

# UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SINALOA



## FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR

### MAESTRÍA EN CIENCIAS EN RECURSOS ACUÁTICOS

### ELEMENTOS CURRICULARES DEL PROGRAMA EDUCATIVO

MAZATLÁN, SINALOA, MÉXICO, AGOSTO 2014

## **DIRECTORIO**

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

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

**Dr. Juan Ignacio Velázquez Dimas**  
*Director de Servicios Escolares*

**L.A.E. y M.A. Manuel de Jesús Lara Salazar**  
*Secretario de Administración y Finanzas*

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

**Dr. Miguel Ángel Díaz Quinteros**  
*Vicerrector de la Unidad Regional Sur*

**Dr. Juan Manuel Audelo Naranjo**  
*Director de la Facultad de Ciencias del Mar (FACIMAR)*

**Dr. Nicolás Castañeda Lomas**  
*Coordinador del Posgrado (FACIMAR)*

**Comisión Académica que Participa en la Actualización del Programa Educativo de la Maestría en Ciencias en Recursos Acuáticos**

**Dr. Gustavo A. Rodríguez Montes de Oca**

**Dr. Daniel Benítez Pardo**

**Dr. Nicolás Castañeda Lomas**

**Dra. María Isaura Bañuelos Vargas**

**Dr. Emmanuel Martínez Montaña**

**Dr. Juan Manuel Audelo Naranjo**

**Dr. Raúl Pérez González**

**Dr. Jorge Saúl Ramírez Pérez**

**Dr. José Antonio Estrada Godínez**

**Comisión Académica que participó en la elaboración inicial del Programa Educativo de la Maestría en Ciencias en Recursos Acuáticos.**

**Dr. Miguel Ángel Franco Nava**

**Dr. Pablo Piña Valdez**

**Dr. César Covantes Rodríguez**

**Dr. David Serrano Hernández**

**M. en C. Guillermo Rodríguez Domínguez**

<b>CONTENIDO</b>	<b>Página</b>
<u>Presentación</u>	1
<b>I. <u>Fundamentación del Programa</u></b>	<b>3</b>
a. <u>Justificación</u>	3
b. <u>Estudio de Mercado</u>	4
c. <u>Estudio Socio-Económico y de Pertinencia</u>	5
d. <u>Programa Integral de Fortalecimiento Institucional (PIFI)</u>	36
<b>II. <u>Características del Programa</u></b>	<b>37</b>
<b>III. <u>Visión</u></b>	<b>38</b>
<b>IV. <u>Misión</u></b>	<b>38</b>
<b>V. <u>Objetivo General</u></b>	<b>38</b>
<b>VI. <u>Perfiles</u></b>	<b>39</b>
6.1 <u>Perfil de Ingreso</u>	39
6.2 <u>Requisitos de Ingreso</u>	40
6.3 <u>Perfil del Egresado</u>	40
6.4 <u>Tiempo para la Obtención del Grado (Eficiencia Terminal)</u>	41
<b>VII. <u>Descripción del Plan de Estudio y Programa de Estudio</u></b>	<b>41</b>
7.1 <u>Del Plan y Programa de Estudios</u>	42
7.2 <u>De las Líneas de Investigación</u>	43
<b>VIII. <u>Mapa Curricular (Plan de Estudio) de la MCRA</u></b>	<b>46</b>
<b>IX. <u>Cursos Optativos por Línea de Investigación</u></b>	<b>47</b>
<b>X. <u>Perfil de Profesores</u></b>	<b>49</b>
<b>XI. <u>Planta Académica</u></b>	<b>49</b>
11.1 <u>Núcleo Académico Básico</u>	49
11.2 <u>Planta Académica que Apoya el Programa</u>	50
11.3 <u>Profesores Propuestos para ser Invitados a Participar en el Programa</u>	51

<b>XII. <u>Proyectos de Investigación</u></b>	53
<b>XIII. <u>Vinculación: Convenios de Colaboración con otras instituciones</u></b>	58
<b>13.1. <u>Nacionales</u></b>	58
<b>13.2. <u>Internacionales</u></b>	59
<b>XIV. <u>Infraestructura</u></b>	60
<b>XV. <u>Fundamentación de las Líneas de Investigación</u></b>	61
<b>15.1. <u>Línea 1: Desarrollo de Sistemas para la Producción Sustentable de Organismos Acuáticos</u></b>	62
<b>15.1.1. <u>Descripción de la Línea 1</u></b>	62
<b>15.1.2. <u>Estado del Arte de la Línea 1</u></b>	62
<b>15.2. <u>Línea 2: Manejo Sustentable de Ambientes Costeros</u></b>	73
<b>15.2.1. <u>Descripción de la Línea 2</u></b>	73
<b>15.2.2. <u>Estado del Arte de la Línea 2</u></b>	73
<b>15.3. <u>Línea 3: Aprovechamiento Sustentable de Recursos Pesqueros</u></b>	95
<b>15.3.1. <u>Descripción de la Línea 3</u></b>	95
<b>15.3.2. <u>Estado del Arte de la Línea 3</u></b>	96
<b>XVI. <u>Programas de los Cursos Obligatorios en el Programa Educativo (Tronco Común)</u></b>	101
<b>XVII. <u>Programas de los Cursos Correspondientes a la Línea 1</u></b>	119
<b>XVIII. <u>Programas de los Cursos Correspondientes a la Línea 2</u></b>	161
<b>XIX. <u>Programas de los Cursos Correspondientes a la Línea 3</u></b>	190

## Presentación

En el año de 1970, la Universidad Autónoma de Sinaloa creó la Escuela de Ciencias del Mar (ECM), ofreciendo la carrera de Biólogo Pesquero con un programa de estudio de cinco años distribuido en 10 semestres. La justificación fue la formación de recursos humanos con alta calidad para desempeñarse en la evaluación, uso, manejo y producción responsable de los recursos acuáticos de importancia social y económica.

El desarrollo de la acuicultura en el Estado de Sinaloa a mediados de los 80's dio la pauta para que la ECM en su plan de desarrollo académico, estructurara una nueva oferta educativa, para ello en 1989 se creó la Licenciatura en Biología Acuícola, y en 1992 con la colaboración del Instituto Nacional de Pesca se propone la Maestría en Ciencia Pesquera, motivo por el cual la Escuela de Ciencias del Mar pasó a ser catalogada como Facultad de Ciencias del Mar (FACIMAR). Sin embargo, la falta de una buena planeación y desarrollo académico de la institución, la falta de espacios físicos suficientes y habilitados, el déficit presupuestal de los diferentes niveles de gobierno, así como los propios de la Universidad derivaron en la insuficiencia del Posgrado de la FACIMAR.

En el 2008, la Facultad de Ciencias del Mar inicia el Programa de Maestría en Ciencias en Recursos Acuáticos, con tres Líneas Generales de Aplicación del Conocimiento (LGAC): 1) Desarrollo de Sistemas para la Producción Sustentable de Organismos Acuáticos; 2) Manejo Sustentable de Ambientes Costeros; 3) Aprovechamiento Sustentable de Recursos Pesqueros. Este programa ingresó al Padrón Nacional de Posgrados de Calidad (PNPC) del CONACyT, por su calidad y pertinencia, en el mes de enero de 2010, y el 20 de junio de 2011 refrendó su permanencia por un periodo de tres años, pasando del nivel de Nueva Creación a Programa en Desarrollo. En tanto que el Programa de Doctorado en Ciencias en Recursos Acuáticos, inició actividades en agosto de 2011, e ingresó al PNPC el 6 de octubre de 2011, con el nivel de Reciente Creación.

En la actualidad la Universidad Autónoma de Sinaloa (UAS), ubicada por su indicadores de calidad entre las cinco mejores Universidad Estatales Públicas, está llevando a cabo acciones basadas en el Plan de Desarrollo Institucional Consolidación 2017 encaminadas a transformarse en una institución eficiente en los procesos académicos y de gestión, con programas educativos de reconocimiento regional, nacional e internacional, que contribuyan significativamente en el desarrollo social y económico de la sociedad sinaloense y mexicana.

En este contexto, la Facultad de Ciencias del Mar adscrita de la Universidad Autónoma de Sinaloa, está desarrollando un papel relevante en la formación de recursos humanos del alto nivel, en la creación, desarrollo, adaptación y transferencia de tecnología, en el uso responsable de los recursos acuáticos y en la protección del medio ambiente, con la finalidad de incrementar la productividad y competitividad, para responder a las necesidades de una sociedad cada vez más dinámica, moderna y globalizada.

Hoy la FACIMAR cuenta con espacios habilitados, capacidad académica, y un modelo educativo fundamentado básicamente en la investigación y orientado al desarrollo tecnológico. Asimismo, en los últimos años la Facultad se ha comprometido con el desarrollo de las ciencias en recursos acuáticos, permitiendo con ello la consolidación de los equipos de trabajo agrupados en seis Cuerpos Académicos (2 consolidados, 1 en consolidación y 3 en desarrollo), que trabajan tres Líneas de Generación y Aplicación del Conocimiento (LGAC) .

En este mismo contexto, hoy en día la FACIMAR se encuentra posicionada en la vanguardia del conocimiento, principalmente en las áreas de Manejo de Ambientes Costeros, Desarrollo de Sistemas para la Producción Sustentable de Organismos y Aprovechamiento Sustentable de Recursos Pesqueros. Otra de sus fortalezas es la existencia de convenios de colaboración e intercambios con instituciones y universidades nacionales y extranjeras, lo que permite flexibilidad para que sus estudiantes y profesores realicen estancias académicas.

El presente documento tiene como referencia los Criterios y Lineamientos para la Evaluación y Rediseño Curricular en la UAS, además de estar enriquecido por los lineamientos contenidos en el Plan de Desarrollo Institucional Consolidación 2017, en el eje estratégico de Producción, Uso y Distribución del Conocimiento con los objetivos de 1) Fortalecer la capacidad y competitividad de la institución en investigación científica, tecnológica y humanística; 2). Consolidar y fortalecer la calidad de la oferta institucional de posgrado, y 3). Fortalecer las actividades de protección a la propiedad intelectual de investigadores y tecnólogos universitarios y consolidar los programas de difusión y transferencia del conocimiento.

Asimismo, este documento está fundamentado y referenciado en gran medida en las políticas federales de educación, ciencia y desarrollo expuestas en el Plan Integral de Fortalecimiento Institucional (PIFI) y el Programa Nacional de Posgrados de Calidad (PNPC).

## **I. Fundamentación del programa**

### **1.1. Justificación.**

A la fecha, los recursos humanos formados en el país para coadyuvar en el desarrollo científico y tecnológico de la actividad pesquera y acuícola no son suficientes. Son pocos los posgrados relacionados con el estudio de los recursos acuáticos con potencial pesquero y acuícola, quienes abordan aspectos generales como biología, taxonomía, genética, ecología, evaluación y manejo de recursos marinos o manejo de zonas costeras. Además, se estudia de manera aún insuficiente las actividades relacionadas con la producción y aprovechamiento sustentable y responsable de los recursos acuáticos.

Atendiendo a esta necesidad, la Facultad de Ciencias del Mar (FACIMAR) se ha establecido como tarea prioritaria generar y desarrollar actividades de investigación. Así como ofertar al mismo tiempo estudios de posgrado, reconociendo con ello que son piezas fundamentales para la adquisición del conocimiento científico y tecnológico en la formación de recursos humanos.



La estructura del plan curricular de la Maestría en Ciencias en Recursos Acuáticos (MCRA) presenta un contenido equilibrado entre actividades teóricas y prácticas, donde los estudiantes participan simultáneamente cursando las asignaturas y participando activamente en los proyectos de investigación vigentes relacionados con sus propuestas de Tesis.

En el 2011 se sometió y aprobó por el Consejo Técnico de FACIMAR y el Consejo Universitario de la UAS una Enmienda para la reestructuración del Plan de Estudios con el propósito de mejorar la operación de la Maestría, su eficiencia terminal y el perfil de egreso de los estudiantes. En el actual Plan de Mejoras se tiene contemplada una nueva reestructuración del plan de estudios para incrementar la movilidad estudiantil, así como potenciar el impacto del programa y la vinculación con otros sectores de interés.

## **1.2. Tendencias del mercado Laboral**

La demanda profesionales de alto nivel en el campo de la producción, aprovechamiento y conservación los recursos acuáticos en el entorno regional y nacional se encuentra en un situación de franco crecimiento, sustentado el los siguientes elementos:

- 1.- Una cremientos de la actividad acuícola anual a tasa del 3%.
- 2.- Una serie de investigaciones que exploran nuevos recursos pesqueros, los mismos que se convierten en recursos con potenciales de aprovechamiento.
- 3.- El desarrollo inicial de la actividad de maricultura con el cultivo o engorda de especies de pargos, atún, jurel, corbina, robalo, cobia y camarones.
- 4.- La investigación en nuevos recursos pesqueros con potencial acuícolas.
- 5.- El desarrollo e instalación de nuevos labortorios productores de larvas, poslarvas y alebines.
- 6.- El emprendimiento de nuevos negocios acuícolas con una visión de producción integral.

Un factores que han contribuido al crecimiento de la acuicultura, es el conocimiento cada vez mayor que se ha adquirido sobre la biología de las especies que se están cultivando: Esto ha permitido entender mejor el desempeño de estos organismos en condiciones de cultivo, lo que de alguna manera hace posible sustituir los tradicionales cultivos de tipo extensivo o semi-intensivo por cultivos de mayor intensificación, mediante los cuales se obtienen altas densidades de productos de alto valor comercial, logrando de esta manera la máxima explotación posible de los recursos tierra y agua. Los avances logrados en este contexto generaron el interés de los inversionistas, que causó un incremento de las inversiones y de las áreas dedicadas a los cultivos, la cual se ha desarrollado principalmente en los países de las zonas tropicales y subtropicales, propiciando de esta manera el desarrollo de las economías nacionales, regionales y locales.

Por eso una tarea relevante de las instituciones de educación superior como la UAS y la FACIMAR es consolidar su oferta de posgrado, con lo cual se espera contribuir tanto a la formación de recursos humanos con un alto nivel de competencia que satisfaga la demanda de los sectores productivos y sociales, con lo cual se podrá coadyuvar al desarrollo económico y social de la región y del país. Al mismo tiempo que favorecemos la generación y aplicación de conocimientos innovadores cuyos resultados mejoran sustancialmente el nivel de vida de las comunidades pesqueras del litoral mexicano y de la sociedad en general.

El estudio de mercado desde la demanda, los empleadores manifiestan su reconocimiento a los egresados del programa. En este sentido, los resultados de encuestas realizadas a diferentes empleadores que tienen a su cargo o bajo su responsabilidad a personal egresado del posgrado de la MCRA, indican que el desempeño laboral de estos egresados tiende a ser de Muy bueno a Excelente, esto al considerar aspectos tales como manejo de equipo especializado y normas internacionales, independencia en el trabajo, credibilidad y trabajo en equipo.

Pero además, los empleadores consideran que los egresados de la MCRA poseen

muy buenas habilidades para la comunicación con clientes, para la solución de problemas del área en el que laboran, para dar respuestas creativas e innovadoras ante la solución de problemas y en el planteamiento de temas de investigación científica.

Es importante destacar que, la mayoría de los encuestados consideran que en corto y mediano plazo, planean requerir de profesionales con la Maestría en Recursos Acuáticos, siempre que su presupuesto sea adecuado o que sus Proyectos propuestos tengan respuestas positivas.

Para responder a esa demanda, la Facultad tiene una trayectoria de más de 40 años en la formación de recursos humanos, titulando tanto Licenciados en Biología Pesquera, Biólogo Acuicultor y a partir del siguiente año licenciado en gestión de la Zona Costera, Maestros en Ciencias en Recursos Acuáticos y próximamente Doctores en Ciencias en Recurso Acuáticos, todos ellos atendiendo problemas, proyectos y propuestas estratégicas en el la producción, aprovechamiento y conservación los recursos acuáticos, específicamente en áreas terminales de pesquerías, acuicultura y de manejo de zona costera. De acuerdo al estudio de mercado desde la oferta, se concluyó que existe interés por cursar estudios de posgrado, así como disposición por las condiciones de tiempo y espacio que la Facultad proporciona. Los encuestados manifestaron posibilidades de dedicación de tiempo completo al programa lo que garantiza la permanencia en el mismo y una alta probabilidad de que los estudiantes concluyan satisfactoriamente sus estudios.

### **1.3. Análisis de Pertinencia y Estudio Socio-Económico**

#### **I.- Pertinencia del programa de Maestría en Ciencias en Recursos Acuáticos**

La pertinencia de un programa educativo de posgrado está fuertemente relacionado con tres dimensiones de la vinculación de las Instituciones de Educación Superior (IES) con el resto de la sociedad: 1) la que tiene que ver con

la relación del programa de posgrado y sus líneas de investigación, con la sociedad en general y en particular con organismos gubernamentales de los tres niveles, así como con las organizaciones productivas de los sectores privado y social; y con las organizaciones de la sociedad civil; 2) la que se relaciona con otras instituciones de investigación y con el nivel de conocimientos de interés y de frontera que se imparten en las instituciones de educación superior y en programas educativos que la Universidad ofrece ; 3) la que se relaciona con los intereses de las propias IES, con sus objetivos institucionales.

Para el caso de un programa educativo de posgrado de investigación de nivel maestría, interesa el análisis de las distintas dimensiones de la pertinencia, sobre todo para establecer los mecanismos de vinculación más eficiente que generen una relación virtuosa del programa con la problemática relacionada con los requerimientos de los sectores que funcionan como el proveedor y destinatario de los conocimientos que ahí se desarrollen y de los avances en el conocimiento para posibles mejoras, que impacte a fin de cuentas, en una mayor competitividad del sector productivo y de quienes participan en él. El elemento institucional implica la alineación de los propósitos del programa con los intereses del desarrollo académico y científico de la Universidad Autónoma de Sinaloa y, obviamente de la Facultad de Ciencias del Mar.

## **I. Las tres dimensiones del estudio de pertinencia**

### **1. La importancia del sector pesquero.**

Respecto al aprovechamiento de los recursos pesqueros, de acuerdo con información oficial, 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. 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 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.

El total de la producción pesquera se ha concentrado en los últimos 10 años en la modalidad de acuicultura, sin restarle importancia a la modalidad de captura. En el año 2010, ambas modalidades produjeron un total de 168,387,552 toneladas métricas, donde la mayor participación se observa en el continente asiático. La producción acuícola ha mostrado un fuerte crecimiento, aumentando a una tasa de crecimiento media anual de crecimiento del 5.96%, pasando de 41,724,580 toneladas en 2000 a 78,943,001 toneladas en 2010. Mientras que la producción de la pesca en la modalidad de captura ha mostrado a una tasa media anual de crecimiento de decreciente del -0.50% anual, pasando de las 94,529,300 toneladas en 2000 a 89,444,550 toneladas en 2010.

En 2010 el 91.46% del volumen de producción acuícola se concentra en el continente Asiático, siendo los países de China, Indonesia, India, Vietnam y Filipinas los principales productores respectivamente. El continente Americano, representa el 3.38% del volumen total acuícola, donde México representa el 0.15% del volumen mundial y el 4.88% del volumen del continente. Cabe mencionar, que el valor de la producción acuícola muestra el mismo comportamiento que el volumen de producción, mostrando alguna diferencias en los porcentajes de participación: 81.19% representa el valor de Asia; 7.80% el valor de América; 0.30% la participación de México en el valor de la producción mundial acuícola; y 3.84% del continente.

La pesca en Sinaloa ocupa a nivel nacional un lugar importante en el volumen y valor de la producción. En términos de valor, Sinaloa aporta a la producción total del subsector pesquero el 25 por ciento del valor de la producción pesquera del país. Junto con los estados de Sonora y Baja California Norte y Baja California Sur aportan más del 50 por ciento del producto pesquero nacional. alternando con el estado de Sonora, el primer lugar en aportación en este renglón a la producción nacional. En 2011, por mencionar un dato, el valor aportado por la pesca sinaloense representó el 25 % del total nacional. Además entre los estados de Baja California, Baja California Sur, Sonora y Sinaloa aportan después del estado de Sonora

Una de las fortalezas de la pesca sinaloense, además de su capacidad de producción es su capacidad de generación de valor. A pesar de contar con el 622 kilómetros de longitud de costa (5.59 por ciento del total nacional), ocupa el segundo lugar nacional en capacidad de producción, medida por el volumen de la producción pesquera. Con dicha longitud de costa genera, en el periodo 2008-2012 alrededor del 22 por ciento del valor de la producción pesquera nacional. Esta capacidad de generación de valor de la pesca sinaloense reside en buena parte en el equipamiento con que cuenta el sector pesquero del estado ya que Sinaloa cuenta con la flota pesquera más grande del país para pesca de altura y ocupa el segundo lugar nacional en embarcaciones para pesca ribereña, con las considerables dificultades que implica -aunque esto es un problema en todo el país, en Sinaloa se vuelve particularmente crítico dado el peso que representa para el país la flota pesquera sinaloense-, el equipamiento, la renovación y modernización de la flota pesquera para una práctica sustentable de la actividad pesquera.

En términos sociales, en la actividad pesquera en Sinaloa generó en el periodo 2008 a 2011 alrededor del 15 por ciento de la ocupación del sector, tanto en captura como en sistemas controlados. Este hecho representa un estimado de alrededor de

Un elemento que hace evidente la importancia de la pesca para la sociedad es el papel que tiene para la alimentación y nutrición de la población el consumo de productos pesqueros. Este tema es relevante dadas las condiciones actuales del desarrollo económico y social y las necesidades de desarrollar y consolidar una pesca sustentable, que al mismo tiempo sea proveedora de alimentos y nutrientes a la población, respetando el medio ambiente y garantizando una pesca sustentable para las nuevas generaciones.

