berlin Heidelberg.

Pontarotti P. 2010. Evolutionary biology- Concepts, biodiversity, macroevolution and genome evolution. Springer Berlin Heidelberg.

## **ASIGNATURA: REPRODUCCIÓN COMPARADA EN INVERTEBRADOS MARINOS.**

UNIDAD ACADÉMICA: FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR.

RESPONSABLE DEL CURSO: DR. OMAR HERNANDO AVILA POVEDA

TEORÍA: 40

PRÁCTICAS: 40

CRÉDITOS: 5

### **Objetivo General**

El curso proporciona a través de un recorrido comparativo de la anatomía del sistema reproductivo de invertebrados (particularmente: moluscos y equinodermos), una visión histológica, funcional, del proceso de generación de gametos desde los estados de vida temprana hasta abordar la preparación y cumplimiento de los ciclos reproductivos de los grupos mencionados. El estudiante adquirirá los conocimientos básicos esenciales sobre los aspectos anatómicos, gonádicos, endocrinológicos y morfofisiológicos de los aparatos reproductores masculinos y femeninos, la formación y diferenciación gonadal y la gametogénesis, lo que le permitirá el análisis integral del proceso reproductivo, así como, comprender la importancia de la aplicación de estos conocimientos para un mejor manejo de los organismos con carácter pesquero.

El estudio de la Biología reproductiva de invertebrados de manera comparada es uno de los campos de la Biología Animal que en la actualidad tiene gran importancia, ya que los conocimientos comparativos contribuyen a una mejor comprensión y manejo de las especies de importancia económica y más cuando las especies comparten hábitat. En un país como México, en el cual existe una enorme riqueza faunística, se requiere ampliamente de este tipo de conocimientos.

### **Objetivos Específicos**

- Comparación de la anatomía del sistema reproductivo de invertebrados (particularmente: moluscos y equinodermos).
- Comparación funcional de la anatomía del sistema reproductivo de invertebrados (particularmente: moluscos y equinodermos).
- Comparación histológica de la gónada de invertebrados (particularmente: moluscos y equinodermos).
- Comparación entre gónada y ovotestis, versus tipos de reproducción.
- Comparación de la gametogénesis de invertebrados (particularmente: moluscos y equinodermos).
- Comparación de estadios de vida temprana hasta abordar la preparación y cumplimiento de los ciclos reproductivos.

## **Programa**

### **1. ESTRATEGIA DE REPRODUCCIÓN**

Tipo de reproducción

Producción de huevos

Proceso de desove

Patrón de desove

fecundidad

### **2. ANATOMÍA DEL SISTEMA REPRODUCTIVO Y FUNCIONALIDAD**

Aspectos de comportamiento reproductivo

Anatomía comparada de la gónada

### **3. ESTADOS DE VIDA VERSUS GÓNADA**

Estados de vida temprana

Formación y diferenciación de la gónada

Inicio de madurez de gónada

Madurez sexual

### **4. GAMETOGÉNESIS**

Gameto (células sexuales)

espermatogénesis

ovogénesis

algunas estructuras de nutrimento

## 5. EVALUACIÓN DEL PROCESO DE MADURACIÓN GONÁDICA Y REPRODUCCIÓN

ciclo reproductivo

periodo reproductivo

preparación y cumplimiento del ciclo reproductivo

Índice gonadal

Índice gonadosomático

Índice de madurez

Índices somáticos (fisiológicos)

## 6. REGULACIÓN DEL PROCESO REPRODUCTIVO

Variables exógenas: parámetros ambientales

Variables endógenas: hormonas

### **Estrategias de aprendizaje**

El curso es de carácter tutorial por lo que la evaluación se realiza con el cumplimiento de tareas que se definen cada semana, las mismas son de carácter obligatorio y tienen enlace con los trabajos prácticos (observaciones en laboratorio). Las tareas consisten en la exposición de artículos individuales y grupales y reportes de laboratorio. El alumno será evaluado en el plano didáctico según el proceso y organización de la información y en el plano cognitivo según la ejecución y la interpretación de resultados.

Adicionalmente se trabajará en ejemplos reales y prácticos con información publicada en revistas indizadas.

### **Estrategias de evaluación**

Presentaciones de trabajos: 20%

Presentación de reportes de laboratorio: 30%

Exámenes (generalmente uno por unidad): total 50%

### **Bibliografía**

Coe, W. R. 1944. Sexual differentiation in mollusk. II. Gastropods, Amphineurans, Scaphopods, and Cephalopods. – Quarterly Review of Biology 19: 85–97.

Giese, A.C. and Pearse, J.S. (Eds): Reproduction of Marine Invertebrates. Academic Press, Hyman, L. H. 1967. The invertebrates – Mollusca I – Vol. VI: Aplacophora, Polyplacophora, Monoplacophora, Gastropoda: The coelomate Bilateria, McGraw-Hill, New York.

Merciel y Hamel 2009. Endogenous and Exogenous Control of gametogenesis and Spawning in Echinoderms. Advances In marine Biology, Elsevier.

Ramirez-Llodra 2002. Fecundity and Life-history Strategies in Marine Invertebrates. ADVANCES IN MARINE BIOLOGY.

### A3. PROFESORES DE APOYO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR

Profesores	Nivel SNI
Dr. David Ernesto Serrano Hernández	1
Dr. Guillermo Rodríguez Domínguez	1
Dr. Gustavo Alejandro Rodríguez Montes de Oca	1
Dr. José Cristóbal Román Reyes	1
Dr. Nicolás Castañeda Lomas	–
Dr. Omar Hernando Avila-Poveda	1
Dr. Pablo Piña Valdéz	–
Dra. Diana Judith López Peraza	1
Dra. Irasema Elizabeth Luis Villaseñor	1
Dra. Marisela Aguilar Juárez	1
Dra. Nancy Claudia Saavedra Sotelo	C

#### A4. PROFESORES INVITADOS

Profesores propuestos para invitarlos a participar en el programa de posgrado

Nombre	Institución	Especialidad
Dr. Federico Páez Osuna	ICMyL UNAM	Química y Geoquímica Marina
Dr. J. Luis Carballo C.	ICMyL UNAM	Ecología del Bentos Marino
Dr. Armando Ortega Salas	ICMyL UNAM	Cultivos de Apoyo
Dr. Francisco Flores Verdugo	ICMyL-UNAM	Ecología de Ecosistemas Acuáticos
Dr. Michel Hendrickx Reners	ICMyL-UNAM	Crustáceos Decápodos
Dr. Emilio E. Beier	CICESE	Modelos Oceanográficos
Dr. Eugenio Díaz Iglesia	CICESE	Cultivo de crustáceos
Dr. Bruno Gómez Gil	CIAD Mazatlán	Acuicultura
Dr. Arturo Ruiz Luna	CIAD Mazatlán	Biología Pesquera
Dra. Yanira A. Green Ruíz	CRIP-Mazatlán	Edad y crecimiento de organismos acuáticos
Dr. Juan Madrid Vera	CRIP Mazatlán	Biología Pesquera
Dr. José Farías Sánchez	IT Mazatlán	Acuicultura
Dra. Sylvia Leal Lorenzo	Univ. de la Habana, Cuba	Acuicultura
Dr. Sergio Francisco Martínez Díaz	CICIMAR	Bacteriología
Dr. Mati Kahru	Scripps, IO, UCSD	Oceanografía satelital
Dra. Ma. Robledo M.	UAN	Contaminación Acuática