De acuerdo con el informe de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) "*El Estado Mundial de la Pesca y Acuicultura 2012*", los productos pesqueros aportan un buen número de nutrientes para garantizar una alimentación saludable. Aun y cuando el nivel de consumo sea bajo, el aporte nutricional de los productos pesqueros tiene efectos benéficos en la

prevención de cardiopatías, la degeneración macular relacionada con la edad y la salud mental, además tiene efectos positivos sobre el crecimiento y desarrollo de los niños durante la gestación y la infancia para el desarrollo óptimo del cerebro. En otro sentido, la FAO informa que el suministro de pescado se ha incrementado de manera sostenida a nivel global en el periodo de 1961 a 2009, a una tasa superior (3.2 por ciento en promedio por año) superior al crecimiento de la población para el mismo periodo (1.7 por ciento anual). Este incremento en las capacidades mundiales de producción y suministro de productos del mar está asociado con en cambio tecnológico en la producción y comercialización de los productos pesqueros. El incremento en la disponibilidad de pescado por habitante se ha reflejado en un aumento en el consumo mundial de estos productos (Cuadro 1)

**Cuadro 1. Consumo Mundial de Pescado (kg/habitante)**

<b>Periodo</b>	<b>Consumo/hab promedio anual</b>	
	<b>Global*</b>	<b>México**</b>
<b>1960-1970</b>	9.9	
<b>1970-1980</b>	11.5	
<b>1980-1990</b>	12.6	
<b>1990-2000</b>	14.4	9.81
<b>2000-2010</b>	18.6	9.91

**Fuente: Elaboración propia con datos de**  
**\*Anuarios Estadísticos de Pesca (2003 – 2005) y de**  
**SAGARPA/CONAPESCA (2006-2011).**  
**\*Fuente: FAO. Estado Mundial de la Pesca y Acuicultura 2012**

Durante los últimos años, se han registrado importantes incrementos en la cantidad de pescado para consumo humano procedente de la acuicultura, la cual se estima que en 2004 suministró el 43 por ciento del total disponible para dicho consumo. La producción de la acuicultura ha hecho aumentar la demanda y el consumo de varias especies de alto valor, como camarones, salmones y algunos moluscos bivalvos. Desde mediados de 1980, la producción de estas especies procede principalmente de la acuicultura, lo que ha hecho bajar sus precios y ha incrementado sustancialmente su comercialización.

La importancia de incorporar a la dieta alimenticia de la población el consumo de pescado y productos del mar se ha manifestado débilmente en el patrón de alimentación del pueblo mexicano. El consumo de estos productos se incrementó lentamente en la década de los noventa y la primera década del siglo XXI, manteniéndose por debajo del consumo mundial y con un incremento anual promedio muy bajo. Lo anterior hace evidente las áreas de oportunidad que tienen la actividad pesquera y la acuicultura para mejorar la alimentación del pueblo mexicano y con ello, destacar la importancia de la pesca mexicana y sinaloense. Sin embargo, la pesca en general y en particular la pesca en Sinaloa no están exentas de problemas relacionados con un conjunto de factores que requieren su atención. 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. La atención a estos problemas requiere un enfoque multidimensional y multidisciplinario que incluye tanto el diseño de políticas públicas que contribuyan a una práctica de la actividad pesquera más amigable con el medio ambiente; el impulso a una cultura de la conservación y la explotación eficiente y racional de los recursos pesqueros y, sobre todo, el impulso a la investigación científica y el desarrollo tecnológico que mejore el conocimiento acerca de la situación actual de los recursos pesqueros y sus posibilidades de utilización privada y social.

De acuerdo con la Carta Nacional Pesquera, el 71% de las pesquerías explotadas 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, como sucede frecuentemente en una actividad incipiente en México, existen problemas de regulación, diseño, construcción y operación de las granjas; sin embargo, aun así los distintos grupos sociales que en ellas invierten, presentan condiciones propicias para producir con



buenos márgenes de rentabilidad en distintos tipos de cultivo. Las dificultades encontradas en la operación se deben principalmente a 4 aspectos;

1. Débil sistematización en el abastecimiento de semilla,
2. Escasez y oportunidad en el financiamiento,
3. Optimización en el uso de alimento balanceado y calidad del mismo y
4. Recursos humanos capacitados para la actividad acuícola

En acuicultura, la actividad más dinámica a nivel nacional es el cultivo de camarón. Este dinamismo no se corresponde con una adecuada organización y explotación de las actividades. Son muy frecuentes los errores de diseño, construcción y operación, de forma tal que el crecimiento de esta actividad se ha correspondido con un fuerte deterioro del medio ambiente. Es urgente que la realización de la actividad acuícola se lleve a cabo con bases científicas y con recursos humanos capaces de entender lo delicado de esta actividad productiva y su relación con el medio ambiente.

## **2. El estado del arte en investigación científica y tecnológica en pesca y acuicultura.**

El incremento en la demanda de alimentos a nivel mundial plantea a los países y las regiones el reto de incrementar la productividad de los factores con los recursos limitados de que se dispone. La producción pesquera, junto con la agricultura y la ganadería, tienen frente a sí el problema de alimentar y nutrir a la población, para evitar los problemas en la salud y el bienestar general de largo plazo que genera una alimentación de bajo poder nutricional. En este panorama la producción pesquera y acuícola representan una alternativa sólida para proveer a la sociedad de alimentos de alto poder nutricional y contribuir con ello al desarrollo de poblaciones con una vida saludable. El incremento en la demanda de alimentos, y en particular, el incremento en el consumo de productos del mar, enfrenta un conjunto de restricciones derivado de las capacidades limitadas de los recursos acuáticos y de las restricciones naturales impuestas al crecimiento de la productividad de los factores productivos en este sector. La salida obvia, como lo ha sido en la agricultura, es ampliar la frontera de posibilidades de producción a

través del cambio tecnológico que genere incrementos constantes en la productividad de los factores empleados en la actividad pesquera y resuelva, al mismo tiempo, el problema que representa la explotación sustentable de los recursos acuáticos, en este sentido las actividades de investigación científica y desarrollo tecnológico son fundamentales para el desarrollo armónico de la pesca y la acuicultura en México y Sinaloa.

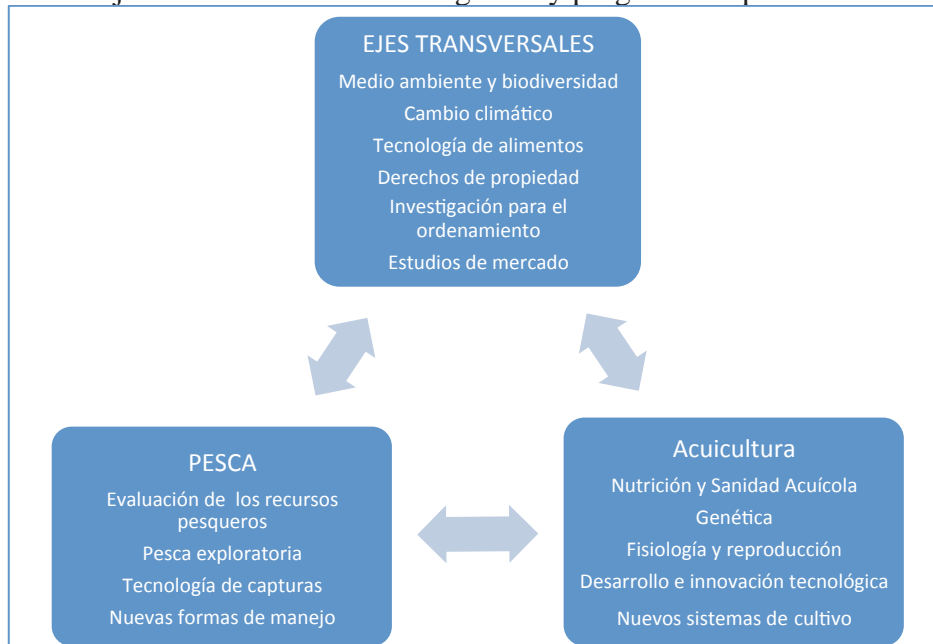
Es de llamar la atención, la importancia que tiene para el desarrollo sostenible de la pesca y la acuicultura sinaloense, el uso de la ciencia y la tecnología y la formación de recursos humanos de alto nivel que lleven a cabo de proyectos de investigación y desarrollo tecnológico que atiendan a la agenda nacional de investigación científica y tecnológica en pesca y acuicultura.

En la definición de las prioridades de investigación científica para el desarrollo del sector de la pesca y la acuicultura, el Programa Nacional de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico en Pesca y Acuicultura (PNICPA), declara que su objetivo general se orienta a: a *“planificar y coordinar la investigación en materia de pesca y acuicultura, orientándola al desarrollo, innovación y transferencia de tecnologías que requiere el sector pesquero y acuícola”*

El PNICPA, está estructurado en dos subprogramas de investigación: pesca y acuicultura estableciendo una relación entre los ejes transversales de investigación y los ejes específicos para la investigación en pesca y en acuicultura. De la misma forma establece un conjunto de prioridades de investigación conforme la vocación y retos de la pesca para las distintas regiones del país.

La figura siguiente describe dicha interrelación.

Figura 1  
Ejes transversales de investigación y programas específicos



Fuente: Elaboración propia con base en el Programa Nacional de Investigación Científica y Tecnológica en Pesca y Acuicultura. Documento de Trabajo Octubre INAPESCA, 2009.

El programa de Maestría en Ciencias en recursos acuáticos y sus líneas de investigación forman parte de este esfuerzo de organización de las actividades de investigación científica en pesca y acuicultura promovidas a través del Programa Nacional de Investigación Científica y Tecnológica en Pesca y Acuicultura, tanto en los subprogramas de pesca como en los de acuicultura.

El programa de Maestría en Ciencias en Recursos Acuáticos es un programa orientado a la formación de recursos humanos para la investigación sobre temas tanto de pesca, acuicultura y zonas costeras. Los ejes temáticos que se tomaron en cuenta para el diseño del plan y programa de estudios de la Maestría son:

- Desarrollo de sistemas y biotecnias que permitan una producción sustentable de organismos acuáticos,

- Diseño de mecanismos para la gestión de los recursos pesqueros, considerando los avances tecnológicos para la adquisición de información,
- Uso de nuevas tecnologías para la producción pesquera y acuícola integral y amigable con el medio ambiente y
- Evaluación del impacto de la actividad humana sobre el medio ambiente acuático y en las zonas costeras.

Así, el programa se basa en un enfoque de formación de recursos humanos competitivos, de alto nivel, con capacidad para realizar trabajos de investigación que contribuyan al avance del conocimiento en pesca, acuicultura y zonas costeras y a la aplicación innovadora del conocimiento científico y tecnológico elaborando proyectos que coadyuven a la solución de problemas identificados en el sector acuícola, pesquero y en general en medio ambiente acuático en las zonas costeras.

Los ejes temáticos generales, descritos anteriormente sirven de marco de referencia para la organización de las actividades de investigación y formación de recursos humanos de la Maestría en Ciencias en recursos acuáticos en tres líneas de investigación orientadas la atención de problemas de la actividad pesquera y acuícola de la región del estado de Sinaloa y el Pacífico Norte. Las líneas de investigación que soportan el programa de Maestría en Ciencias en Recursos Acuáticos y sus ejes temáticos, se describen a continuación:

- **Línea de Investigación 1. Desarrollo de sistemas para la producción sustentable de organismos acuáticos. Ejes temáticos específicos**
  - Genética
  - Biología del desarrollo de crustáceos
  - Fisiología y cultivo de alimento vivo para la acuicultura
  - Fisiología de fitoplancton y bioenergética
  - Estudios de los procesos de aclimatación y transformación de energía en crecimiento

- Uso de nutraceúticos en acuicultura
  - Masculinización de crías de tilapia con el uso de hormonas
  - Maduración y reproducción de peces
  - Manejo de la reproducción de peces
  - Engorda de camarón
  - Alimentación y nutrición de invertebrados
  - Biotecnología para el cultivo de peces marinos
  - Sistemas de recirculación y policultivos
- **Línea de Investigación 2. Manejo sustentable de ambientes costeros. Ejes temáticos específicos**
- 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 de Investigación 3. Aprovechamiento sustentable de recursos pesqueros. Ejes temáticos específicos.**
- Manejo responsable de las pesquerías bajo los principios: 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.

Las líneas de investigación y los ejes temáticos específicos forman parte de los ejes temáticos transversales que el Programa Nacional de Investigación Científica y Tecnológica en Pesca y Acuicultura (PNICPA) define para la

organización a nivel nacional de las actividades de investigación que y también son consistentes con los requerimientos de investigación en los subprogramas de pesca y acuicultura. El nivel de pertinencia en materia de atención a los problemas planteados por el estado del arte en pesca y acuicultura se ajusta a las actividades propuestas por los grupos de investigación que integran el Núcleo Académico Básico de la Maestría en Ciencias en Recursos Acuáticos.

### **3. La pertinencia institucional del Programa de Maestría en Ciencias en Recursos Acuáticos.**

La administración central de la Universidad Autónoma de Sinaloa a través de la Dirección General de Investigación y Posgrado, se ha propuesto, para el periodo de gestión 2013-2017 la consolidación y el desarrollo y acreditación de los programas de posgrado, con base en los estándares de calidad establecidos por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. La política institucional en materia de posgrado establece como objetivo estratégico:

*“Contar con un programa permanente de desarrollo del posgrado que garantice una oferta de posgrado de calidad que atiende los parámetros del PNPC de CONACYT, que se apoye en un modelo educativo centrado en el aprendizaje y las nuevas tecnologías de información y comunicación y sustentado en esquemas de vinculación con otras instituciones educativas, con los sectores productivos y las organizaciones sociales”*

Lo anterior se contempla en el programa de Maestría en Ciencias en Recursos Acuáticos. La política institucional es clara y llama a atender la formación de recursos humanos de alto nivel, orientados a la investigación y a apoyar el avance y la aplicación del nuevo conocimiento útil para el desarrollo competitivo de los sectores productivos de la región.

Por otra parte, la Maestría en Ciencias en Recursos Acuáticos, responde a las necesidades de continuidad en la formación de recursos humanos de alto nivel para organizar actividades de investigación científica y desarrollo tecnológico en el ámbito de la ciencia y la tecnología pesquera y acuícola en la región del Pacífico Norte y en el Estado de Sinaloa.

La Maestría en Ciencias en Recursos Acuáticos cumple con cabalidad las tres dimensiones de la pertinencia mencionados al principio de este documento: la pertinencia económica y social; la pertinencia científica y tecnológica y la pertinencia institucional.

## **II.- Estudio socio-económico**

### **Marco legal**

El gobierno del estado de Sinaloa aprobó dos iniciativas importantes para el desarrollo de los sectores económicos: Ley de Pesca y Acuacultura Sustentables del Estado de Sinaloa y Ley de Ciencia, Tecnología e Innovación del Estado de Sinaloa.

Por su parte, la Ley Pesca y Acuacultura Sustentables del Desarrollo Sustentables del Estado de Sinaloa tiene como objeto ordenar, fomentar y regular el manejo integral y aprovechamiento sustentable considerando aspectos sociales, biológicos, tecnológicos, ambientales, y productivos; mejorar el bienestar de vida de los pescadores y acuicultores del estado; ordenación, conservación, protección, repoblación y aprovechamiento sustentable, así como la protección y rehabilitación de los ecosistemas; coordinación y vinculación entre sectores productivos y administración pública; *contribuir al fortalecimiento de la investigación científica y tecnológica en las materias de acuacultura y pesca.*

La ley de Ciencia, Tecnología e Innovación del Estado de Sinaloa, tiene como objeto apoyar y financiar la investigación científica que impulse la economía basada en el conocimiento económico y social del estado; fortalecer, impulsar y generar desarrollo tecnológico e innovaciones en el estado; definir mecanismos de coordinación entre los actores involucrados en relación a la administración pública, sector privado y social, academia, centros de investigación, y personas físicas; vincular la CTI con la formación de profesionales; promover el desarrollo y la aplicación de la CTI en la sociedad buscando la generación de riqueza y bienestar; fomentar el desarrollo tecnológico y la innovación de empresas en sectores claves donde existan las condiciones favorables; propiciar la competitividad y

productividad; fomentar la vinculación de los sectores hacedores de CTI, con sectores productivos.

### **El sector pesquero y acuícola en el entorno estatal**

Diferentes temas de investigación se enmarcan en la identificación de la problemática del sector primario en México, vistos desde la perspectiva de política pública y la seguridad alimentaria. De tal forma, la importancia en el sector ostrícola se centra en las estadísticas anteriormente desarrolladas, donde México, se encuentra en las primeras posiciones de países productores a nivel mundial, y el estado de Sinaloa, dentro de los principales estados productores a nivel nacional.

La principal problemática del sector pesquero y acuícola en el estado de Sinaloa, se esboza en siete apartados, enfocados en el desarrollo y crecimiento del mismo: productividad, rentabilidad, comercialización, organización, institucionalidad, financiamiento, sanidad e inocuidad.

Debido a la importancia del sector en los últimos años y debido a las diversas problemáticas que aquejan al sector, este ha sido considerado un asunto de seguridad nacional y una prioridad para el desarrollo social y económico del país, reconociendo que los actores involucrados deben de tomar en cuenta la urgente necesidad de poner un orden a la actividad pesquera tomando como prioridad la sustentabilidad económica y social (Medina, 2004), donde se debe tomar en referencia el *Código de Conducta para la Pesca Responsable* que México a interactuado en los últimos años a nivel internacional.

Medina (2004), plantea un resumen de problemas y propuestas planteadas a nivel internacional:

#### a) Problemas



- Falta de ordenamiento en la actividad pesquera.
- Ausencia de reglas, planes de desarrollo y aplicación de normatividad.
- Incremento sostenido de la capacidad de pesca mundial (flotas y número de pescadores).
- Sobreexplotación de especies marinas más comerciales.
- Utilización de artes de pesca inadecuados.
- Reducción de las capturas pesqueras.
- Creciente nivel de contaminación del ecosistema marino.

b) Propuestas

- Establecimiento y aplicación de leyes, reglas y formas de planificación de la actividad pesquera.
- Reducción de la capacidad de pesca (programa de retiro de licencias de pesca).
- Delimitación de áreas de explotación y especies.
- Apoyo a formas alternativas de producción pesquera (Acuicultura y Maricultura).
- Apoyo en investigación, financiamiento y reformas sobre los derechos de propiedad (durabilidad, transferibilidad, flexibilidad en el uso, etc.).
- Reconstrucción de la población pesquera, limitando el acceso a ciertas áreas sobre-explotadas.

Cabe señalar que estos problemas y propuestas, no difieren en gran forma del entorno internacional y nacional que vive la pesca y la acuicultura en el presente año.

Por su parte, Del Toro (2012), enmarca las líneas de acción en un modelo de innovación vinculado principalmente al área del conocimiento de las ingenierías partiendo de nueve líneas de acción:

- a. Mayor inversión para la innovación.
- b. Atención a la demanda.
- c. Desarrollo de tecnologías e insumos.
- d. Sistemas de información.

- e. Formación y desarrollo de recursos humanos.
- f. Infraestructura para la investigación.
- g. Estrategia de validación, transferencia de tecnología y masificación del conocimiento y la tecnología.
- h. Aseguramiento de la calidad y garantías de la propiedad intelectual de los resultados de innovación.
- i. Sistema de evaluación del modelo.

### **Análisis de la problemática en los eslabones de la cadena productiva**

El estado de Sinaloa, cuenta con diferentes eslabones dentro de la cadena productiva en la pesca. El primero de ellos, es en el que se concentran la alta población de pescadores en el estado, así como los diferentes proveedores de insumos y servicios. El segundo de los eslabones se centra en el congelado, enlatado y reducción de los productos del sector pesquero. El tercero, es referente al mercado y comercialización, donde se enfoca principalmente a los mercados extranjeros. Y el último eslabón, es el consumidor final, el cual depende la producción, ya sea consumidor nacional o extranjero.

Figura 2. Principales eslabones de la cadena productiva de la pesca



Fuente: elaboración propia con datos de Agenda de Innovación del Sector Floricultura, 2011

Dentro de los eslabones de la cadena productiva, se puede esbozar diversos grupos enfocados a la problemática que aqueja al sector, no solo del estado de Sinaloa, sino de manera general a México.

a) Productividad

Tomando como referencia el desarrollo del sector, la productividad es el principal elemento en el cual, se centran las políticas públicas enfocadas en diversas variables.

La primer variable se enfoca en el ámbito de la calidad y el cuidado de los ecosistemas y el hábitad, es decir, la aportación del sector pesquero y acuícola del estado en las medidas orientadas al desarrollo sustentable.

Según las estadísticas de la SEMARNAT, la contaminación de las aguas en el noroeste de México, son las siguientes: de 1998 a 2001, aumento el porcentaje de agua aceptable, al pasar de 56% a 88%. Por su parte, el territorio de aguas poco contaminadas disminuyó de 35% a 8% en el mismo periodo, lo cual señala la importancia del cuidado de los ecosistemas y el hábitad en la región noroeste del país. Y por último, la alta contaminación se incrementó de 14% a 18% en el mismo periodo.

Por tal motivo, la importancia de restaurar el hábitad y los ecosistemas, se enfoca en realizar evaluaciones y diagnósticos de impacto para el mejor aprovechamiento del mismo. Contar con un análisis de impacto de los principales ecosistemas y hábitad en el estado, se ajusta como una de las principales metas, así como la implementación y formulación de un Plan de reforestación de los ecosistemas en el estado, para el mejor aprovechamiento en el incremento de la producción.

Según el Diagnostico Sectorial del Estado de Sinaloa 2010, los recursos naturales de Sinaloa no se explotan sustentablemente. Si bien es cierto que se

deben cumplir normas para la extracción del recurso, no son suficientes para lograr una explotación racional. Por ejemplo, en el caso de la agricultura el uso y manejo inadecuado del agua de riego ha contribuido a la salinización de grandes superficies de cultivo, donde se tienen 2,073 ha de suelos sódicos, 67,808 ha de suelos salinos, 55,584 ha de suelos salino sódicos, lo que da un total de 125,465 ha de suelo con algún problema de salinidad.

La segunda variable, se enfoca en la disminución del número de productores, por lo cual, se ve la necesidad del apoyo en asesoramiento y manejo de la producción a productores permanentes, el cual es considerado como el principal objetivo, basado en la estrategia de interacción con productores en el manejo de la producción.

La disminución del número de productores o unidades económicas en el estado a su vez, se debe a diversas variables de tipo económicas. En primer lugar, la variable de tipo de cambio, la cual se considera de vital importancia pues la adquisición de insumos se realiza principalmente del exterior. En segundo lugar, se considera la medidas de sanitarias y fitosanitarias implementadas como requerimiento de producción para la calidad e inocuidad de los alimentos. Como tercer variable, se considera el impacto del cambio científico y tecnológico relacionada con la edad, la cual se considera que los productores más longevos muestran una menos propensión a innovar, donde la innovación es considerada como variable determinante del desarrollo, crecimiento, productividad y competitividad de los sectores económicos.

#### b) Rentabilidad

La problemática principal que aqueja al estado de Sinaloa para el incremento de la rentabilidad, es la limitada infraestructura para el manejo del producto. Por tal motivo, el objetivo es atender los problemas relacionados desde los insumos hasta la comercialización del mismo, incentivado la el nivel de producción y el nivel de producción per cápita por hectárea. Un segundo problema enfocado a la

rentabilidad, son los costos elevados de los insumos o materias primas y el procesamiento de la producción. Dicho problema afecta la generación de mayores rendimientos, los cuales incrementan los costos y la desvinculación con las economías de escala. El objetivo general de esta problemática se basa en generar mayores rendimientos, mediante la integración de las economías de escala, donde la principal estrategia es la formación de diversas empresas centradas en una integradora que cumpla el objetivo, así como vincular las actividades de procesamiento a esta integración en la generación de economías de escala.

#### c) Comercialización

El principal problema de la comercialización es la exigencia de los mercados nacionales e internacionales en la producción de calidad del producto. En este sentido la certificación del proceso se vuelve de suma importancia en la diferenciación del producto en ambos niveles. Dicha diferenciación traería como producto final, productos con alto valor agregado el cual incrementara en ventaja en el contexto internacional principalmente, lo que ocasionaría al sector estatal un incremento en los ingresos vía demanda. Por tal motivo, se pretende la certificación del proceso de producción, principalmente la certificación de las aguas y ecosistemas, por parte de la Secretaria de Salud en México y Organismos correspondientes.

La dependencia del sector primario en México, se desenvuelve en todos los ámbitos del sector, así pues la concentración del comercio exterior en el país vuelve poco rentable al no existir una diversificación tanto de productos como de mercados. La elaboración de un estudio de mercado, enfocaría las necesidades de demanda en el mercado internacional, lo cual mediante la certificación del proceso de producción y la toma de medidas sanitarias y fitosanitarias, crearan una mayor demanda del producto.

#### d) Organización

La organización en el sector muestra un deterioro en los últimos años, pues la desvinculación de los productores con instituciones públicas y privadas no se ha homogenizado. En este sentido, la desvinculación del marco regulador (programas, reglas, leyes etc.) dificulta la organización y competitividad del sector. El principal objetivo se basa en inducir a los productores a la normativa del marco legal y el manejo sustentable de la actividad a realizar. Así pues, se realizar un programa de capacitación continua, para el aprovechamiento de programas y leyes que se suscriben en el sector, mediante la capacitación del marco legal.

#### d) Institucionalidad

Este enfoque se basa en el desconocimiento por parte de los productores de los programas públicos. Es esencial la integración de la totalidad de productores señalando y destacando la importancia legal, económica e institucional del mismo. Por otra parte, el desconocimiento de programas de apoyo tanto federales y estatales por parte de los productores, como las reglas de operación publicadas anualmente.

#### e) Financiamiento

Las limitaciones técnicas y económicas de las unidades de producción que impiden el funcionamiento e innovación de las mismas, así como la falta de liquidez y gestión en las negociaciones. Asegurando la calidad del producto desde los insumos hasta la producción, enfocándose en la implementación de la gestoría institucional y márgenes de ganancia en la actividad, es decir el incremento del valor agregado y nuevo productos que generen una mayor competitividad. Con objetivo se tiene que ampliar la gestión empresarial, en lo referente a recursos humanos, administración, producción y comercialización, de las empresas y productores en el estado. Mediante la creación de mecanismos de financiamiento, así como facilitar herramientas y técnicas en la negociación y gestoría del financiamiento.

#### f) Sanidad acuícola

La principal problemática para este rubro es el equipo inadecuado para el manejo y conservación de los producto en todo el proceso de producción, por tal motivo el objetivo principal es el manejo higiénico de la producción en los referente al equipamiento e infraestructura, lo cual se desarrollara con la habilitación e innovaciones en la infraestructura y equipo para la conservación y manejo en cuestiones de sanidad e inocuidad, incrementando los niveles tecnológicos de la producción.

### Caracterización del sector pesquero en Sinaloa

El sector de la pesquero en Sinaloa aporta en promedio el 8.0% del producto interno bruto del sector primario estatal y el 2.13% a nivel nacional y, cuenta con el 5.52% de la los litorales a nivel nacional (SIAP-PESCA, 2010). A nivel nacional, ocupa la segunda posición en producción de productos pesqueros en el año 2010 solo por debajo de Sonora. En total se producen 142 especies marinas, de las cuales la Sardina, Túnidos y Camarón representan las tres especies con mayor volumen de producción en los últimos diez años.

Cuadro 2.- Sinaloa: serie histórica de la producción pesquera de la entidad, 2001-2010 (peso vivo en toneladas)

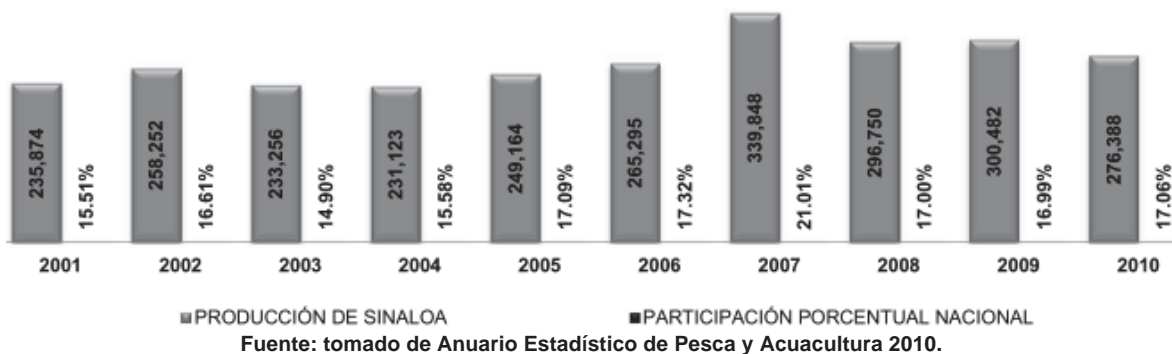
ESPECIE	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
<b>TOTAL</b>	<b>235,874</b>	<b>258,252</b>	<b>233,256</b>	<b>231,123</b>	<b>249,164</b>	<b>265,295</b>	<b>339,848</b>	<b>296,750</b>	<b>300,482</b>	<b>276,388</b>
SARDINA	75,579	80,680	53,736	67,098	74,143	96,198	119,215	96,706	120,522	90,069
TÚNIDOS	74,968	93,401	93,729	82,247	88,661	64,244	101,385	86,123	64,463	71,802
CAMARÓN	37,073	38,003	38,431	32,727	45,764	60,076	66,255	60,441	55,838	59,498
MOJARRA	3,911	6,188	5,983	5,214	5,393	5,903	7,243	4,755	6,974	9,192
JAIBA	4,685	3,119	1,890	2,980	5,460	9,775	10,406	13,071	6,499	6,226
TIBURÓN Y CAZÓN	2,202	2,604	4,050	4,510	5,218	5,478	7,483	7,500	5,569	5,596
CALAMAR	1,781	1,769	961	1,632	1,720	1,349	2,186	1,865	2,515	3,484
OTRAS	35,675	32,488	34,476	34,715	22,807	22,272	25,675	26,287	38,102	30,522

Fuente: tomado de Anuario Estadístico de Pesca y Acuicultura 2010.

Sinaloa participa con el 14.30% a nivel nacional en la producción de Sardina, ocupando el segundo lugar, con el 35.62% en la producción de camarón ocupando la primera posición, y el 54.89% en la producción de Túnidos ocupando la primera posición. En Mojarra ocupa la cuarta posición y en Jaiba la primera posición, es

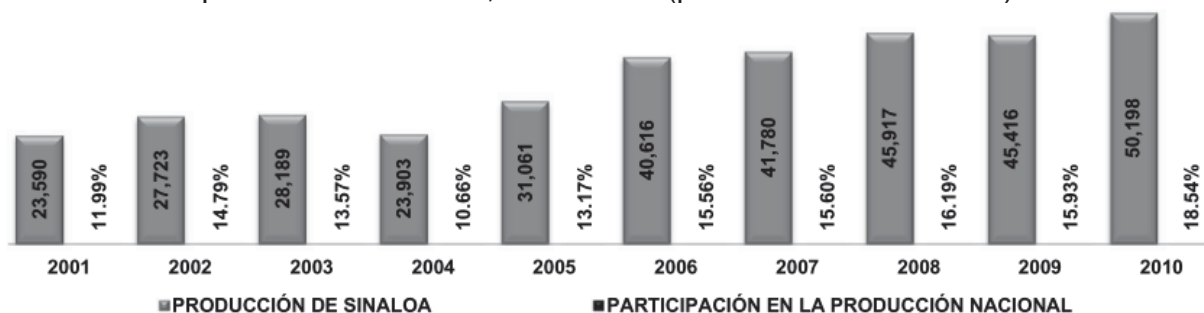
decir, en el entorno pesquero Sinaloa ocupa una de las posiciones privilegiada y de suma importancia al entorno nacional en la producción de estos productos. En los últimos diez años el estado ha participado en promedio con el 16.90%, mostrando el año 2007 como el de mayor participación con el 21.01%.

Figura 3.- Producción pesquera de la entidad y participación porcentual a nivel nacional, 2001-2010 (peso vivo en toneladas)



Referente a la producción acuícola, el estado participa en promedio con el 14.6% de la producción nacional y ocupa la segunda posición en el periodo 2001-2010. En el año 2010, el producto camarón ocupa la primera posición en producción en esta modalidad al representar el 79.0% de la producción estatal y el 37.85% de la producción nacional. El resto de los productos en esta modalidad representa el 21.0% de la producción estatal y se compone de los productos como la mojarra, bagre, lobina, carpa y ostión. Dentro de la estructura geográfica el estado pertenece al litoral del Pacífico, y participa con el 18.16% de la producción a nivel del litoral.

Figura 4.- Sinaloa. producción estatal y participación porcentual a nivel nacional en la producción acuícola, 2001-2010 (peso vivo en toneladas)

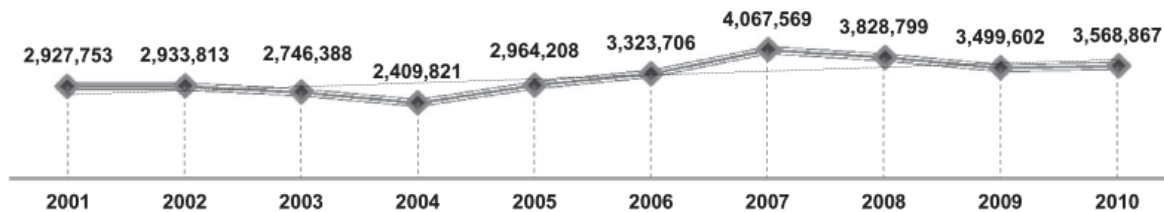




Fuente: tomado de Anuario Estadístico de Pesca y Acuicultura 2010.

El valor de la producción en los diferentes rubros de la pesca en el estado de Sinaloa, lo convierten en el principal estado con mayor valor a la producción, es decir, ocupa la primera posición respecto al resto de las entidades federativas y del litoral del Pacífico.

Figura 5.- Sinaloa: valor de la producción pesquera: captura y acuicultura, 2001-2010 (miles de pesos)



Fuente: tomado de Anuario Estadístico de Pesca y Acuicultura 2010.

Los factores de la producción en el estado de Sinaloa hacen de la pesca una actividad redituable con alto potencial económico y de crecimiento. En este sentido, se cuentan con una población de 43,453 de pescadores para el año 2010. Así mismo, cuenta con 762 embarcaciones mayores, 77 plantas pesqueras, 11,828 embarcaciones ribereñas y 736 unidades de producción acuícola (SIAP-PESCA, 2010).

### **Problemática y líneas de acción**

Aunque los principales problemas del sector pesquero y acuícola de Sinaloa son diversos, como lo es la propia realidad de este campo, se podría concentrar en los siguientes aspectos

Por un lado, como consecuencia del desarrollo económico, tecnológico y urbano, se han producido determinados niveles de alteración de los ecosistemas costeros, los cuales requieren ser conservados y/o restaurados para mantener nuestra biodiversidad así como asegurar los servicios ecológicos que nos brindan

nuestros recursos naturales, así como mantener las actividades primarias de la entidad en aceptables niveles de eficiencia económica y social.

Estas alteraciones pueden producir impactos negativos en las actividades económicas propias de este sector, es decir, en las pesquerías comerciales como las de camarón, atún, jaiba y pesquería de diversas especies de escama, entre otras, así como en el cultivo de diversas especies donde destaca el camarón, la tilapia y el ostión.

Un problema particular en los valles donde el desarrollo agrícola es mayor, es la contaminación por diversos compuestos y sustancias utilizados en los productos agroquímicos, además de la contaminación por metales pesados que se bioacumulan en los organismos que pescamos o cultivamos, lo cual podría tener consecuencias para la condición de la vida humana.

Como hace falta una mayor diversificación de la pesca y la acuicultura, las poblaciones de especies comerciales, que constituyen las pesquerías tradicionales se sobreexplotan. En este sentido la identificación y exploración de recursos pesqueros potenciales es una tarea permanente.

En tanto que en la acuicultura se experimenta con el cultivo y/o engorda de algunos recursos con potencial acuícola como los pargos, jureles, corvina y pepino de mar, entre otros.

Por otro lado, tanto en las pesquerías como en la acuicultura se tiene sistemas de producción desarticulados. Por una parte se extraen grandes cantidades de biomasa de productos pesqueros para la fabricación de alimentos para los cultivos, de manera que el desarrollo de la acuicultura ejerce mayor presión sobre los recursos, lo cual es conocido como la trampa del pescado.

La falta de un ordenamiento territorial costero que defina políticas de usos del suelo apropiado en las diversas zonas costeras. Otro problema es la falta del

marco normativo en el sector pesquero y medio ambiente, así como la falta de cumplimiento y coordinación de los diferentes niveles de gobierno para su aplicación.

Otro tipo de problemas tiene que ver con el desorden que impera en las pesquerías comerciales más importantes, así como la disputa por los recursos naturales entre actividades económicas como la pesca y el turismo o entre la pesca comercial y la deportiva – recreativa. De ahí la necesidad de un ordenamiento pesquero de todo el sector a la luz del ordenamiento del territorio y las políticas específicas en las zonas costeras.

Otro tipo de problemas están relacionados con la falta de recursos y escasa inversión en la investigación científica en el ramo pesquero, tanto del gobierno como de la iniciativa privada. Igualmente se requiere una verdadera y más deficiente vinculación entre la academia y los sectores productivos. En este mismo sentido, hacen falta programas de extensionismo y transferencia tecnológica por parte de las instituciones educativas y centros de investigación.

Para el mayor desarrollo de la acuicultura hace falta establecer plantas piloto de producción de alevines y de engorda de nuevos recursos acuícolas, para dar el salto y poder escalar a laboratorios debidamente equipados para la producción comercial de semillas para su cultivo y estar en condiciones de diversificación de actividades productivas en los campos de las pesquerías y acuicultura.

De la problemática anterior se desprende la necesidad de estructurar un plan estratégico estatal de pesca y acuicultura que de orientación a la verdadera política en este sector.

Ahora bien, la ciencia y la tecnología puede contribuir a resolver estos problemas, es cuestión de orientar los esfuerzos y los recursos a la Innovación en

proceso de industrialización que agregue valor a los productos de la pesca y la acuicultura.

Es necesario también llevar a cabo procesos de transferencia tecnológica a los sectores productivos y desarrollar nuevos conocimientos en las áreas emergentes, sin dejar de realizar investigación para atender necesidades específicas. Es necesario centrar la atención en proyectos de alto impacto en el sector que se traduzcan la obtención de mayores beneficios económicos y sociales.

Se puede contribuir también a través de una mayor vinculación, ya sea para desarrollar paquetes tecnológicos por cultivo o inclusive adoptando y adaptando tecnologías ya probadas en otras regiones.

Ahora que el problema de las recurrentes y más comunes sequías, es necesario contribuir desde la investigación científica en el manejo del agua como uno de los recursos fundamentales para el desarrollo, incluyendo el manejo apropiado de las aguas pluviales y las residuales, aprovechando la las nuevas tecnologías ya existentes para ello e innovar en las mejores formas de usar eficientemente este recurso cada vez más valioso. Al mismo tiempo que se socializa el conocimiento científico en la sociedad, se contribuye a la conformación de una cultura y de mayor conciencia del ciudadano en el cuidado de los recursos naturales y del ambiente que garantice un verdadero desarrollo sustentable.

En ese sentido retomamos el cuadro que proponen Retamoza López A. y Castañeda Lomas N. (2013), en el libro de Sinaloa: Ciencia, tecnología e innovación sobre las estrategias y líneas de acción en el campo de la pesca, Acuicultura y zonas costeras:

**Cuadro 3.- Lista preliminar de proyectos en la pesca**

<b>PESCA</b>	
<b>Objetivo Estratégico 2.- Evaluar los recursos existentes en el sector.</b>	
<b>Estrategia</b>	<b>Líneas de acción</b>

2.1.- Conocer con precisión la disponibilidad de recursos pesqueros para pesca de litoral y de ribera.	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Evaluación biológica, económica y social de las principales pesquerías a nivel regional y por sistema lagunar en el Estado. Centrando la atención en los principales recursos pesqueros como el camarón, la jaiba, el atún y sardina, entre otros</li> <li>○ Adoptar en la medida de lo posible el enfoque eco sistémico en la evaluación y manejo de los recursos pesqueros.</li> </ul>
2.2.- Fortalecer la investigación en recursos potenciales en el litoral para la diversificación de la producción.	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Innovación y/o adopción de nuevas tecnologías de captura para los nuevos recursos pesqueros.</li> <li>○ Diversificación de la producción a nuevos productos con mayor valor agregado.</li> </ul>
<b>Objetivo estratégico 3.- Optimizar el manejo de recursos pesqueros</b>	
3.1.- Impulsar el Co-manejo y el Desarrollo Comunitario.	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Promoción del co-manejo como la forma más apropiada de toma de decisiones en el uso de recursos pesqueros.</li> <li>○ Apoyo a las acciones colectivas en el aprovechamiento de los Recursos Pesqueros de Uso Común</li> </ul>
3.2.- Extender el manejo compartido por cuotas de captura.	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Impulso de esta forma de manejo de en recursos pesqueros donde se facilite.</li> <li>○ Fomentar la visión empresarial moderna, que busque administrar la captura para lograr mejores precios.</li> <li>○ Apoyar una mayor vinculación entre productores y empresarios dedicados a la transformación del producto.</li> </ul>
3.3.- Consolidar el Manejo estatal de recursos estratégicos y recursos de uso común.	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Asignación social y económicamente más conveniente para la sociedad a través de garantías, permisos y concesiones.</li> </ul>
3.4.- Determinar áreas marítimas protegidas, como zonas de acceso restringido por ser refugio y zonas de crianza de diversas especies.	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Definición de Áreas Marinas Protegidas para la protección de la biodiversidad marina y el aseguramiento del reclutamiento de especies de interés comercial.</li> </ul>
3.5.- Estructuración y ejecución de planes de manejo por pesquerías y/o por ecosistemas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Integración de todos los usuarios de los recursos y diferentes niveles de gobierno contemplados en el marco normativo en la operación del plan de manejo.</li> <li>○ Adopción del marco normativo en sentido del desarrollo sustentable.</li> </ul>
<b>Objetivo estratégico 4.- Conservación y restauración de humedales.</b>	

4.1.- Fortalecer el uso responsable de los recursos que predominan en los sistemas lagunares, humedales y marismas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Uso alternativos de menor impacto de los recursos naturales que abonen al aprovechamiento sustentable.</li> </ul>
4.2.- Aumentar las acciones de conservación de todos los sistemas lagunares.	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Creación de un programa de acciones para la conservación de todos los sistemas lagunares.</li> <li>○ Programa de restauración de los sistemas de Huizache Caimanero y Marisma Las Cabras y Teacapán en la región sur del Estado.</li> </ul>
<b>Objetivo estratégico 5.- Fortalecer el Desarrollo comunitario</b>	
5.1.- Consolidar el desarrollo comunitario y los beneficios económicos para las comunidades pesqueras.	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Desarrollo de programas de extensionismo rural en comunidades pesqueras.</li> <li>○ Realización de estudios de desarrollo comunitario con base en la disponibilidad de recursos pesqueros de las comunidades.</li> <li>○ Desarrollo de capacidades locales a través de planes de negocio de proyectos comunitarios.</li> <li>○ Diseñar y operar programas de capacitación que busque incubar elementos clave de éxito de las organizaciones pesqueras y sus comunidades.</li> </ul>
<b>Objetivo estratégico 6.- Aumentar el reciclado y reúso de materiales para el aprovechamiento sustentable de recursos naturales.</b>	
6.1.- Mejorar el uso eficiente del reciclaje y reúso de materiales.	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Impulso de proyectos tecnológicos para el reciclado y reúso de materiales.</li> <li>○ Desarrollo de Eco tecnologías.</li> <li>○ Favorecer el uso de nuevas fuentes de energía en el sentido de la sustentabilidad.</li> </ul>
<b>Objetivo estratégico 7.- Consolidar el procesamiento, la comercialización y el consumo de productos pesqueros</b>	
7.1.- Promover proyectos productivos para agregar valor a las capturas y diversificación de productos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Desarrollo de procesos y productos innovadores en la industria de alimentos de productos marinos que busquen una mayor diversificación de productos con mayor valor agregado.</li> <li>○ Impulso de proyectos comerciales apoyados en la mercadotecnia.</li> </ul>
7.2.- Determinar usos y utilidad de la fauna de acompañamiento de la pesca de altamar.	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Búsqueda de alternativas de uso de la pesca incidental de las embarcaciones mayores</li> </ul>
7.3.- Proyectar la comercialización y comercio justo en mercados atractivos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Desarrollo de esquemas organizacionales para la mejor</li> </ul>

	<p>comercialización de la producción en el mercado nacional y extranjero.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Fomentar en el mercado nacional una relación directa entre productores y consumidores.</li> <li>○ Promover el establecimiento de alianzas estratégicas para mejorar la comercialización</li> <li>○ Brindar al productor alternativas de mercados para la colocación de su producto.</li> </ul>
7.4.- Fomento al consumo nacional y estatal.	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Adopción de campañas estrategias promocionales de consumo de productos pesqueros.</li> </ul>

**Fuente:** Retomado de Retamoza López A. y Castañeda Lomas N. Agenda estaratégica en ciencia, teconología e innovación para el sector pesquero y acuícola en Sinaloa. En Sinaloa: Ciencia, tecnología e innovación. (2013) Alonso Bajo R.

**Cuadro 1.- Lista preliminar de proyectos en la acuicultura**

<b>Objetivo estratégico 1.- Aplicar atención especial a las pesquerías acuiculturales (embalses)</b>	
<b>Estrategias</b>	<b>Líneas de Acción</b>
1.1.- Determinar la calidad del agua y productividad de los embalses.	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Determinación de la calidad del agua y productividad de las presas Picachos, Comederos y Bacurato.</li> </ul>
1.2.- Consolidar la producción de alevines, la selección y el mejoramiento genético.	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Incremento sustancial de la producción de alevines con base en la mejor selección y mejoramiento genético.</li> <li>○ Recuperar los centros de producción de alevines</li> </ul>
1.3.- Ampliar la resiembra de embalses y los cultivos en jaulas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Aumentar las cantidades de alevines de resiembra y de cultivos en jaulas.</li> </ul>
1.4.- Fortalecer los planes de manejo y programar oportunamente las capturas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Programación de las capturas conforme la dinámicas de los precios del mercado.</li> </ul>
1.5.- Mejorar los programa de vigilancia	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Apoyo a programas de vigilancias con la mayor participación de los usuarios directos.</li> </ul>
<b>Objetivo estratégico 2.- Determinación de sistemas de producción alternativos y amigables con el medio ambientes.</b>	
2.1.- Diseño de sistemas integrales de policultivos y sistemas cerrados y cero recambios.	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Promoción a diferentes escalas desde la familiar a la empresarial de Sistemas cerrados integrales de policultivos con cero recambios.</li> </ul>
2.2.- Asegurar el reúso del agua y	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Fomento de la cultura del reúso y del</li> </ul>

nutrientes residuales	<p>reciclaje del agua y de nutrientes residuales.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Adopción de estándares en el manejo de los residuos para el re-uso en la producción.</li> </ul>
<b>Objetivo estratégico 3.- Mejorar la producción de alimento para la acuicultura</b>	
3.1.- Indagar alternativas de fuentes de proteínas de subproductos locales tanto de provenientes del mar y de la agricultura.	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Investigación en cereales, leguminosas, macro y micro algas, peces y otros organismos.</li> <li>○ Ampliar la producción de alimento natural.</li> </ul>
<b>Objetivo estratégico 4.- Desarrollo y producción de nuevos alimentos balanceados para el cultivo de nuevas especies.</b>	
4.1.- Diversificación de alimentos balanceados para especies en vías de ser cultivadas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Apoyo a plantas productoras de alimentos, así como a centros de investigaciones e Instituciones de Educación Superior que trabajan en esta línea.</li> </ul>
4.2.- Asegurar la reproducción de organismos y producción de semilla a escala comercial.	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Incentivar la instalación de laboratorios productores de semilla.</li> <li>○ Mejorar la selección de organismos utilizando la genética de poblaciones</li> </ul>
<b>Objetivo estratégico 5.- Desarrollo de la Maricultura</b>	
5.1.- Asegurar la creación y adopción de nuevas tecnologías enfocadas al cultivo.	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Generación y adopción de tecnologías y protocolos de producción a nivel estatal, desarrollados en el sentido de la sustentabilidad.</li> <li>○ Acrecentar el cultivo y engorda de peces marinos en jaulas, ranchos y esferas.</li> <li>○ Diversificación de especies cultivables y cultivo de nuevas especies: corvina blanca, pargo, jureles, puyequé entre otros.</li> </ul>
5.2.- Consolidar un sistema de registro de variables ambientales propias para la maricultura.	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Desarrollo de Tecnologías de registro y monitoreo ambiental marítimo.</li> <li>○ Determinación, caracterización y selección de sitios apropiados para la maricultura.</li> </ul>
<b>Objetivo estratégico 6.- Fortalecer alternativas de recursos disponibles .</b>	
6.1.- Proponer fuentes de energía renovables y desarrollo de biotecnologías	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Producción de biodiesel a partir de microalgas.</li> <li>○ Utilización de la biomasa disponible de macroalgas.</li> <li>○ Búsqueda de alternativas alimenticias, médicas y de uso industrial</li> </ul>
<b>Objetivo estratégico 7.- Aplicación de la Ingeniería genética.</b>	
7.1.- Utilización de la genética aplicada orientada al desarrollo de la acuicultura	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Creación y apoyo a laboratorios de genética aplicada.</li> </ul>



7.2.- Desarrollo de tratamientos a diversas patologías.	o Adopción de protocolos de tratamiento.
---	--

Fuente: Retomado de Retamoza López A. y Castañeda Lomas N. Agenda estaratégica en ciencia, teconología e innovación para el sector pesquero y acuícola en Sinaloa. En Sinaloa: Ciencia, tecnología e innovación. (2013) Alonso Bajo R.

## Conclusión

La importancia de la soberana alimentaria y las medidas de calidad y cantidad de los productos alimenticios se ha vuelto detonante del sector y por ende, factor elemental en la evolución del mismo en términos económicos, políticos, sociales y culturales.

La problemática y líneas de acción del sector pesquero se encuentra en una fase donde pueden ser aplicadas nuevas formas de conocimiento, transferencia y creación de nuevos conocimientos y tecnologías, así como la formación de recursos humanos de alta calidad.

Desde la perspectiva de la situación analizada de la pesca, la acuacultura y la dinámica de la zona pesquera, así como la vinculación entre la Ciencia, Tecnología e Innovación y los actores claves en el proceso de producción del sector pesquero en el estado de Sinaloa, se vuelve fundamental para el desarrollo del mismo, la existencia y consolidación de programas de posgrado inscritos en el PNPC del CONACYT como lo es la Maestría en Ciencias en Recurso Acuáticos de la FACIMAR.

### 1.4. Programa Integral de Fortalecimiento Institucional (PIFI)

Dentro de los PIFI's desde el 2008-2009 al 2012-2013 y en actual bajo dictamen 2014-2015 se ha planteado la necesidad de responder a demandas regionales en materia de investigación y desarrollo tecnológico pesquero y protección al ambiente. La Facultad de Ciencias del Mar cuenta con dos

Programas Educativos certificados a nivel de licenciatura, Pesquerías y Acuicultura, y una tercero que recién egreso la primera generación de Gestión de Zona Costera que constituye el antecedente directo de este proyecto.

La Maestría en Ciencias en Recursos Acuáticos responde a las necesidades de continuidad en la formación de recursos humanos altamente calificados para desarrollar investigación en el ámbito de las ciencia pesquera, acuícola y de manejo de zona costera en la región y a nivel nacional, y garantiza las competencias básicas para la formación doctoral. El Programa de Posgrado que se presenta se elaboró y actualizó por un equipo multidisciplinario de profesores e investigadores de la FACIMAR y de las autoridades de la UAS. Se tomaron en cuenta las opiniones y sugerencias de profesores-investigadores de otras instituciones nacionales de prestigio y se mantuvo la congruencia con las políticas educativas de la SEP, los planes de desarrollo estatal y nacional así como lo establecido en el Plan de Desarrollo Institucional Consolidación 2017 de la Universidad Autónoma de Sinaloa.

## **II. Características del Programa**

### **Nombre del programa.**

MAESTRIA EN CIENCIAS EN RECURSOS ACUÁTICOS

### **Orientación del programa.**

PROGRAMA DE MAESTRÍA CON ORIENTACIÓN A LA INVESTIGACIÓN

### **DES de Adscripción**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SINALOA  
FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR

**Total de Créditos incluida la Tesis: Mínimo 93 créditos**

### **III. Visión**

Se pretende aplicar estrategias y políticas en el posgrado para que en el futuro inmediato se consolide como un programa de calidad y pertinencia a las necesidades del sector acuícola y pesquero regional y nacional, comprometido con el uso responsable de los recursos acuáticos y la protección de su ambiente, de tal manera que en el corto plazo se incorpore al circuito científico nacional e internacional.

### **IV. Misión**

Formar recursos humanos de alto nivel con conocimientos en el ámbito científico y tecnológico para que sean capaces de responder a las necesidades del sector acuícola y pesquero de manera responsable y comprometida con la sustentabilidad, apoyados en un Núcleo Académico Básico, en los Cuerpos Académicos, Redes y grupos de investigación. Promover, diseñar, desarrollar, innovar y aplicar la investigación para generar nuevo conocimiento de acuerdo con la evolución de las necesidades del sector acuícola y pesquero a nivel regional, nacional e internacional. Asimismo, generar en los postgraduados conocimientos relacionados con la importancia del adecuado uso, manejo, restauración y protección de los humedales y ambientes acuáticos relacionados con dichos sectores.

### **V. 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 acuícola, pesquera 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 y conservación de los recursos acuáticos, capaces

de dar respuesta a las necesidades sociales del entorno y contribuir al desarrollo científico del Estado y del país.

## **VI. Perfiles**

Con el propósito de asegurar una alta eficiencia terminal a nivel nacional, así como asegurar que el postgraduado de Maestría tenga éxito en el desarrollo eficientemente de sus actividades académicas y de investigación, se han definido los siguientes perfiles para el ingreso y egreso al programa.

### **6.1. Perfil de Ingreso**

Los interesados en ingresar y participar como estudiante en el Programa de Maestría en Recursos Acuáticos deben demostrar suficientemente a través de documentos, poseer el grado de licenciatura y pertenecer en su formación y trayectoria académica al ámbito de las ciencias agropecuarias o afines a los objetivos del programa; en su trayectoria como estudiante de licenciatura debió haber obtenido como mínimo promedio de 8 o su equivalente en otras escalas de calificación; debe mostrar suficiente conocimientos y dominio del idioma inglés que le permita desarrollar todas las actividades académicas que supone el program; debe tener la capacidad de 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 maestría; ha de establecer el compromiso de dedicación exclusiva y de tiempo completo a las actividades inherentes de la maestría; debe de ser capaz de analizar problemas y plantear soluciones en áreas relacionadas con las ciencias agropecuarias, proceso en el cual debe mostrar responsabilidad, espíritu, constancia y disciplina para el trabajo académico y manifestar su compromiso de servicio en la transformación de su contexto social. Deberá tener una actitud de superación personal, espíritu de trabajo, de colaboración en su formación académica y disposición al trabajo interdisciplinario.

## 6.2 Requisitos de Ingreso

- Poseer el grado de Licenciatura en alguna de las disciplinas de las ciencias agropecuarias y exactas afines al programa
- Haber obtenido en la licenciatura como mínimo promedio de 8 o su equivalente en otras escalas de calificación
- Mostrar conocimientos del idioma inglés con un mínimo de “400” puntos en la escala de TOEFL.
- Firmar compromiso de dedicación de tiempo completo y exclusivo al programa de maestría.
- Presentar el EXANI III del CENEVAL
- Entrevista con la comisión de ingreso.

## 6.3 Perfil del Egresado

El egresado de la Maestría en Ciencias en Recursos Acuáticos tiene la capacidad de participar en la elaboración de proyectos de investigación relacionados con la actividad pesquera, acuícola y protección ambiental inherentes a la producción y aprovechamiento sustentable y protección de los recursos acuáticos. Cuentan 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 egresado del programa de maestría tiene capacidades que le permiten incorporarse rápida y eficientemente al mercado laboral propio de las ciencias agropecuarias, tanto en el terreno de la empresa, en el ámbito del gobierno así como en la estructura de las organizaciones de la sociedad, específicamente en los campos del desarrollo acuícola, pesquero y de

las zonas costeras. El Maestro en Ciencias en Recursos Acuáticos puede 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 acuícola y pesquero. Y como opción, el egresado del Programa, tiene las capacidades de establecer su propia alternativas laborales en donde aplica todas sus capacidades y conocimientos, contribuyendo de esa manera al desarrollo económico de la entidad y del país.

#### **6.4 Tiempo para la Obtención del Grado (Eficiencia Terminal)**

El Programa Educativo de la Maestría en Ciencias en Recursos Acuáticos se organiza de tal manera para que el alumno lo curse dos años y se titule los siguientes 5 meses, todo ello con el, argumentando que la Facultad de Ciencias del Mar cuenta con un porcentaje importante del personal académico con posgrado (17 doctores y 1 maestro en Ciencias) y organizado en 6 Cuerpos Académicos en donde se desarrolla investigación básica y aplicada. Asimismo, cuenta con Laboratorios Generales y de Investigación con equipamiento especializado, cuenta con acceso a Bibliografía especializada en las áreas de interés del Programa Educativo, por tales razones en promedio se logra un 60% de eficiencia terminal a los 2.5 años y un 80% de titulación a los 3 años en las primeras 4 generaciones.

### **VII. 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 medio ambiente acuático. El objetivo principal de dichas iniciativas es conseguir la explotación sostenible de los recursos acuáticos vivos y de la acuicultura en el marco de un desarrollo

sostenible, sin olvidar las cuestiones ambientales, económicas y sociales. Es en este contexto la FACIMAR de la UAS, a través del Plan y Programa de Estudios de la Maestría en Ciencias en Recursos Acuáticos, pretende orientar sus actividades hacia la investigación y formación de recursos humanos de calidad.

### **7.1. Del Plan y Programa de Estudios**

El presente programa está orientado hacia la investigación, asimismo y con fundamento en el desarrollo de líneas bien definidas para atender problemas de la actualidad en el ámbito regional, nacional y mundial, entre los que se puede citar: a) Desarrollo de sistemas y biotecnias que permitan una producción sustentable de organismos acuáticos, b) Proponer mecanismos para la gestión de los recursos pesqueros, considerando los avances tecnológicos para la adquisición de información, así como el uso de nuevas tecnologías para evitar los daños ambientales y el desperdicio de fauna acompañante y c) Evaluación del impacto de la actividad humana sobre el medio ambiente acuático.

Así, el programa que se presenta tiene un enfoque en la formación de recursos humanos de alto nivel y 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 medio ambiente acuático.

Los aspectos académicos del modelo curricular presentan como principales características:

- **Presentar un contenido equilibrado entre actividades teóricas y prácticas, desde la incorporación del estudiante al programa, donde el estudiante participe simultáneamente en los cursos de las asignaturas y directamente en los proyectos de investigación en curso.**

- Atender tres campos del conocimiento orientados al aprovechamiento de los recursos acuáticos de manera responsable.
- Contar con una estructura flexible y con apertura 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.
- Promover el trabajo interdisciplinario e interinstitucional.
- Establecer como prioridad el fortalecimiento del proceso de formación de investigadores, incorporándolos desde el inicio de su programa de maestría, en proyectos de investigación a cargo de los profesores-investigadores internos o externos de la maestría.
- Contar con una planta docente cuya base está constituida por investigadores de la FACIMAR-UAS, y apoyada por profesores invitados que trabajan como investigadores de reconocido prestigio en diversas instituciones de Educación Superior e Investigación nacionales y del extranjero.
- Ofrecer una atención personalizada durante toda la estancia en el posgrado por parte de un docente-investigador mediante un sistema de Tutorías.

## 7.2. De las Líneas de Investigación

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

- Investigación y desarrollo permanentemente de biotecnias por el personal docente adscrito al posgrado y con activa participación de los estudiantes.
- Estas líneas de investigación se desarrollan con base en la pertinencia de las mismas y enfocadas al contexto regional, nacional.



Las líneas de investigación que ofrece el programa de maestría son tres y se consideran varios ejes temáticos que permiten a los estudiantes abordar diversos proyectos de investigación y/o de desarrollo tecnológico.

### **1.1. Ejes temáticos de la línea de Desarrollo de sistemas para la producción sustentable de organismos acuáticos (L1):**

- Fisiología y cultivo de alimento vivo para la acuicultura
- Fisiología de fitoplancton y bioenergética
- Uso de nutraceúticos en acuicultura
- Manejo de la reproducción de peces y moluscos
- Genética, sanidad y nutrición de invertebrados de importancia acuícola.
- Biotecnología para el cultivo de peces, moluscos y crustáceos.
- Sistemas de recirculación y policultivos

### **1.2. Ejes temáticos de la Línea de Manejo sustentable de ambientes costeros (L2):**

- 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.

### **1.3. Ejes temáticos de la Línea de Aprovechamiento sustentable de recursos pesqueros (L3):**

- Manejo responsable de las pesquerías bajo los principios: precautorio, co-manejo, manejo adaptativo y compensatorio.

- Evaluación del estado actual de las pesquerías.
- Conocimiento en los recursos potencialmente pescables.
- Genética de poblaciones
- Participación en el diseño de políticas, estrategias e instrumentos en el manejo de actividades pesqueras bajo los principios de sustentabilidad.

### VIII. Mapa Curricular (Plan de Estudio) de la MCRA

<b>Materias Obligatorias (tronco común)</b>		
<b>PRIMER SEMESTRE</b> 33 créditos 20 hrs/sem	<b>Materia</b>	<b>Créditos</b>
	Bioestadística	11
	Introducción a las Ciencias Pesqueras	6
	Introducción a la Acuicultura	6
	Introducción a las Ciencias Ambientales	6
	Seminario de Investigación I	4
	<b>MATERIAS DE LAS ÁREAS TERMINALES (Optativas por Línea de Investigación)</b>	
	<b>Materia</b>	<b>Créditos</b>
<b>SEGUNDO SEMESTRE</b> 26 Créditos 16 horas/sem	Optativa 1	Mínimo 8
	Optativa 2	Mínimo 8
	Optativa 3	Mínimo 6
	Seminario de Tesis I	4
	<b>Materia</b>	<b>Créditos</b>
<b>TERCER SEMESTRE</b> 18 Créditos 11 horas/sem	Optativa 4	Mínimo 8
	Optativa 5	Mínimo 6
	Seminario de Tesis II	4
	<b>Materia</b>	<b>Créditos</b>
<b>CUARTO SEMESTRE</b> 16 Créditos 16 horas/sem	Seminario de Tesis III	16
<b>Total de Créditos</b>		<b>93</b>

## IX. Cursos Optativos por Línea de Investigación

<b>MATERIAS DE LAS ÁREAS TERMINALES (Optativas por Línea de Investigación)</b>		
<b>Línea de Investigación</b>	<b>Materia</b>	<b>Créditos</b>
<b>Desarrollo de sistemas para la producción sustentable de organismos acuáticos (L1)</b>	Avances en la reproducción de peces y su aplicación al manejo de reproductores	8
	Tópicos selectos en nutrición de organismos acuáticos	10
	Temas selectos de producción de alimento vivo	7
	Ecología acuática	8
	Temas selectos de sistemas de producción acuícola	
	Ecofisiología de organismos acuáticos	9
	Calidad del agua en sistemas acuícolas	7
	Reproducción de organismos acuáticos	8
	Temas selectos de cultivo de crustáceos	7
	Tópicos selectos en fisiología de organismos acuáticos	8
	Biología Celular y Molecular	8
	Fisiología de Microalgas	8
	Cultivo de moluscos	8
	Bioética	8
<b>MATERIAS DE LAS ÁREAS TERMINALES (Optativas por Línea de Investigación)</b>		
<b>Línea de Investigación</b>	<b>Materia</b>	<b>Créditos</b>
<b>Manejo sustentable de ambientes costeros (L2)</b>	Metodología de la investigación cualitativa	6
	Economía ecológica	8
	Educación ambiental	6
	Manejo integral de ambientes costeros	6
	Contaminación e impacto ambiental en ecosistemas costeros	8
	Toxicología de sustancias orgánicas (compuestos orgánicos persistentes) en organismos acuáticos	8
	Gestión ambiental en zonas costeras	8

	Biología de la conservación en zonas costeras	8
	Cambio Climático	8
	Ornitología marina	8
	<b>MATERIAS DE LAS ÁREAS TERMINALES (Optativas por Línea de Investigación)</b>	
<b>Línea de Investigación</b>	Materia	Créditos
<b>Aprovechamiento sustentable de recursos pesqueros (L3)</b>		
	Economía pesquera	8
	Estudios de stocks	8
	Ecología y restauración de manglares	8
	Técnicas computacionales para el análisis de información oceanográfica (MATLAB)	6
	Oceanografía física costera	10
	Ecología del zooplancton	8
	Análisis de riesgo	8
	Introducción al análisis demográfico	8
	Introducción a la Morfometría	8
	Sensores remotos	8
	Oceanografía pesquera	8
	Tópicos selectos en manejo de recursos pesqueros	8
	Tópicos selectos en evaluación de pesquerías	8
	Análisis avanzado de pesquerías	8
Ecología del reclutamiento	8	

## X. Perfil de Profesores

El posgrado de Maestría en Ciencias en recursos Acuáticos cuenta con un Núcleo Académico Básico (NAB) compuesto por 18 profesores, de los cuales, 17 tienen el grado de Doctor en Ciencias y 1 el grado de Maestro en Ciencias, cuyos contratos son definitivos y de tiempo completo (PTC). Además, 13 integrantes del NAB pertenecen al Sistema Nacional de Investigadores (SNI), 2 de los cuales son Candidatos a Investigador Nacional, 10 tienen el Nivel I y 1 profesor tiene el Nivel II. Todos los integrantes del NAB son profesores reconocidos por su experiencia en investigación, ya que se encuentran integrados en cuerpos académicos evaluados por el Programa de Mejoramiento del Profesorado de la Secretaría de Educación Pública (PROMEP-SEP). La mayoría de los integrantes del NAB están inscritos en el Programa de Becas al Desempeño Académico.

Además se cuenta con profesores invitados que gozan de reconocimiento nacional y/o internacional, los cuales podrán cubrir un máximo del 10% de los cursos y ofrecerán asesoría regular a los alumnos del programa.

## XI. Planta Académica

### 11.1 Núcleo Académico Básico

Tabla 1. Profesores e Investigadores de Tiempo Completo que constituyen el Núcleo Académico Básico de la Maestría en Ciencias en Recursos Acuáticos

Nombre	Grado	Nivel SNI	Especialidad	LGAC
Pablo Piña Valdéz	Dr	-	Ecología Marina	1
Gustavo A. Rodríguez Montes de Oca	Dr	1	Ecofisiología y Nutrición	1
Mario Nieves Soto	Dr	1	Ciencias Pecuarias	1
José Cristóbal Román Reyes	Dr	-	Acuicultura	1
Miguel Ángel Hurtado Olivas	Dr	1	Fisiología de Organismos Acuáticos	1
Ignacio Contreras Andrade	Dr	-	Química Biológica	1
Juan Manuel Audelo Naranjo	Dr	1	Acuicultura	1

David Serrano Hernández	Dr	C	Oceanografía Física	2
José Guillermo Galindo Reyes	Dr	1	Ecología	2
Martín Gabriel Frías Espericueta	Dr	2	Oceanografía Biológica y Pesquera	2
Daniel Benítez Pardo	Dr	1	Ciencias Marinas	2
José Isidro Osuna López	MC	1	Oceanografía	2
Juan Fernando Márquez Farías	Dr	1	Ciencias Pesqueras	3
Nicolás Castañeda Lomas	Dr	1	Economía Pesquera	3
Raúl Pérez González	Dr	1	Ciencias del Mar	3
Mercedes Marlenne Manzano Sarabia	Dra	1	Variabilidad climática y Sensores remotos	3
Guillermo Rodríguez Domínguez	Dr	-	Ciencias Pesqueras	3
Jorge Saúl Ramírez Pérez	Dr	C	Ciencias Marinas	3

## 11.2 Planta Académica que Apoya el Programa

Tabla 2. Personal Académico de la Facultad de Ciencias del Mar de apoyo a la Maestría en Ciencias en Recursos Acuáticos

Nombre del profesor	Grado académico	Categoría	Especialidad
M. Rosario Pacheco Marges	Dra.	PITC-Titular B	Acuicultura
María Julia Ochoa Izaguirre	Dra.	PITC-Titular B	Biología Marina
Ramón Enrique Morán Angulo	Dr.	PITC-Titular C	Ecología pesquera
Juan Francisco Arzola González	Dr.	Asignatura	Acuicultura
Mónica Anabel Ortiz Arellano	Dra.	Asignatura	Biología Marina
Laura Beatriz Rivera Rodríguez	Dra.	PITC-Titular B	Toxicología
Gildardo Izaguirre Fierro	Dr.	PITC-Titular B	Acuicultura
José Antonio Estrada Godínez	Dr.	PITC-Titular B	Acuicultura
Luis Miguel Flores Campaña	Dr.	PITC-Titular C	Acuicultura
Irasema Luis Villaseñor	Dr.	PITC-Titular B	Acuicultura
María Isaura Bañuelos Vargas	Dra.	PITC-Titular B	Acuicultura

Marisela Juárez Aguilar	Dra.	PITC-Titular B	Acuacultura
Emmanuel Martínez Montaña	Dr.	Estancia de investigación	Acuacultura
Librada Sánchez Osuna	M. C.	PITC-Titular B	Biología Marina
María A. Medina Jasso	M.C.	PITC-ASOCIADO D	Acuacultura
Adán Félix Ortiz	M.C.	PITC-ASOCIADO D	Acuacultura
Candelaria Valdez Pineda	M. C.	PITC-ASOCIADO D	Acuacultura
Francisco Javier Tapia Hernández	M.C.	PITC-ASOCIADO D	Desarrollo Rural
Jaime Renán Ramírez Zavala	M.C.	PITC ASOCIADO D	Ciencias Ambientales
Gloría Ana María Arroyo Bustos	M.C.	PITC-ASOCIADO D	Ciencias Biológicas
AVILA POVEDA OMAR HERNANDO	Dr.	Cátedras conacyt	Ecología Marina
SANCHEZ CARDENAS REBECA	Dra.	Cátedras conacyt	Ciencias Marinas
JIMÉNEZ GUTIÉRREZ LAURA REBECA	Rda.	Cátedras conacyt	Ciencias
ESCOBAR SANCHEZ OFELIA	Dra.	Cátedras conacyt	Ciencias Marinas
SAAVEDRA SOTELO NANCY CLAUDIA	Dra.	Cátedras conacyt	Ciencias
SALCIDO GUEVARA LUIS ANTONIO	Dr.	Cátedras conacyt	Ciencias Marinas

### 11.3. Profesores Propuestos para ser Invitados a Participar en el Programa

**Tabla 3. Profesores invitados al programa de maestría.**

Nombre	Institución	Especialidad
Dr. Mati Kahru	Institution of Oceanography, UCSD	Oceanografía Satelital
Dr. Javier Marcial de Jesús Ruiz Velazco Arce	Universidad Autónoma de Nayarit	Bioeconomía
Dr. Ángel Valdés	Department of	Biogeografía



	Biological Sciences, California State Polytechnic University	
Dr. Raymond T. Bauer	Universidad de Lousiana en Lafayette	Biología de crustáceos
Dr. Arnoldo Valle Levinson	University of Florida, Civil and Coastal Engineering	Biología de crustáceos
Dr. Emilio E. Beier	CICESE	Modelos Oceanográficos
Dr. Domenico Voltolina Lobina	CIBNOR	Acuicultura y Microalgas
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
Dra. Ma. Robledo M.	UAN	Contaminación Acuática
Dr. José Farías Sánchez	ITMAR	Acuicultura
Dr. Arturo Ruiz Luna	CIAD Mazatlán	Biología Pesquera
Dr. Juan Madrid Vera	CRIP Mazatlán	Biología Pesquera
MC. Idelfonso Galeana V.	ITMAR Mazatlán	Ingeniería Pesquera
Dr. Francisco Flores Verdugo	ICMyL-UNAM	Ecología de Ecosistemas Acuáticos
Dra. Yanira A. Green Ruíz	CRIP-Mazatlán	Edad y crecimiento de organismos acuáticos
Jorge E. Chávez Villalba	CIBNOR	Estudio del crecimiento y reproducción de moluscos bivalvos
Luis Felipe Beltrán	CIBNOR	Economía del medio ambiente y recursos naturales
José A. Arreola Lizárraga	CIBNOR	Evaluación de impacto ambiental Manejo costero
Luis Brito Castillo	CIBNOR	Climatología , Hidrología
César A. Salinas Zavala	CIBNOR	Ecología Pesquera
Eugenio A. Aragón Noriega	CIBNOR	Biología de conservación
Enrique Morales Bojórquez	CIBNOR	Análisis de Pesquerías Marinas y de Recursos Marinos Potenciales
Luis Vicente González Ania	INAPESCA	Evaluación de Recursos Pesqueros

Eugenio Díaz Iglesia	CICESE	Cultivo de crustáceos
Michell Hendrickx Reners	ICMYL, UNAM	Crustáceos Decápodos
Sylvia Leal Lorenzo	Univ. de la Habana, Cuba	Acuicultura
Sergio Francisco Martínez Díaz	CICIMAR	Bacteriología
Mati Kahru	Scripps, IO, UCSD	Oceanografía satelital
Bruno Gómez Gil	CIAD	Acuicultura
Dr. Edgar P. Heimer de la Coterá	UNAM	Bioquímica
Dra. Dulce Infante Mata	Colegio de la Frontera Sur	Manejo Sustentable de Cuencas y Zonas Costera
Dra. María Elena Calderón Segura	UNAM	Toxicología
Dr. Juan Guillermo Vaca Rodríguez	UABC	Oceanografía y pesquerías
Dr. Norma Angélica Estrada	CIBNOR	Biología Marina

## **XII. Proyectos de Investigación**

Además de las convocatorias internas para proyectos de investigación donde se obtuvo financiamiento por \$2,200,000.00, los investigadores de la FACIMAR concursan por otras fuentes de financiamiento externo (Exbecarios PROMEP, apoyos PROMEP para Cuerpos Académicos para formación de redes temáticas, UCMEXUS-CONACYT, SAGARPA y CONAPESCA y Fundación Produce). Durante el periodo que se reporta, el monto total otorgado por estos proyectos fue de \$2,731,000.00. Las temáticas que se abordan en estos proyectos de investigación son la elaboración de bases de datos de permisos de pesca comercial y resultados de fotocredencialización de pescadores, esfuerzo pesquero para escama marina, evaluación de la disponibilidad del ostión de placer en la laguna de Agua Brava del Estado de Nayarit, ordenamiento de la pesquería de langosta, fisiología de zooplancton marino y biorremediación de efluentes acuícolas utilizando bivalvos nativos.

**Relación de proyectos desarrollados por Investigadores de la FACIMAR con financiamiento interno (PROFAPI-UAS, periodo julio 2009-junio 2010).**

<b>No.</b>	<b>Clave</b>	<b>Nombre del investigador</b>	<b>Aprobado</b>	<b>Periodo</b>
1	PROFAPI2009/045	Dr. Covantes Rodríguez César	\$60,000.00	Julio 2009-junio 2010
2	PROFAPI2009/063	M.C. Flores Campaña Luis Miguel	\$150,000.00	Julio 2009-junio 2010
3	PROFAPI2009/064	Dr. Franco Nava Miguel Ángel	\$80,000.00	Julio 2009-junio 2010
4	PROFAPI2009/065	Dr. Frías Espericueta Martín Gabriel	\$90,000.00	Julio 2009-junio 2010
5	PROFAPI2009/068	Dr. Galindo Reyes Guillermo	\$120,000.00	Julio 2009-junio 2010
6	PROFAPI2009/089	M.C. Izaguirre Fierro Gildardo	\$50,000.00	Julio 2009-junio 2010
7	PROFAPI2009/121	Dr. Nieves Soto Mario	\$150,000.00	Julio 2009-junio 2010
8	PROFAPI2009/125	M.C. Osuna López José Isidro	\$150,000.00	Julio 2009-junio 2010
9	PROFAPI2009/135	Dr. Piña Valdez Pablo	\$150,000.00	Julio 2009-junio 2010
10	PROFAPI2009/151	Dr. Rodríguez Montes de Oca Gustavo Alejandro	\$60,000.00	Julio 2009-junio 2010
11	PROFAPI2009/157	Dr. Román Reyes José Cristóbal	\$80,000.00	Julio 2009-junio 2010
12	PROFAPI2009/167	M.C. Sánchez Osuna Librada	\$50,000.00	Julio 2009-junio 2010

**Monto total    \$1,190,000.00**

**Relación de proyectos desarrollados por Investigadores de la FACIMAR con financiamiento interno (PROFAPI-UAS, periodo julio 2010-junio 2011).**

<b>No.</b>	<b>Clave</b>	<b>Nombre del investigador</b>	<b>Aprobado</b>	<b>Periodo</b>
1	PROFAPI2010/017	Dr. Benítez Pardo Daniel	150,000.00	07 2010/06- 2011
2	PROFAPI2010/049	Dr. Frías Espericueta Martín Gabriel	70,000.00	07 2010/06- 2011
3	PROFAPI2010/081	Dr. Márquez Farías Juan Fernando	120,000.00	07 2010/06- 2011
4	PROFAPI2010/092	M.C. Núñez Martínez Víctor Jesús	100,000.00	07 2010/06- 2011
5	PROFAPI2010/094	M.C. Osuna López José Isidro	70,000.00	07 2010/06- 2011
6	PROFAPI2010/101	Dr. Piña Valdez Pablo	150,000.00	07 2010/06- 2011
7	PROFAPI2010/117	Dr. Rodríguez Montes de Oca Gustavo Alejandro	150,000.00	07 2010/06- 2011
8	PROFAPI2010/121	Dr. Román Reyes José Cristóbal	150,000.00	07 2010/06- 2011
9	PROFAPI2010/134	M.C. Valdez Pineda María Candelaria	50,000.00	07 2010/06- 2011

**Monto total 1,010,000.00**

**Relación de proyectos desarrollados por Investigadores de la FACIMAR con financiamiento externo (periodo julio 2010-junio 2011)**

<b>No</b>	<b>Clave</b>	<b>Nombre del investigador</b>	<b>Aprobado</b>	<b>Periodo</b>
1	EXBECARIO PROMEP	Dr. José Cristóbal Román Reyes	\$311,000.00	Enero-diciembre de 2009
2	UAS-CA-162 proyecto de redes temáticas	Dr. Mario Nieves Soto	\$280,000.00	Enero-diciembre 2010
3	UCMEXUS-CONACYT	Dra. Mercedes Marlenne Manzano Sarabia	\$230,000.00	Julio 2010-diciembre 2011
4	SAGARPA-Delegación del estado de Nayarit/CONAPESCA	Dr. Raúl Pérez González	\$150,000.00	Febrero 2009-agosto 2009
5	SAGARPA-Delegación del estado de Nayarit/CONAPESCA	Dr. Raúl Pérez González	\$600,000.00	Abril 2009- mayo de 2010
6	SAGARPA-Delegación del estado de Nayarit/CONAPESCA	Dr. Raúl Pérez González	\$230,000.00	Febrero 2009-junio 2010
7	CONAPESCA	Dr. Raúl Pérez González	\$1'000,000.00	Enero 2009-octubre 2010
8	Fundación produce	M.C. Rigoberto Beltrán Álvarez	\$930,000.00	Agosto 2009-mayo 2010

**Monto total \$2,731,000.00**

**Relación de proyectos desarrollados por Investigadores de la FACIMAR con financiamiento interno (PROFAPI-UAS, 2012-2013).**

No	Clave	Nombre del investigador	Aprobado
1	PROFAPI2012/01	DR. AUDELO NARANJO JUAN MANUEL	\$100,000.00
2	PROFAPI2012/03	DR. CASTAÑEDA LOMAS NICOLÁS	\$80,000.00
3	PROFAPI2012/06	DR. FRÍAS ESPERICUETA MARTIN GABRIEL	\$100,000.00
4	PROFAPI2012/06	DR. GALINDO REYES JOSÉ GUILLERMO	\$100,000.00
5	PROFAPI2012/07	DR. HURTADO OLIVA MIGUEL ÁNGEL	\$100,000.00
6	PROFAPI2012/08	M.C. IZAGUIRRE FIERRO GILDARDO	\$78,000.00
7	PROFAPI2012/09	DRA. MANZANO SARABIA MERCEDES	\$200,000.00
8	PROFAPI2012/10	DR. MÁRQUEZ FARÍAS JUAN FERNANDO	\$100,000.00
9	PROFAPI2012/11	DR. NIEVES SOTO MARIO	\$200,000.00
10	PROFAPI2012/12	M.C. OSUNA LÓPEZ JOSÉ ISIDRO	\$200,000.00
11	PROFAPI2012/13	M.C. PELÁEZ ZARATE VÍCTOR ARTURO	\$75,000.00
12	PROFAPI2012/13	DR. PÉREZ GONZÁLEZ RAÚL	\$150,000.00
13	PROFAPI2012/14	DR. RAMÍREZ PÉREZ JORGE SAÚL	\$100,000.00
14	PROFAPI2012/15	DRA. RIVERA RODRÍGUEZ LAURA BEATRIZ	\$100,000.00
15	PROFAPI2012/15	DR. RODRÍGUEZ MONTES DE OCA GUSTAVO	\$150,000.00
16	PROFAPI2012/16	DR. ROMÁN REYES JOSÉ CRISTÓBAL	\$150,000.00
17	PROFAPI2012/17	M.C. TAPIA HERNÁNDEZ FRANCISCO	\$80,000.00
<b>TOTAL</b>			<b>\$2,063,000.00</b>

**Relación de proyectos desarrollados por Investigadores de la FACIMAR con financiamiento interno (PROFAPI-UAS, 2013-2014).**

NÚMERO	CLAVE	NOMBRE	MONTO
1	PROFAPI2013/014	Dr. Audelo Naranjo Juan Manuel	\$150,000.00
2	PROFAPI2013/039	Dr. Castañeda Lomas Nicolás	\$ 80,000.00
3	PROFAPI2013/063	Dr. Flores Campaña Luis Miguel	\$200,000.00
4	PROFAPI2013/065	Dr. Frías Espericueta Martín Gabriel	\$100,000.00
5	PROFAPI2013/068	Dr. Galindo Reyes José Guillermo	\$120,000.00
6	PROFAPI2013/084	Dr. Hurtado Oliva Miguel Ángel	\$200,000.00
7	PROFAPI2013/106	Dra. Manzano Sarabia Mercedes Marlenne	\$200,000.00
8	PROFAPI2013/107	Dr. Márquez Farías Juan Fernando	\$100,000.00
9	PROFAPI2013/111	M.C. Medina Jasso María Alejandra	\$200,000.00
10	PROFAPI2013/119	Dr. Morán Angulo Ramón Enrique	\$100,000.00
11	PROFAPI2013/121	Dra. Muñoz García Isabel Rosario	\$100,000.00
12	PROFAPI2013/124	Dr. Nieves Soto Mario	\$200,000.00
13	PROFAPI2013/133	Dra. Pacheco Marges María del Rosario	\$100,000.00
14	PROFAPI2013/138	Dr. Pérez González Raúl	\$100,000.00
15	PROFAPI2013/142	Dr. Piña Valdez Pablo	\$200,000.00
16	PROFAPI2013/151	Dr. Ramírez Pérez Jorge Saúl	\$100,000.00
17	PROFAPI2013/161	M.C. Rodríguez Domínguez Guillermo	\$150,000.00
18	PROFAPI2013/171	Dr. Román Reyes José Cristóbal	\$200,000.00
19	PROFAPI2013/212	M.C. Zamudio Armenta Olga Olivia	\$100,000.00
		<b>TOTAL</b>	<b>\$2,700,000.00</b>

**Fortalecimiento de Cuerpos académicos**

2013. CAMARONÍCULTURA Y PISCICULTURA	\$170,000.00
2012. DESARROLLO SUSTENTABLE EN AMBIENTES ACUÁTICOS	\$199,000.00

**Redes de cuerpos académicos registradas en PROMEP**

2012. UAS-CA-133-QUÍMICA AMBIENTAL DE ECOSISTEMAS COSTEROS	\$270,000.00
2011. UAS-CA-162 - ECOFISIOLOGÍA Y CULTIVO DE ORGANISMOS ACUÁTICOS	\$300,000.00

### **XIII. Vinculación: Convenios de Colaboración con otras Instituciones**

#### **13.1. 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. “Tilapia la Mojarra”
7. Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera “Pueblo Nuevo Zoquititán” S.C.L.
8. Sociedad Cooperativa de R.L. de C.V. Tilapia la Mojarra”
9. Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera “El Norote” S.C.L.
10. Gobierno Local H. Ayuntamiento de Elota Sinaloa.
11. Gobierno Estatal de Sinaloa, Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca(2 convenios)
12. Gobierno Estatal de Sinaloa, Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología CECYT.(2 convenios)
13. Gobierno Estatal de Sinaloa. Fondo Mixto de Fomento a la Investigación Científica y Tecnológica.(2 convenios)
14. Gobierno Estatal de Nayarit. Secretaría de Desarrollo Rural.(2 convenios)
15. Gobierno Federal SAGARPA-CONAPESCA(2 convenios)
16. Gobierno Federal CONAPESCA (7 Convenios)
17. Gobierno Federal SEMARNAT. Instituto Nacional de Ecología (INE)
18. Desarrollo Integral de Bacurato S.A. de C.V.
19. Ston Island. Development S.de R.L. de C.V.

20. Promotora Piscícola Sinaloense.
21. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM. Unidad Académica Mazatlán.
22. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. (CIBNOR)
23. Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, Unidad Mazatlán (CIAD).
24. Instituto Tecnológico de Mazatlán, S.E.P.
25. Centro Regional de Investigaciones Pesqueras, Unidad Mazatlán (CRIP).
26. Universidad Autónoma de Colima, Universidad Autónoma de Nayarit, Universidad Autónoma de Guadalajara y Universidad Autónoma de Aguascalientes (Posgrado Interinstitucional en Ciencias Pecuarias y Marinas).
27. 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

### **13.2. Internacionales**

1. Universidad Católica de Chile.
2. Universidad Austral de Chile.
3. World Wildlife Fund Inc. (WWF).
4. Environmental Defense Found



#### **XIV. 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, Acuicultura, Producción de poslarvas, Biología pesquera y Oceanografía. Los laboratorios donde se llevan tareas de investigación son: de Microalgas, Botánica Acuática, Toxicología, Manejo de la Zona Costera Ictiología, Limnología y Pesquerías y Agua Dulce, Unidad Acuícola Experimental de Agua Dulce, Camaronicultura y Piscicultura, Ecofisiología de Organismos Acuáticos, Programa de Langosta, Estudios Ambientales, Ecología del Bentos e Invertebrados, Ecología de Pesquerías y Nutrición Acuícola. Además se cuenta con un edificio de la Unidad de Posgrado en Ciudad Universitaria, lo cual incrementa el espacio asignado inicialmente al Posgrado, lo que representa un incremento del 478.13 % al 2011 (ver documento adjunto de Infraestructura y servicios).

Particularmente el Posgrado cuenta con dos salones para impartir clases, un espacio para centro de cómputo y biblioteca, sala de juntas, sala de espera y oficina para la coordinación.

## XV. Fundamentación de las Líneas de Investigación

### Resumen del estado del arte de las tres líneas de investigación

La Línea de Investigación, Desarrollo de Sistemas para la Producción Sustentable de Organismos Acuáticos, tiene como finalidad la generación y aplicación de conocimientos sobre los aspectos que involucran la producción de organismos acuáticos en sus distintos niveles de tecnificación, para así proponer 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. Entre los temas de investigación que desarrolla el grupo de profesores que conforman esta línea se encuentra la implementación y desarrollo de Sistemas Multi-tróficos Marinos Integrales que tienen el propósito de optimizar los recursos bióticos y abióticos en ciclos cerrados de cultivos. Por otra parte, debido a la problemática que viven las pesquerías tanto a nivel global, nacional como regional es impostergable la disposición de recursos humanos con un alto nivel educativo, capaces de comprender la problemática pesquera de forma integral. En este sentido, la investigación para la evaluación de los recursos pesqueros que se aborda en la Línea Aprovechamiento Sustentable de Recursos Pesqueros comprende innovadoras técnicas y herramientas con el fin de evaluar los *stocks* pesqueros. Estas técnicas se basan en la estimación de modelos pesqueros, incorporando así la estimación de parámetros poblacionales y sus intervalos de confianza a través de diferentes métodos estadísticos (máxima verosimilitud, *bootstrap*, análisis bayesiano y simulación de Monte Carlo entre otras). Finalmente, la problemática ambiental costera es histórica, donde el manejo del litoral se ha diversificado durante los últimos 30 años. Los principales esfuerzos por manejar la costa desde un punto de vista holístico se iniciaron cuando en los países desarrollados las costas empezaron a degradarse debido al mal manejo que se les había dado. Hoy en día la Línea de Manejo Sustentable de Ambientes Costeros aplica para el estudio de ésta, técnicas como: sensores remotos, sistemas de información geográfica, la aplicación de modelos numéricos hidrodinámicos, análisis espectral en tiempo y espacio y el análisis de variables oceanográficas costeras y meteorológicas.

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

### **15.1.1. Descripción de la Línea 1**

La Línea de Investigación en Desarrollo de Sistemas para la Producción Sustentable de Organismos Acuáticos, 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 tecnificación para proponer 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.

### **15.1.2. Estado del Arte de la Línea 1**

El confinamiento de organismos acuáticos para su cosecha en el tiempo más apropiado es casi tan antiguo como la 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 de varios registros posteriores. 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 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 ese 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 la actualidad.

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.

Aun 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. 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.

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*. Estos alimentos representan una fracción considerable de los costos de operación, 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, aun 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 *etal.*, 1984; Samocha *etal.*, 1989). Además, puede ser cultivado en concentraciones de hasta 20,000 rotíferos- $\text{ml}^{-1}$  (Hagiwara *etal.*, 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 *etal.*, 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).

Aun 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 dependerán 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 nutraceuticos en acuicultura.**

El uso de nutraceuticos en acuicultura es hoy en día un tópico 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 inmuno-estimulantes 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 hace años 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 estado mejorando en relación a 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.

Sobre nutrición y alimentación existe 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.

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

### **15.2.1. Descripción de la Línea 2**

Formación de recursos humanos de alta calidad que desde la óptica de la interdisciplinariedad, tengan la habilidad de caracterizar los componentes de los ecosistemas de las zonas costeras, así como los actores sociales que hacen uso de los bienes y servicios que estas áreas brindan. Que puedan analizar su problemática e identificar los instrumentos legales y administrativos que incidan en la planeación y ordenamiento de las actividades económicamente productivas para coadyuvar a mantener el desarrollo sustentable en los ambientes costeros.

### **15.2.2. Estado del Arte de la Línea 2**

#### **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, la cual en el capítulo 17 remarca la importancia de conservar las costas y los océanos así como la necesidad de llevar a cabo el uso sustentable de los recursos, eliminar las prácticas destructivas, definir áreas marinas protegidas y

planificar el uso del suelo con enfoques ecosistémicos y de cuenca, promoviendo 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. Aun y cuando reconoce 17 entidades costeras; 167 municipios con frente litoral; 35 mil 626 localidades costeras y una zona económica exclusiva de 2 millones 946 mil 825 km<sup>2</sup>, además de 130 lagunas costeras, 52 áreas naturales protegidas marinas y costeras que equivalen a 13 millones de hectáreas (Jornada ecológica, 2011). Desde 1989 hasta 2005, se elaboraron 51 estudios técnicos relacionados con las costas y los mares, sin embargo, la mayoría de ellos están enfocados hacia un tipo de actividad preponderante. A la fecha existen dos iniciativas, la primera en 1999 por parte de SEMARNAP en donde se publicó una estrategia para el manejo en la materia (SEMARNAP, 2000) y la segunda en 2012 por parte del Partido de la Revolución Democrática.

En la actualidad, el avance administrativo más notorio es la elaboración de los Ordenamientos territoriales y marinos efectuados por la SEMARNAT. El primer antecedente de este tipo de instrumento de planeación fue experiencia piloto para la puesta en marcha de programas de OE costero en México se dio a través del proyecto denominado Planeación regional del uso del suelo de regiones geográficas con actividades productivas prioritarias, que realizaron en 1992 de forma conjunta el gobierno mexicano y la Secretaría General de la Organización de Estados Americanos (OEA).

La pesca y la acuicultura son una fuente crucial de ingresos y medios de subsistencia para cientos de millones de personas en todo el mundo, por lo que se insiste en la creciente necesidad de prestar una mayor atención a las múltiples facetas de las políticas gubernamentales en especial en relación con el empleo y

la mitigación de la pobreza. Se ha estimado que al final de la próxima década se consumirán aproximadamente  $130 \times 10^6$  toneladas de productos pesqueros, y en vista de que la producción de las pesquerías de captura se ha mantenido prácticamente estable, o por lo menos con tasas de incremento inferiores al 30% del aumento de la demanda, más del 40% de la disponibilidad de productos pesqueros procederá de la acuicultura. La producción acuícola crece más rápidamente que cualquier otro sector de producción de alimentos de origen animal, y a mayor ritmo que la población, con un incremento del suministro acuícola per cápita de cerca de 8 kg. En algunos años más se espera que supere a la pesca de captura como fuente de pescado comestible. La acuicultura mundial está liderada en gran medida por la región de Asia y el Pacífico, la cual aporta el 89 % de la producción en cantidad y el 79 % en valor. Este dominio se debe principalmente a la enorme producción de China, la cual representa el 62 % de la producción mundial en términos de cantidad y el 51 % del valor mundial. El índice de crecimiento de la producción acuícola es un reflejo de los efectos de una gran variedad de factores, y varía notablemente en función de la región que ha mantenido un ritmo de crecimiento de casi el 10% anual en las últimas cinco décadas. Entre los sectores de la acuicultura que han demostrado tasas de crecimiento más elevadas, destaca el cultivo de peces y crustáceos, posiblemente a causa de su alta demanda y de los atractivos precios que estos productos devengan en los mercados internacionales (FAO, 2010).

Otro de los factores que han contribuido al crecimiento de la acuicultura, es el conocimiento cada vez mayor que se ha adquirido sobre la biología de las especies que se están cultivando: Esto ha permitido entender mejor el desempeño de estos organismos en condiciones de cultivo, lo que de alguna manera hace posible sustituir los tradicionales cultivos de tipo extensivo o semi-intensivo por cultivos de mayor intensificación, mediante los cuales se obtienen altas densidades de productos de alto valor comercial, logrando de esta manera la máxima explotación posible de los recursos tierra y agua. Los avances logrados en este contexto generaron el interés de los inversionistas, que causó un incremento de las inversiones y de las áreas dedicadas a los cultivos, la cual se ha



desarrollado principalmente en los países de las zonas tropicales y subtropicales, propiciando de esta manera el desarrollo de las economías nacionales, regionales y locales.

Por otra parte, si bien el desarrollo acuícola genera ingresos económicos y bienestar, produce también impactos en las comunidades locales, actuando como ambientes artificiales que intervienen en diversos procesos en la zona costera y que compiten por recursos con otras actividades en ambientes de elevada productividad natural, que además proporcionan ingresos y servicios para una población mayor y más diversa que la que normalmente se beneficia con la producción controlada de peces y crustáceos.

En efecto, no obstante sus beneficios, el desarrollo de esta actividad ha sido cuestionado por sus impactos tanto sociales como ambientales (Martínez-Córdova *et al.*, 2012). Entre los primeros, se mencionan principalmente los conflictos por el uso y la tenencia de la tierra y del agua, además de la interferencia de los cultivos acuícolas con otras actividades económicas importantes en las zonas costeras.

Los impactos ambientales se refieren en especial a la devastación de manglares y humedales y a la eutrofización y nutrificación de las áreas costeras, que son causadas por la materia orgánica de heces o alimento no consumido o por los fertilizantes que se utilizan en las granjas acuícolas. Otros aspectos a considerar como impactos negativos, son la introducción de enfermedades y de organismos patógenos resistentes a los tratamientos convencionales, lo cual ha motivado que la acuicultura se considere socialmente indeseable por ser fuente de estos tipos de desequilibrios ambientales (Naylor *et al.*, 2000). Por lo que los gobiernos están orientando esfuerzos para la creación de políticas para fomentar el desarrollo, la conservación, la ordenación racional y la mejor utilización de los recursos acuáticos vivos, que impliquen el desarrollo sostenible de la acuicultura.

### **Retos y tendencias: acuicultura de bajo impacto ambiental, inocuidad, bioseguridad y desarrollo sostenible.**

Una de las fuentes importantes de eutrofización son los alimentos balanceados, en especial cuando son utilizados inadecuadamente; esto es además uno de los

principales problemas para los productores, ya que el alimento balanceado representa uno de los costos operativos más altos en el cultivo del camarón. Esto se debe principalmente a la inclusión de proteína animal, la cual es uno de los ingredientes de mayor costo de estos alimentos. Por este motivo es preciso que su manejo sea eficiente, con el fin de optimizar el rendimiento del alimento y aumentar la rentabilidad del cultivo. Está suficientemente documentado que el manejo inadecuado del alimento suplementario ocasiona la degradación de la calidad del agua en los estanques acuícolas en general y camaronícolas en particular, a través de la acumulación de compuestos nitrogenados tóxicos que pueden afectar la salud de los peces y camarones, por lo cual es necesario evaluar la capacidad de asimilación de nutrientes tanto de los sistemas de cultivo, como y principalmente de los cuerpos de agua costeros que reciben los efluentes de estos sistemas. La capacidad ambiental (*environmental capacity*) es la suficiencia que tiene un ecosistema de soportar un determinado grado de explotación, sin que esta cause una disminución de la posibilidad de su utilización por los demás usuarios, o sea sin comprometer la viabilidad actual o futura de los recursos que se están explotando. Esto implica que las aguas que se descargan para mantener condiciones adecuadas en los estanques no deben causar impactos inaceptables en los cuerpos de agua receptores.

En los sistemas acuáticos en general y en particular en los estanques dedicados al cultivo de camarones, los microorganismos contribuyen a la fijación y reciclamiento de nutrientes y aportan energía a los demás eslabones de la trama trófica (Ballester *et al.*, 2010). Adicionalmente, el alimento vivo parece causar un aumento de la actividad de las enzimas digestivas, y consecuentemente mejora la asimilación del alimento.

La intensificación de la acuicultura está limitada por dos importantes factores que son los costos de producción y la calidad del agua, debido a que la intensificación permite por un lado un mejor uso los estanques, pero por otro, causa una menor eficiencia de conversión del alimento suplementario, que como ya se mencionó es uno de los costos de producción más importantes de esta actividad. A su vez, esta menor eficiencia causa un decremento de la calidad del agua a causa de la

acumulación de residuos de alimento no utilizado o mal digerido, de sustancias orgánicas y de compuestos nitrogenados, que tradicionalmente se remedia incrementando la tasa de recambio del agua. Una solución eficiente es la reutilización de estos residuos mediante el uso de diversas estrategias. La adición de sustratos y la promoción de bioflocs, favorecen la proliferación de biopelículas y de las bacterias asociadas, y los nutrientes del alimento no utilizado son transformados en biomasa disponible para los organismos en cultivo, con la ventaja adicional de una mejora en la calidad del agua.

Otro reto fundamental es la conservación de la bioseguridad en la acuicultura. Aunque la acuicultura mitiga muchos de los problemas sobre seguridad alimentaria a los que se enfrenta la creciente población mundial, el sector ha entrado en conflicto directo con otros usuarios de los hábitats acuáticos y las zonas costeras y ribereñas. Una manera de reducir los conflictos entre la acuicultura y otros usuarios del agua sería mejorar y ampliar el uso de una estructura y un programa para la bioseguridad. Se producen más de 360 especies en la acuicultura de todo el mundo y aproximadamente 25 de ellas tienen un alto valor y se comercializan a nivel mundial. Una captura fructífera puede reportar grandes beneficios, lo que ha estimulado la expansión de la producción acuícola en lo referente a la extensión y la distribución geográficas. Si se realiza al azar, el movimiento de especies para la acuicultura puede ser una de las muchas fuentes de amenazas biológicas para el bienestar de los animales acuáticos criados, las personas y los ecosistemas. A medida que la acuicultura se intensifica y diversifica, los peligros y riesgos biológicos para los animales criados, las personas y los ecosistemas también aumentan en número y diversidad, por lo que pueden llegar a tener graves consecuencias. Entre los peligros se cuentan las enfermedades infecciosas, las plagas animales, las preocupaciones por la salud pública en relación con los residuos y la resistencia de agentes antimicrobianos, las zoonosis, la aparición de especies exóticas invasoras, la liberación de organismos modificados genéticamente y los riesgos que el cambio climático plantea para la bioseguridad. La creciente cantidad, complejidad y gravedad de estos riesgos ha llevado a la creación del concepto de bioseguridad, cada vez de

mayor aplicación. Una estrategia integrada para gestionar los riesgos en la bioseguridad, el comercio, el medio ambiente y la sociedad promoverá mejor el crecimiento sostenible del sector acuícola. El concepto de bioseguridad se puede entender como la gestión de los riesgos biológicos (como los mencionados anteriormente y otros que podrían surgir en el futuro) de un modo exhaustivo y sistemático a fin de proteger la salud y el bienestar de los animales, las plantas y las personas y de mantener las funciones y los servicios de los ecosistemas. A través de este enfoque integrado y exhaustivo, la bioseguridad puede salvaguardar la salud de los animales y personas, proteger la biodiversidad, promover la sostenibilidad ambiental y asegurar la inocuidad alimentaria. Asimismo, puede estimular las inversiones privadas y la oferta del mercado, ya que permite a los acuicultores producir productos saludables muy competitivos en el mercado. Hace que los partidarios y usuarios se conviertan en socios comerciales responsables. Gracias a la bioseguridad, los países en desarrollo pueden producir más alimentos de forma eficiente, aumentar sus ingresos y, por tanto, reducir su vulnerabilidad y mejorar su resistencia y su capacidad de respuesta ante los efectos del encarecimiento de los alimentos y otras amenazas para la seguridad alimentaria.

Otro aspecto a considerar como instrumentos de administradores y gestores especialmente en los países en desarrollo son los Sistemas de Información Geográfica, teledetección y cartografía daría respuesta sobre las capacidades de estos países en lo referente a planificación espacial para el apoyo del enfoque ecosistémico de la acuicultura.

En el 2000 la SEMARNAT a través del INE propuso que la visión de Manejo integrado de zonas costeras debía modificar los enfoques tradicionales en los que se basaban las políticas sectoriales para integrar lo ambiental, económico y social como lo define el Plan Nacional de Desarrollo y acorde a los principios que describen el manejo sustentable de los recursos. En la actualidad este enfoque sigue vigente, y más aun cuando en la última década, los efectos del cambio

climático y la degradación ambiental se han intensificado. Las sequías, inundaciones y ciclones entre 2000 y 2010 han ocasionado alrededor de 5,000 muertes, 13 millones de afectados y pérdidas económicas por 250,000 millones de pesos (mmp) (Plan Nacional de Desarrollo, 2013-2018).

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, 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. De las 32 entidades federativas del país, 17 tienen litoral marítimo: 11 sobre el Pacífico y 6 sobre el Golfo y Caribe. El censo del 2000 registró poco más de 50 % de la población de México asentada sobre las entidades costeras. Cabe destacar que, la actividad

pesquera aporta el 0.8% del PIB nacional y genera empleo para aproximadamente el 1.3% de la población ocupada. Dentro de las actividades productivas, se considera la de mayor importancia en diversas regiones costeras de nuestro territorio (CONAPESCA, 2010).

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. Asimismo, 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 costero 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 (Baja California) con 990,376 habitantes, Culiacán (Sinaloa) 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 (Sinaloa) con 354,750, Cajeme (Sonora) con 340,810, Ahome (Sinaloa) con 338,429, Benito Juárez (Quintana Roo) con 310,712 y Ensenada (Baja California) 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**

El sector pecuario presenta un crecimiento acelerado en la economía agrícola. El progreso y la transformación del sector ofrecen oportunidades de desarrollo agrícola, reducción de la pobreza y mejora de la seguridad alimentaria, sin embargo, el rápido ritmo del cambio podría marginar a los pequeños agricultores y, por otro lado, deben abordarse los riesgos sistémicos para el ambiente y la salud humana con vistas a garantizar la sostenibilidad. La agricultura es la que mayormente usa y administra los recursos naturales del mundo, y la producción pecuaria, como cualquier otra actividad económica, supone un costo ambiental. Como el sector pecuario a menudo se asocia también con las distorsiones normativas y la ineficacia del mercado, ejerce una presión sobre el ambiente con frecuencia desproporcionada en relación con su importancia económica o al aporte en la generación de alimentos. Por ejemplo, el ganado genera menos del 2% del producto interno bruto (PIB) mundial, pero produce el 18% de las

emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) mundiales (Steinfeld *et al.*, 2006). De acuerdo con las proyecciones de la OCDE-FAO para el período 2009-2018, el 87% del incremento mundial de la producción de carne tendrá lugar fuera del área OCDE. Se prevé un incremento total de la producción de carne en los países en desarrollo del 32% en dicho período.

Se prevé, asimismo, que la demanda de alimentos para el ganado siga aumentando. Se espera que el uso de cereales secundarios como piensos aumente 1.2% anual. El incremento total ascenderá a 79 millones de toneladas, hasta un total de 716 millones de toneladas, y la mayor parte corresponderá a los países en desarrollo. La producción de forrajes tiene lugar en países de la OCDE, pero algunos países en desarrollo están incrementando rápidamente su producción, sobre todo de maíz y soya en América del Sur. La producción intensiva de forraje puede llevar a una grave degradación de las tierras, la contaminación del agua y la pérdida de biodiversidad, así como un incremento acelerado en la erosión.

En este sentido, es conocido que, en la elaboración de productos pecuarios también se emplean grandes cantidades de agua. Un 8% del agua empleada en el mundo corresponde al sector pecuario y se destina principalmente a la irrigación del forraje (Steinfeld *et al.*, 2006).

Por otro lado, en relación con el manejo deficiente del estiércol a menudo contribuye a la contaminación y la eutrofización de las aguas de superficie y subterráneas y de los ecosistemas marinos litorales, así como a la acumulación de metales pesados en el suelo. La contaminación del agua y las emisiones de amoníaco causadas, principalmente, por la producción pecuaria industrial, reducen la biodiversidad y, en el caso de los ecosistemas acuáticos, lo hacen drásticamente. La contaminación generada por las empresas pecuarias, así como la pesca excesiva para producir harina de pescado para la alimentación animal, reduce la biodiversidad en los ecosistemas marinos (Reid *et al.*, 2009).



Particularmente en México y en específico los Municipios costeros, en los cuales 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 acuacultura. 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 centros 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). Asimismo, 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 con mayor inversión turística y más altos números de visitantes. El restante 61 % 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 uno), 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 %.

### **Ambientes costeros de Sinaloa**

En México, Sinaloa contribuye con el 2.5% del total de la población nacional (INEGI 2010), ocupando el catorceavo lugar a nivel nacional, siendo éste un porcentaje con poca variabilidad en los últimos veinte 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. Sin embargo, según el INEGI (2010) Sinaloa pasó a ser quinceavo lugar a nivel nacional.

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 medio del mar. El número de habitantes de los municipios costeros, en el año 2000, fue de 2'311,251, distribuidos en 3,577 localidades y para el 2010 era de 2'259 574, correspondiente a 91.2% de la población total estatal (INEGI, 2010). A partir de 1950 se observó 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, siguiendo esa tendencia en el 2010. 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. Sin embargo, en el 2010 Sinaloa aportaba el 65% de la producción pesquera nacional (CONAPESCA, 2010).

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) y sigue creciendo aproximadamente el 10% anual (CONAPESCA, 2010).

En cambio, en 2011 la producción estatal fue 45 mil toneladas producidas en acuacultura, de especies como: mojarra, bagre, lobina, carpa y ostión, destacando la acuacultura de camarón con 37 mil toneladas (Plan Estatal de Desarrollo, 2011-2016).

Por su parte, la pesca de escama realizada por pescadores artesanales en litorales y esteros y bahías se presenta todo el año. Hoy sólo dos especies de las explotadas comercialmente cuentan con veda, se refiere al camarón y a la lisa, por lo que es necesario poner primordial atención a las otras pesquerías, lograr que sea realidad contar con un ordenamiento pesquero y acuícola que de manera precautoria regule la explotación de las diferentes especies (Plan Estatal de Desarrollo, 2011-2016).

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 sustentable de ambientes costeros***



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 y 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). Berlanga-Robles *et al.* (2011a), señalan que en México se tienen aproximadamente 82,500 hectáreas dedicadas a la producción de camarón de las cuales entre el 1.5 y 1.7% podrían haberse construido en la cobertura de manglar, eliminándose aproximadamente 1,300 hectáreas, que representan menos del 1% de la cobertura de manglar que calculó la CONABIO para México (CONABIO, 2009). Es por lo expuesto, se tiene que seguir estudiando las lagunas costeras y estuarios donde se tiene como prioridad conocer los aspectos físicos, químicos, geológicos y biológicos; esto ayuda a comprender lo que ocurre en estos sistemas, para así conservar, restaurar 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.

En esta dirección, no solo en Sinaloa, sino en el mundo comienza a reducir la dependencia que se tiene de los combustibles fósiles con el impulso del uso de fuentes de energía alternativas, lo que ha fomentado la innovación y el mercado

de tecnologías, tanto en el campo de la energía como en el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales. Hoy, existe un reconocimiento por parte de la sociedad acerca de que la conservación del capital natural y sus bienes y servicios ambientales, son un elemento clave para el desarrollo de los países y el nivel de bienestar de la población (Plan Nacional de Desarrollo, 2013-2018), en este mismo plan se propone que, para proteger los ecosistemas marinos se debe promover el desarrollo turístico y la pesca de manera sustentable.

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, comprometido 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).

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

#### **15.3.1. Descripción de la Línea 3**

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.

### 15.3.2. Estado del Arte de la Línea 3

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, co-manejo, 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.

XVI. Programas de los Cursos Obligatorios en el Programa Educativo (Tronco Común)

**ASIGNATURA: BIOESTADÍSTICA**

PROGRAMA: MAESTRÍA EN CIENCIAS EN RECURSOS ACUÁTICOS.

UNIDAD ACADÉMICA: FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR.

RESPONSABLE DEL CURSO: Dr. Mario Nieves Soto

TEORÍA: 80 HORAS.

PRÁCTICAS: 16 HORAS

CRÉDITOS: 11

**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 DEL CURSO:**

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  $\bar{Y}$ .

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 y
- 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 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.

## **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. *Biomtry.* 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 ACUACULTURA**

PROGRAMA: MAESTRÍA EN CIENCIAS EN RECURSOS ACUÁTICOS.

UNIDAD ACADÉMICA: FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR.

**RESPONSABLE DEL CURSO:** Asignación pendiente.

**TEORÍA: 32 HORAS**

**PRÁCTICAS: 32 HORAS**

**CRÉDITOS: 6**

### **OBJETIVO GENERAL:**

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

- 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 acuiculturapara 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.
- Practicas de campo y laboratorio para reforzar conceptos estudiados.

### **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., Mclarney, 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**

PROGRAMA: MAESTRÍA EN CIENCIAS EN RECURSOS ACUÁTICOS.

UNIDAD ACADÉMICA: FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR.

**RESPONSABLE DEL CURSO:** Dr. Raúl Pérez González

TEORÍA: 32 HORAS.

PRÁCTICAS: 32 HORAS

CRÉDITOS: 6

**OBJETIVOS:**

.

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

Particulares.-

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.

**Contenido temático**

**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.

### **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**

- 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. *Fifhery 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 ALAS CIENCIAS AMBIENTALES**

**PROGRAMA: MAESTRÍA EN CIENCIAS EN RECURSOS ACUÁTICOS.**

**UNIDAD ACADÉMICA: FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR.**

**RESPONSABLE DEL CURSO: Dr. CÉSAR COVANTES RODRÍGUEZ**

**TEORÍA: 48 HORAS.**

**PRÁCTICAS:**

**CRÉDITOS: 6**

**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 DEL CURSO:**

### **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. Interdisciplinariedad**

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 Interdisciplinariedad y medio ambiente

II.2 Interdisciplinariedad en el manejo del medio ambiente<sup>3</sup>

### **Unidad III. Manejo ambiental**

Crítica-social (este es el eje de problematización 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.

---

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

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

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

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

### **Estrategia de aprendizaje**

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

### **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.

XVII. Programas de los Cursos Correspondientes a la Línea 1

**ASIGNATURA: REPRODUCCIÓN DE PECES Y SU APLICACIÓN AL MANEJO DE REPRODUCTORES**

**RESPONSABLE DEL CURSO:** M.C. Víctor Arturo Peláez Zárate

**PROGRAMA:** MAESTRÍA EN CIENCIAS EN RECURSOS ACUÁTICOS.

**UNIDAD ACADÉMICA:** FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR.

**TEORÍA:** 48

**PRÁCTICAS:** 32

**CRÉDITOS:** 8

**OBJETIVO GENERAL:** El objetivo del curso es proporcionar a los profesionales de la acuicultura una visión actual de las bases científicas y los avances conseguidos en la reproducción de peces y demostrar de forma práctica su aplicación al manejo de los reproductores. Al finalizar el curso, los estudiantes habrán adquirido:

- Conocimiento de las bases científicas de los procesos de la reproducción de los peces mantenidos en cautividad con una clara orientación a los cultivos.
- Práctica en la aplicación adecuada de la tecnología disponible en la evaluación y el manejo de reproductores para los objetivos de gestión de la acuicultura intensiva.
- Experiencia en la organización, manipulación y control de los reproductores, con especial énfasis en cómo influyen dichas actividades en los procesos fisiológicos y en los requisitos de su ciclo vital.

**PROGRAMA DEL CURSO:**

- 1. Mecanismos neuroendocrinos en la reproducción de peces**
  - 1.1. Anatomía reproductiva de peces y crustaceos
  - 1.2. Fisiología (Mecanismos de Retroalimentación del Eje Cerebro-Hipófisis-Gónada)
  - 1.3. Requerimientos Ambientales
  - 1.4. Manejo y Selección de los Reproductores (macho y hembras)
  
- 2. Control hormonal del desarrollo gonadal**
  - 2.1. Evaluación del Ovocito
  - 2.2. Evaluación del Líquido Seminal
  - 2.3. Preservación de Gametos (Metodología de Criopreservación)
  - 2.4. Las gonadotrofinas de los peces: estructura y función
  - 2.5. Gametogénesis y su control
  
- 3. Disfunciones reproductoras e inducción hormonal de la ovulación, espermiación y puesta**
  - 3.1. Generalidades de los Tratamientos Utilizados
  - 3.2. Tratamientos Hormonales Inyectados
  - 3.3. Tratamientos Hormonales por Implantación de Comprimidos
  
- 4. Control ambiental de la reproducción en peces**
  - 4.1. Visión general y control del ciclo reproductor
  - 4.2. El control fotoperiódico de la pubertad
  
- 5. Influencia del estrés y del sistema inmune en la reproducción de peces**
  
- 6. Nutrición de reproductores y calidad de las puestas**
  - 6.1. La nutrición de los reproductores y su relación con la calidad de los huevos y larvas
  - 6.2. Determinantes y marcadores de la calidad de los huevos
    - 6.2.1. Colecta

- 6.2.2. Selección
- 6.2.3. Control de Viabilidad
- 6.2.4. Estimación del Número de Huevos

## **7. Control del sexo en peces**

- 7.1.1. Determinación y diferenciación sexual en peces y su importancia para la acuicultura
- 7.1.2. Control genético del sexo y sus aplicaciones en acuicultura
- 7.1.3. Métodos Utilizados (Inversión Sexual, Poliploidía, Ginogénesis, Androgénesis, Hibridación Artificial y Manipulación Transgénica).

## **8. Criopreservación de gametos y embriones. Problemática y aplicaciones**

- 8.1.1. Evaluación del Ovocito
- 8.1.2. Evaluación del Líquido Seminal
- 8.1.3. Preservación de Gametos y Embriones (Metodología de Criopreservación)

## **9. Últimos avances en biotecnología y biología molecular en reproducción y cultivo de peces**

### **10. Prácticas**

- 10.1. Introducción y presentación de las prácticas
- 10.2. Manejo de reproductores y diagnóstico de maduración
- 10.3. Métodos de muestreo y sacrificio
- 10.4. Criopreservación y calidad del esperma
- 10.5. Métodos de inactivación del esperma para inducir la ginogénesis
- 10.6. Fertilización artificial y calidad de huevos
- 10.7. Inducción a la triploidía
- 10.8. Inducción a la ginogénesis
- 10.9. Métodos de identificación de triploides y ginogenéticos
- 10.10. Discusión de los resultados

### **11. Discusión general de resultados**

**12. Visita técnica a un criadero de peces marinos (CIAD) y seminario sobre gestión de reproductores.**

**ESTRATEGIAS DE APRENDIZAJE**

Metodología de enseñanza – aprendizaje: Exposición del profesor con preguntas, exposición de los alumnos, interrogatorio y discusión dirigida.

Material didáctico: Audiovisual (transparencias y videos), gráficas, mapas, apuntes, manuales, libros, pizarrón, búsqueda bibliográfica y prácticas de campo y laboratorio.

**EVALUACIÓN:**

Requisitos para acreditar la materia: 100% de asistencias (obligatoria).

Forma de evaluación: Exámenes 100%, 50% examen final vuelta A y B (0 - 5.9 Calificación reprobatoria), Exentos de examen final con 9, Para calificación próxima superior con décima de 0.6

Ejemplo 6.6 = 7

## **BIBLIOGRAFÍA**

### **Literatura básica**

1. Adalberto L. V., The Physiology of Tropical Fishes, 2005. Alvarez-Lajonchere L., Manual de Técnicas para la Producción Piloto de Juveniles de Peces Marinos, 1994.
2. Buxade C.C., Zootecnia: Bases de Reproducción animal; XIII, Reproducción Animal Acuática, 1997.
3. Kunz Y. W. Developmental Biology of teleost Fishes, 2004.
4. M. en C. Hernández B. S., Taller de Actualización, Las Hormonas en la Producción Piscícola, Universidad Nacional Autónoma de México, ENEP-Iztacala, 1988.
5. M. en C. Hernández B. S., Uso de Hormonas en la reproducción de Peces, ENEP-Iztacala\_UNAM, 1991. M. en C. Rodríguez G. M., Temas Actuales sobre Reproducción de Teleósteos, Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco, ed. 1ª., 1992.

### **Bibliografía complementaria**

#### **libros**

- 1) Axelrod H. R., Crianza de los Peces de Acuario: Época de Reproducción, el Lugar de la Cría, Cortejo y Apareamiento, Desove, el Agua, Dieta, Cuidado de las Larvas, como Crían las Distintas Especies de Peces, 1993.
  - 2) Brown L., Acuicultura para Veterinarios: Producción y Clínica de Peces, 2000.
  - 3) Vierke J., El Acuario en Casa: Instalación y Organización, Accesorios, Mantenimiento, las Plantas, Especies de Peces, Reproducción, Reproducción, Cuidados y Enfermedades, 1994.
  - 4) Vollmam-Schipper, Transporte de Peces Vivos, 1978.
- Warren E., El Acuario Marino: Equipo, Organización y Mantenimiento, Especies de Peces e Invertebrados, Reproducción, Cuidados, Enfermedades, 1995.
- Pineda G. J. J., Descripción y Análisis del Método para la Producción de Huevos y Crías en el Centro Acuícola el Zarco, Trabajo Final Escrito de la Práctica profesional Supervisada, Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de



Medicina Veterinaria y Zootecnia, Asesores: Biól. Amalia Armijo Ortiz, MVZ.  
Marcela Fragoso Cervón, México, D.F., Febrero de 1995.

---

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

**RESPONSABLE DEL CURSO:** Dr. Gustavo Alejandro Rodríguez Montes de Oca

**PROGRAMA:** MAESTRÍA EN CIENCIAS EN RECURSOS ACUÁTICOS.

**UNIDAD ACADÉMICA:** FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR.

**TEORÍA:** 4

**PRÁCTICAS:** 2

**CRÉDITOS:** 10

**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 DEL CURSO:**

- 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).

## **EVALUACIÓN:**

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

Exámenes (1 inicial): 2.5 puntos, solo 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

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

## **ASIGNATURA: CULTIVO DE PECES**

**RESPONSABLE DEL CURSO:** M. en C. Olga Olivia Zamudio Armenta

M. en C. Víctor Jesús Núñez Martínez

M. en C. Juan Manuel Audelo Naranjo

M. en C. José Refugio Corona López

**PROGRAMA:** MAESTRÍA EN CIENCIAS EN RECURSOS ACUÁTICOS.

**UNIDAD ACADÉMICA:** FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR.

**TEORÍA:** 4

**PRÁCTICAS:** 4

**CRÉDITOS:** 8

**Objetivo General del Programa:**

Este curso teórico-práctico, tiene como fin que el alumno conozca, comprenda y analice de manera general los aspectos biológicos de los peces y que se familiarice con las metodologías empleadas para su cultivo en ambientes controlados, adquiriendo los conocimientos generales para estimular la investigación en esta área. Además de que adquiera los elementos necesarios para el buen desarrollo de su tesis de investigación, participando activamente en mesas de discusión de interés para el alumno que promuevan la investigación y desarrollo de este tipo de actividad en la región.

**UNIDAD I. Introducción: Conceptos básicos de Piscicultura.**

Avances de investigación en el cultivo de peces marinos y dulceacuícolas.

Cultivo de peces en América

Cultivo de peces en Europa

Cultivo de peces en Asia y Australia

## UNIDAD II. Sistemas e infraestructura de cultivo

### Selección de sitios

Disponibilidad de agua dulce y/o marina.

Características y tipos de suelos

Infraestructura disponible.

Servicios de apoyo

Compatibilidad con otras industrias.

Legislación.

### Sistemas de producción

Extensivo, semi-intensivo, intensivo

Estanques, raceways, jaulas, tanques, etc.

Hatcherys, nurserys y engorde

## UNIDAD III. Biología básica de los peces marinos y dulceacuícolas.

Ciclo reproductivo de los peces con potencial acuícola.

Conceptos básicos de la reproducción.

Endocrinología y requerimientos fisiológicos.

Manejo y técnicas del proceso de maduración.

Desarrollo gonadal.

Desove, fertilización y fecundación del huevo.

Desarrollo larvario.

Manejo de reproductores en cautiverio.

Selección de reproductores.

Características deseables para las diferentes especies.

Diferenciación sexual

Infraestructura y equipo requerido para la reproducción

Técnicas y equipo de colecta de reproductores.

Sitios de colecta

Tratamientos previos y anestésicos.

Aclimatación y cuarentena

La digestión en los organismos acuáticos.

Anatomía y fisiología del aparato digestivo de peces

Enzimas digestivas.

Digestibilidad y absorción de nutrimentos.

Requerimientos nutricionales

Técnicas de alimentación e impacto ambiental.

Tipos de alimentos y sus características

Alimentos vivos e inertes

Enriquecimiento de presas vivas.

Alimentación de larvas.

Sistemas de distribución.

Voleo (manual y mecánico).

Charolas de alimentación.

Manejo y almacenamiento de alimentos balanceados

## UNIDAD IV. Tecnología de engorde de peces dulceacuícolas

Preparación de los sistemas de producción

Adquisición, transporte y aclimatación de crías

Densidad de siembra

Estimación del crecimiento y biomasa

Estrategias de alimentación

Alimento natural y fertilización

Cantidad y frecuencia alimenticia

Influencia de la calidad del agua en los organismos en cautiverio

Temperatura, salinidad; pH, turbidez, alcalinidad, amonio, etc.

Enfermedades y parásitos

Cosecha, procesado, comercialización y mercadeo.

### **ESTRATEGIAS DE APRENDIZAJE**

Los temas 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 piscicultura. Algunos módulos serán preparados por cada estudiante para presentarlos como seminarios, mismos que serán discutidos con la supervisión del profesor (al menos un seminario por alumno).

### **EVALUACIÓN:**

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

Exámenes parciales: 2.5 puntos

Seminarios y participación en clases: 7.5 puntos.



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

## **BIBLIOGRAFIA**

Álvarez-Lajonchère L. A. y Hernández M. O. G. 2001a. Producción de juveniles de peces estuarinos para un centro en América Latina y el Caribe: diseño, operación y tecnologías. Baton Rouge, *The World Aquaculture Society*. L.A., USA. 424 pp.

Álvarez-Lajonchère L. A., Arritola J. B., Bellido S. J. D. y Averhorff O. L. 1983. Método de muestreo *in vitro* de ovocitos intraováricos de lisa *Mugil lisa* y *M. curema* (Pises, Mugilidae) y en el Patao *Eugerres brasilianus* (Pises, Gerridae). Rev. Lat. Acui. Lima- Perú 18: 1-48.

Barnabé, G. Aquaculture. 1989. Ellis Horwood Limited, Vol. 1.

Boyd, C.E. 1990. Water Quality in Ponds for Aquaculture. Alabama Agricultural

Brune, D.E. y Tomasso, J.R. Aquaculture and Water Quality. 1991. Advances in World Aquaculture, Vol. 3. Louisiana State University, BatonRouge, LA.

Carrillo M., Zanuy S., Prat F., Serrano R. y Bromage N. R. 1993. Environmental and hormonal control of reproduction in sea bass. En: Recent Advances in Aquaculture IV. N Bromage, E. M. Donaldson, M. Carrillo, S. Zanuy y J Planas (ed.), Blackwell Scientific Publications, Oxford, Great Britain. pp 43-54.

Carvajal M. V. 1997. Introducción a la maduración y desove del robalo (*Centropomus nigrescens*) en cautiverio mediante lautilización de las hormonas HCG (Gonadotropina Corionica Humana) y LHRHa ( Luteinizing Hormona Releasing Hormona Ethylamide) Tesis de grado, Guayaquil-Ecuador. Escuela Superior Politecnica del litoral. 76 pp.

FAO. 1987. Feeding and Nutrition of Farmed Fish and Shrimp. A training Manual Vol. 1: Essential Nutrients. FAO Field Document No. 2. GCP/RLA/075/ITA

FAO. 1987. Feeding and Nutrition of Farmed Fish and Shrimp. A training Manual Vol. 2: Nutrient sources and composition. FAO Field Document No. 5.

GCP/RLA/075/ITA

Lovell, T. 1989. Nutrition and feeding in Fish. Van Nostrand Reinhold, New York, N.Y.

Pillay, T.V.R. 1990. Aquaculture Principles and Practices. Fishing News Books, Ltd., Oxford, U.K.

Shilo M. y Sarig S. 1989. Fish Culture in Warm Water Systems. En: Problems and Trends. Shilo & Sarig (ed.), Press United States. pp. 70-71.

Kjesbu, O.S., Tarnger, G. L. Andersson, E., Stefansson, S.O. (Eds) Redroductive Physiology of Fish. University of Bergen, Bergen. p. 66.

Tacon, A. G. J. y Cowey C. B. 1985. Protein and amino acid requeriments. En: P. Tyler and P.Calow (Eds), Fish energetics: New perspectives. Cromm Helm, London, pp.155-183.

Tacon, A.G.J. 1990. Standard Methods for the Nutrition of Farmed Fish and Shrimp. Argent Laboratories Inc.

Tucker J. W. 1998. The future of marine fish culture. En: *Marine Fish Culture*. L. Thomson (ed.). Kluwer Academic Publishers. pp. 750

Tyler P. y Calow P. 1985. Fish Energetics: New perpectives. Croom Helm. London 349pp.

Wheaton, F.W. Aquacultural Engineering. 1977. John Wiley & Sons, New York, N.Y.

Zanuy S. y Carrillo M. 1999. Factores ambientales en el control de la reproducción de peces. En. Patología, Fisiología y Biotoxicología en especies acuáticas Carmen Sarasquete M. L., González de canales y J. A. Muñoz-Cueto (Ed.). p 241-252.

Zanuy S. y Carrillo. M. 1987. La reproducción de los teleósteos y su aplicación en acuicultura. En Reproducción en Acuicultura. Plan de formación de técnicos superiores en Acuicultura (FEUGA). 318 p.

Zohar Y. 1989. Fish Culture in Warm Water Systems: Problems and Trends. CRS Press. EUA 259 pp.

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

**RESPONSABLES DEL CURSO:** Dr. José Cristóbal Román Reyesy M.C. María Alejandra Medina Jasso

**PROGRAMA:** MAESTRÍA EN CIENCIAS EN RECURSOS ACUÁTICOS.

**UNIDAD ACADÉMICA:** FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR.

**TEORÍA:** 32 HORAS.

**PRÁCTICAS:** 48 HORAS

**CRÉDITOS:** 7

### **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 DEL CURSO:**

#### **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.

### **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.
- Storrupe 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: ECOLOGÍA ACUÁTICA**

**RESPONSABLE DEL CURSO:** Dr. Pablo Piña Valdez

PROGRAMA: MAESTRÍA EN CIENCIAS EN RECURSOS ACUÁTICOS.

UNIDAD ACADÉMICA: FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR.

TEORÍA: 64 HORAS.

PRÁCTICAS:

CRÉDITOS: 8

**OBJETIVO GENERAL:**

BRINDAR AL ESTUDIANTE LA POSIBILIDAD DE ANALIZAR PROBLEMAS FUNDAMENTALES DE LA ECOLOGÍA EN SISTEMAS ACUÁTICOS COMO SON LOS FACTORES ECOLÓGICOS QUE DEFINEN Y ESTRUCTURAN LAS COMUNIDADES Y ECOSISTEMAS EN ESPACIO Y TIEMPO, LOS PROCESOS QUE LOS UNIFICAN, LAS ESTRATEGIAS DE ESTUDIO Y LAS TENDENCIAS A FUTURO.

**PROGRAMA DEL CURSO:**

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.

### **ESTRATEGIAS DE APRENDIZAJE**

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

### **EVALUACIÓN:**

EL CURSO SE EVALUARÁ MEDIANTE 3 EXÁMENES TEÓRICOS. PARA APROBAR EL CURSO EL ALUMNO DEBERÁ TENER CALIFICACIÓN APROBATORIA EN LOS 3 EXÁMENES Y ENTREGA DE REPORTES DE PRÁCTICAS

### **BIBLIOGRAFÍA**

Margalef, R. 2005. Ecología. Décima reimpresión. Omega. Barcelona, Esp. 951 pp.

Wotton, R.S. 1994. The biology of particles in aquatic systems. Segunda edición. CRC Press. Boca Raton, Fla, USA. 325 pp.

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.



- Krebs, C.J. 1978. Ecology. The experimental analysis of distribution and abundance. segunda edición. Harper & Row Publishers. New York, USA. 678 pp.
- Vallentyne, J.R. 1978. Introducción a la limnología. Los lagos y el hombre. Omega. Barcelona, Esp. 169 pp.
- Russell-Hunte, W.D. 1970. Productividad acuática. Editorial Acribia. Zaragoza, Esp. 273 pp.
- 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.
- Caddy, J..F. 1989. Marine invertebrate fisheries. Their assessment and management. John Wiley & Sons. New York, USA. 752 pp.
- Tait, R.V. 1970. Elementos de ecología marina. Editorial Acribia. Zaragoza, Esp. 320 pp.

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

RESPONSABLE DEL CURSO: Dr. Pablo Piña Valdéz

PROGRAMA: MAESTRÍA EN CIENCIAS EN RECURSOS ACUÁTICOS.

UNIDAD ACADÉMICA: FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR.

TEORÍA: 64 HORAS.

PRÁCTICAS: 16 HORAS.

CRÉDITOS: 9

### **OBJETIVO:**

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 DEL CURSO:**

#### **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.

**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**

**RESPONSABLE DEL CURSO: asignación pendiente.**

**PROGRAMA: MAESTRÍA EN CIENCIAS EN RECURSOS ACUÁTICOS.**

**UNIDAD ACADÉMICA: FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR.**

**TEORÍA: 48 HORAS.**

**PRÁCTICAS: 32 HORAS**

**CRÉDITOS: 8**

**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 DEL CURSO:**

- I. Introducción a la acuicultura
  - 1.1. Fundamentos sobre la reproducción, ciclos de vida y crecimiento de organismos acuáticos
  - 1.2. Genética y mejoramiento de Stocks
  - 1.3. Nutrición y alimentación en acuicultura
  - 1.4. Alimentos y producción de alimento para fines acuícolas
  - 1.5. Salud y enfermedades de los organismos en cultivo
  - 1.6. Clasificación de los Sistemas de producción
  - 1.7. Impactos de la Acuicultura
  - 1.8. Tecnología y procesamiento post-cosecha
- II. Temas selectos de Ingeniería acuícola

- 2.1. Fundamentos de la Mecánica de Fluidos y aplicaciones en la ingeniería de sistemas
- 2.2. Balances de masa, capacidad de carga y crecimiento de la especie en cultivo
- 2.3. Transferencia de Gases (Nitrógeno, Oxígeno y Dióxido de carbono)
- 2.4. Principios del diseño de sistemas de cultivo
- 2.5. Abastecimiento de agua para empresas acuícolas
- 2.6. Pozos, tanques y otras estructuras como contenedores
- 2.7. Manejo y operación de sistemas acuícolas

### III. Sistemas de cultivo

- 3.1. Almacenamiento de huevos y equipamiento de laboratorios de producción de semilla
- 3.2. Tanques, tinas y otras unidades de producción en interiores
- 3.3. Estanquería acuícola
- 3.4. Jaulas marinas y otros tipos de encierros
- 3.5. Sistemas de alimentación
- 3.6. Sistemas de transporte interno y para la gestión en el cambio de tallas
- 3.7. Transporte de producto vivo
- 3.8. Principios de los sistemas controlados
  - 3.8.1. Ajuste del pH
  - 3.8.2. Remoción de partículas
  - 3.8.3. Desinfección (Ozonificación e Irradiación UV)
  - 3.8.4. Calentamiento y enfriamiento
  - 3.8.5. Aireación y oxigenación
  - 3.8.6. Remoción de amonio (biofiltración)
  - 3.8.7. Instrumentación y monitoreo
- 3.9. Sistemas de Recirculación y reutilización del agua
  - 3.9.1. Introducción a la tecnología de la recirculación acuícola
  - 3.9.2. Casos tipo
- 3.10. Sistemas integrados de producción acuícola

- 3.10.1. Introducción a la tecnología de la integración acuícola
- 3.10.2. Casos tipo
- IV. Ingeniería de proyectos acuícolas.
  - 4.1. Localización de infraestructura acuícola
  - 4.2. Diseño, construcción general y gestión de infraestructura acuícolas
  - 4.3. Manejo y disposición de desechos
  - 4.4. Principios de evaluación económica de proyectos acuícolas
  - 4.5. 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 el 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.

### **EVALUACIÓN:**

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 TECNICA 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**

**RESPONSABLE DEL CURSO:** Asignación en trámite.

**PROGRAMA:** MAESTRÍA EN CIENCIAS EN RECURSOS ACUÁTICOS.

**UNIDAD ACADÉMICA:** FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR.

**TEORÍA:** 32 HORAS.

**PRÁCTICAS:** 48 HORAS

**CRÉDITOS:** 7

### **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 DEL CURSO:**

#### **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  
Fosforo  
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 procesos biológicos.
- El estudiante resolverá ejercicios de selección y aplicación de técnicas analíticas para la evaluación de la calidad del agua según un caso 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.

## **EVALUACIÓN:**

Participación en discusión colectiva, exposición en seminario, trabajo de campo y laboratorio (reporte escrito y trabajos expuesto, 60%). ExamenES 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.

Sign, 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: **REPRODUCCIÓN DE ORGANISMOS ACUÁTICOS**

RESPONSABLE DEL CURSO : M. EN C. Sergio Armando López Machado

PROGRAMA: MAESTRÍA EN CIENCIAS EN RECURSOS ACUÁTICOS.

UNIDAD ACADÉMICA: FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR.

TEORÍA: 48 HORAS.

PRÁCTICAS: 32 HORAS

CRÉDITOS: 8

### **OBJETIVO GENERAL DEL CURSO**

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 DEL CURSO**

### **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.

### **Métodos y criterios 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.

Bunng, 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: TEMAS SELECTOS DE CULTIVO DE CRUSTÁCEOS**

RESPONSABLE DEL CURSO : M. EN C. Sergio Armando López Machado

PROGRAMA: MAESTRÍA EN CIENCIAS EN RECURSOS ACUÁTICOS.

UNIDAD ACADÉMICA: FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR.

TEORÍA: 48 HORAS.

PRÁCTICAS: 16 HORAS

CRÉDITOS: 7

### **OBJETIVO DEL CURSO**

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 la principales 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 DEL CURSO**

### **UNIDAD I. INTRODUCCIÓN.**

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

### **UNIDAD II. BIOLÓGIA 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.

XVIII. Programas de los Cursos Correspondientes a la Línea 2

**ASIGNATURA: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN CUALITATIVA**

RESPONSABLE DEL CURSO: M. en C. Francisco Javier Tapia Hernández y Dr. César Covantes Rodríguez

PROGRAMA: MAESTRÍA EN CIENCIAS EN RECURSOS ACUÁTICOS.

UNIDAD ACADÉMICA: FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR.

TEORÍA: 48 HORAS.

PRÁCTICAS:

CRÉDITOS: 6

**OBJETIVO:** 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 DEL CURSO:**

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 PRENDIZAJE**

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

## **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: ECONOMÍA ECOLÓGICA**

RESPONSABLE DEL CURSO: M. en C. Francisco Javier Tapia Hernández y Dr. César Covantes Rodríguez

UNIDAD ACADÉMICA: FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR.

TEORÍA: 64 HORAS.

PRÁCTICAS:

CRÉDITOS: 8

### **OBJETIVO:**

Que los alumnos comprendan que la Economía Ecológica no es una nueva disciplina, ni tan sólo una rama de la Economía, sino un nuevo campo de estudio interdisciplinario, que centra su atención en la sustentabilidad. De hecho es la Ciencia de la Sustentabilidad, entendiendo como tal el mantenimiento de los elementos de la naturaleza que son críticos para la Economía Humana.

### **CONTENIDO DEL CURSO:**

Unidad I. La Economía como sistema abierto (10 horas clase).

- 1.1. Dos visiones de la economía: la economía neoclásica y la economía ecológica
- 1.2. Necesidades humanas, preferencias y consumo
- 1.3. El flujo de energía en la economía
  - 1.3.1. Consumo endosomático y uso exosomático de la energía por los humanos

Unidad II. Problemas de valoración y criterios de decisión (20 horas clase).

- 2.1. El concepto de “eficiencia” y el análisis coste/beneficio
- 2.2. Las generaciones futuras y las otras especies

- 2.3 El descuento del futuro en el análisis coste/beneficio
  - 2.3.1. La importancia de la tasa de descuento: el ejemplo de los contaminantes acumulativos
- 2.7. El criterio de Krutilla
- 2.8. Riesgo e incertidumbre
- 2.9. Valoración Económica de bienes ambientales: el método del coste del viaje
- 2.10. Valoración ambiental: el método de los precios hedónicos
- 2.11. La valoración de contingencias
- 2.12. Comparabilidad, conmensurabilidad y valoración monetaria.
- 2.13. El análisis multicriterio: ¿Método de decisión o paradigma de la Economía Ecológica?

Unidad III.- Hacia una macroeconomía ecológica (15 horas clase).

- 3.1. ¿Qué es el Producto Interno Bruto (PIB)? Algunas críticas conocidas
- 3.2. Una crítica ecológica a la contabilidad nacional: el tratamiento del “patrimonio natural”
  - 3.2.1. Otra crítica ecológica a la contabilidad nacional: Los impactos ambientales y el concepto de gastos defensivos o compensatorios
- 3.3. La corrección del PIB por El Serafy
- 3.4. El concepto de sustentabilidad (o sostenibilidad)
- 3.5. La llamada sustentabilidad débil
- 3.6. La relación entre pobreza y degradación ambiental
- 3.7. Capacidad de carga y demografía humana
- 3.8. Indicadores físicos de (in) sustentabilidad

Unidad IV.- La Economía Ecológica y la Ecología Política (15 horas clase).

- 4.1. La Economía Ecológica como “Ciencia posnormal”
- 4.2. La Economía Ambiental y la internalización de externalidades
- 4.3. La Economía Forestal y de la Pesca.
- 4.4. Conflictos ecológicos distributivos
- 4.5. El ecologismo de los pobres

4.6. Formas de propiedad: su influencia en la gestión de los recursos naturales

4.7. Lo local y lo global

4.8. Comercio internacional y medio ambiente

## **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

## **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. 2007. Ecología y capital. Racionalidad ambiental, democracia participativa y desarrollo sustentable. Séptima edición, 2007. Siglo veintiuno editores.

Martínez Alier Joan, 1994. De la Economía Ecológica al Ecologismo Popular. ICARIA Editorial, S.A. Segunda edición 1994. Barcelona, España.

Martínez Alier, Joan y Klaus Schlupmann. La ecología y la economía. Fondo de Cultura Económica. Primera reimpresión (FCE, Colombia), 1997. Martínez Alier

Joan, 1999. Introducción a la Economía Ecológica. Cuadernos de medio Ambiente. Rubes Editorial, S.L. Primera Edición 1999. Impreso en España.

Martínez Alier, Joan y Jordi Roca Jusmet, 2001. Economía Ecológica y Política Ambiental. –2ª. Ed.- México: FCE, 2001.

Martínez Alier, Joan y Arcadi Oliveras, 2003. ¿Quién debe a quién? Deuda ecológica y deuda externa. ICARIA editorial, S.A. Primera edición 2003. Barcelona, España.

**ASIGNATURA: EDUCACIÓN AMBIENTAL**

**RESPONSABLE DEL CURSO: Dr. César Covantes Rodríguez**

**UNIDAD ACADÉMICA: FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR.**

**TEORÍA: 48 HORAS.**

**PRÁCTICAS:**

**CRÉDITOS: 6**

## **OBJETIVOS**

Objetivos Generales:

- 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 Particulares:

- 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 DEL CURSO:**

## **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.

## **ESTRATEGIA 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%.

## **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**

RESPONSABLE DEL CURSO: Dr. César Covantes Rodríguez y M. en C. Jaime Renan Ramírez Zavala

UNIDAD ACADÉMICA: FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR.

TEORÍA: 48 HORAS.

PRÁCTICAS:

CRÉDITOS: 6

### **OBJETIVOS**

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 DEL CURSO**

### **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.

## **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.html>  
<http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/marinas.html>

Arriaga, L.; Aguilar Sierra, V. y Alcocer Durán J. (coords, 2000). *Agua 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 TESH-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 ecosystem 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 Finalespanel 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 University CC, pp. 897-933.

**ASIGNATURA: CONTAMINACIÓN E IMPACTO AMBIENTAL EN ECOSISTEMAS COSTEROS**

RESPONSABLE DEL CURSO: Dr. José Guillermo Galindo Reyes

UNIDAD ACADÉMICA: FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR.

TEORÍA: 48 HORAS

PRÁCTICAS: 32 HORAS

CRÉDITOS: 8

**OBJETIVO:**

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 DEL CURSO:**

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 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 bioacumulación 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 se 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

### **Evaluación del curso:**

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: TOXICOLOGÍA DE SUSTANCIAS ORGÁNICAS (COMPUESTOS ORGÁNICOS PERSISTENTES) EN ORGANISMOS ACUÁTICOS**

**RESPONSABLE DEL CURSO:** Dr. José Guillermo Galindo Reyes

**UNIDAD ACADÉMICA:** FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR.

**TEORÍA:** 48 HORAS

**PRÁCTICAS:** 32 HORAS

**CRÉDITOS:** 8

**OBJETIVO:**

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.

**Contenido temático**

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 se 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.

XIX. Programas de los Cursos Correspondientes a la Línea 3

**ASIGNATURA: ECONOMÍA PESQUERA**

**UNIDAD ACADÉMICA: FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR.**

**RESPONSABLE DEL CURSO: M. en C. NICOLÁS CASTAÑEDA LOMAS Y M.  
en C. GUILLERMO RODRÍGUEZ DOMÍNGUEZ**

**TEORÍA: 48 HORAS**

**PRÁCTICAS: 32 HORAS**

**CRÉDITOS: 8**

**OBJETIVOS.-**

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.

Particular.-

1.- El alumno podrá identificar las fuerzas económicas que regulan, adicionalmente a los factores biológicos y ecológicos, la dinámica de una pesquería.

**PROGRAMA DEL CURSO**

## **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 se 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**

**RESPONSABLE DEL CURSO: M. en C. Guillermo Rodríguez Domínguez y M. en C. Raúl Pérez González**

**UNIDAD ACADÉMICA: FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR.**

**TEORÍA: 48 HORAS**

**PRÁCTICAS: 32 HORAS**

**CRÉDITOS: 8**

**OBJETIVOS.-**

General.- Formar profesionistas con capacidades de formular y proponer estrategias de manejo con sustentabilidad de los recursos pesqueros explotados y con potencial de comercializar.

**Particulares.-**

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 DEL CURSO**

### **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.

Hillborn, 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 Y RESTAURACIÓN DE MANGLARES**

**RESPONSABLE DEL CURSO: Dr. DANIEL BENITEZ PARDO Y Dr. FRANCISCO FLORES VERDUGO**

**UNIDAD ACADÉMICA: FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR.**

**TEORÍA: 48**

**PRÁCTICAS: 32**

**CRÉDITOS: 8**

### **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 acuicultura 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 DEL CURSO**

#### **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**

- 5.1. Estructura forestal y tipos fisonómicos del manglar
- 5.2. Uso del bosque de manglar
- 5.3. Microtopografía e hidroperiodo
- 5.4. Rehabilitación del ecosistema del manglar a través de la Hidrodinámica
- 5.5. Rehabilitación del ecosistema del manglar a través de la reforestación
- 5.6. 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 tird 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: ECOLOGÍA DEL ZOOPLANCTON**

RESPONSABLE DEL CURSO: Dra. Isabel Muñoz García y Dra. Yanira Green Ruíz

UNIDAD ACADÉMICA: FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR.

TEORÍA: 48 HORAS.

PRÁCTICAS: 32

CRÉDITOS: 8

Objetivo general:

Que el alumno Comprenda los mecanismos que regulan la abundancia y desarrollo del plancton y su impacto en las pesquerías.

**CAPITULO I.**

**INTRODUCCION (Teoría)**

- 1.1. Consideraciones Generales
- 1.2. Definiciones
- 1.3. Terminología

**CAPITULO II**

- 2.1. Método de estudio
- 2.2. Consideraciones estadísticas.
- 2.3. Muestreo y diseño experimental.
- 2.4. Colecta
- 2.5. Fijación y preservación

**CAPITULO III**

- 3.1. BIOMASA Y ABUNDANCIA DE LOS PRINCIPALES GRUPOS TAXONOMICOS DE IMPORTANCIA PESQUERA
- 3.2. Determinación de biomasa



- 3.3. Abundancia e identificación de especies
- 3.5. Análisis de estructura de la comunidad
- 3.6. Métodos químicos
- 3.7. Métodos acústicos
- 3.8. Métodos ópticos

## CAPITULO IV

- 4.1. ALIMENTACION. (relaciones tróficas)
  - 4.2. Mecanismos de alimentación
  - 4.3. Microzooplancton
  - 4.4. Meso y macrozooplancton
  - 4.5. Factores que regulan la tasa de alimentación

## CAPITULO V

- 5.1. MEDIDAS DE CRECIMIENTO Y TASAS REPRODUCTIVAS
  - 5.2. Modelos de crecimiento y fecundidad
  - 5.3. Determinación de la tasa de producción de huevos
  - 5.4. Tasas de crecimiento

## CAPITULO VI

- 6.1. METABOLISMO
  - 6.2. Índices de metabolismo
  - 6.3. Mediciones en vivo
  - 6.4. Respiración
  - 6.5. Excreción

## CAPITULO VII

- 7.1. MODELOS DE DINAMICA DEL ZOOPLANCTON
  - 7.2. Modelos poblacionales
  - 7.3. Modelos de comunidades del zooplancton
  - 7.4. Modelos de dinámica espacial

## **Estrategias aprendizaje**

Es un curso teórico práctico que comprende tanto actividades en el aula como en el campo y en el laboratorio.

Para ello se 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 entregar resultados de las prácticas, realizar tareas y consultas en libros e internet

## **Estrategias de Evaluación:**

El curso se evaluará mediante tres exámenes parciales más las tareas y resultados de investigación, así como los reportes de las prácticas realizadas

## **BIBLIOGRAFIA.**

Fulton, J. 1968. A laboratory manual for the identification of British Columbia Marine zooplankton. Fisheries Research Board of Canada. Tech. Rep. No 55. Nanaimo B.C.

Gazca y Suarez (Eds). 1996. Introducción al zooplankton marino. ECOSUR-CONACYT. 711 p.

Green. R. H. 1979. Sampling design and statistical methods for environmental biologists. John Wiley & Sons. USA. 257 p.

Gulland, J. A. 1983. El porque de la evaluación de poblaciones. FAO, Circ. Pesca, (759): 20 p.

Harris R.P., P. H. Wiebe, J. Lenz, H. R. SKjoldal and M. Huntley. 2000 Zooplankton Methodology Manual. Academia Press, London. 684 p.p.

- Lasker, R., ed. 1985. An egg production method for estimating spawning biomass of pelagic fish: application to the northern anchovy, *Engraulis mordax*. U.S. Dep. Commer. NOAA Tech. Rep. NMFS 36: 99 p.
- Mann, K. H. & J. R. N. Lazier. 1991. Dynamics of marine ecosystems. Biological-Physical interactions in the oceans. Blackwell Scientific Pub. Inc. USA. 466 p.
- Newell G. E. and R. C. Newell. 1967. Marine Plankton. A practical guide. London: Hutchinson Educational. 219 p.
- Parsons, T. R., M. Takahashi and B. Hargrave. 1990. Biological oceanographic processes. 3<sup>a</sup>. ed. Pergamon press. Great Britain. 330 p.
- Raymond, J. E. 1983. Plankton and productivity in the oceans. 2<sup>a</sup>. Ed. Vol 2: Zooplankton.. Pergamon Press. Great Britain. 824 p.
- Smith, D. 1977. A guide to marine coastal plankton and marine invertebrate larvae. Kendall/Hunt Pub. Co. USA. 161.
- Smith, P.E. y S. L. Richardson, 1979. Técnicas modelo para prospecciones de huevos y larvas de peces pelágicos. FAO, Documentos Técnicos de Pesca No. 175. 107 p.
- Tood. C. D. and M. S. Laverack. 1991. Coastal Marine zooplankton. A practical manual for students. Cambridge Univ. Press. 106 p.

## **ASIGNATURA: TÉCNICAS COMPUTACIONALES PARA EL ANÁLISIS DE DATOS OCEANOGRÁFICOS**

**RESPONSABLE DEL CURSO: Dr. David Serrano Hernández**

**UNIDAD ACADÉMICA: FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR.**

**TEORÍA: 32**

**PRÁCTICAS: 32**

**CRÉDITOS: 6**

### **OBJETIVO GENERAL**

El objetivo de este curso es proporcionar al alumno una herramienta en computación poderosa y muy amigable (MATLAB), con el fin de que pueda utilizarla en el análisis, procesamiento y graficado de datos que conciernen a las diferentes áreas de las ciencias del mar.

### **PROGRAMA DEL CURSO**

#### Capítulo I

FUNDAMENTOS DE MATLAB (12 h)

Qué es el MATLAB (breve semblanza)

Arreglos matriciales ( $1 \times 1$ ,  $1 \times m$ ,  $m \times 1$ ,  $m \times n$ )

Operaciones con matrices (pizarrón)

Operaciones con matrices (suma, “multiplicación •” y “división”, con

MATLAB)

Lectura y escritura de datos

Creación de un programa “\*\*\*\*.m”

Funciones y subrutinas

#### Capítulo II

## GRÁFICAS CON MATLAB (12 h)

Gráficas simples (X,Y)

Solución de Y, máximos y mínimos

Integración numérica

La matriz de  $m \times n$  como  $F(X, Y)$

Curvas de nivel

El gradiente  $\left( \frac{\partial T}{\partial x}, \frac{\partial T}{\partial y} \right)$

Gráficas de Malla y Superficie (3D)

## Capítulo III

APLICACIONES (i) (20 h)

Álgebra lineal

Ajuste de curvas

Interpolación lineal

Interpolación cúbica

Interpolación (2D)

## Capítulo IV

APLICACIONES (ii) (20 h)

Ecuaciones diferenciales ordinarias

Algunas aplicaciones a la Oceanografía

Oleaje, mareas, corrientes (series de tiempo escalares y vectoriales)

Algunas aplicaciones a la Meteorología

Temperatura, presión, viento (series de tiempo escalares y vectoriales)

Filtros en series de tiempo

Transformada de Fourier

Análisis armónico de datos Oceanográficos y Meteorológicos

## Estrategias de aprendizaje

Las clases se realizarán en el centro de cómputo. El profesor explicará de forma oral la teoría auxiliándose del pizarrón; posteriormente se pasará a la práctica, aplicando la teoría, realizando diferentes ejercicios de programación. Las prácticas de programación se proyectarán en una pantalla empleando un cañón. Cabe señalar que algunos de los datos a procesar, graficar y analizar son datos reales; datos que fueron capturados por diferentes sensores de temperatura y de una estación meteorológica que fueron instalados en la bahía.

### **Estrategias de evaluación**

Se realizarán 4 exámenes parciales a lo largo del semestre; con un peso del 60% de la calificación total. 40% de la calificación lo comprenderá un trabajo de investigación, en el cual se aplicaran las técnicas de programación estudiadas a lo largo del curso, este trabajo se entregará de forma escrita.

### **Bibliografía básica**

Adrian Biran and Moshe Breiner, "MATLAB for Engineers," Addison-Wesley Publishing Company, 1995.

The Student Edition of MATLAB, Version 4, Users Guide, The Math Works Inc., Prentice Hall, Englewood Cliff, NJ, 1995.

**ASIGNATURA: OCEANOGRAFÍA COSTERA**

**RESPONSABLE DEL CURSO: DR. DAVID SERRANO HERNÁNDEZ**

**UNIDAD ACADÉMICA: FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR.**

**TEORÍA: 64**

**PRÁCTICAS: 32**

**CRÉDITOS: 10**

### **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 PARTICULARES**

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 ( $h$  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 DEL CURSO**



## **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 Y 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 OLAJE**

- 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 FRENTE**

- 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 BÁSICA**

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.

PROPUESTA DE ASIGNATURA: Análisis de riesgo  
RESPONSABLE DEL CURSO: Dr. J. Fernando Márquez Farías

PROPUESTA DE ASIGNATURA: Introducción al análisis demográfico.  
RESPONSABLE DEL CURSO: Dr. J. Fernando Márquez Farías

ASIGNATURA: Introducción a la Morfometría  
RESPONSABLE: Dr. Jorge Saúl Ramírez Pérez

ASIGNATURA: Cambio Climático  
RESPONSABLE: Dra. Mercedes Marlenne Manzano Sarabia

ASIGNATURA: Sensores remotos  
RESPONSABLE: Dra. Mercedes Marlenne Manzano Sarabia