

DESARROLLO SUSTENTABLE DE LA ACUICULTURA EN MEXICO.

ORIENTACIONES ESTRATÉGICAS

Coordinadores:
Dr. Francisco Magallón,
Dr. Humberto Villarreal

Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C.



CENTRO DE INVESTIGACIONES
BIOLÓGICAS DEL NOROESTE, S.C.



CEDRSSA

Centros de Estudios
para el Desarrollo
Rural Sustentable
y la Soberanía Alimentaria

DIRECTORIO DE LA COMISIÓN DE PESCA

PRESIDENTE

DIP. CARLOS ORSOE MORALES VÁZQUEZ

SECRETARIOS

DIP. MARTHA ROCIO PARTIDA GUZMÁN, DIP. CARLOS EDUARDO FELTON GONZÁLEZ, DIP. PEDRO PULIDO PECERO, DIP. LUIS FERNANDO RODRÍGUEZ AHUMADA, DIP. JOAQUÍN JESÚS DÍAZ MENA, DIP. JUAN ADOLFO ORCI MARTÍNEZ, DIP. CARLOS ERNESTO ZATARAIN GONZÁLEZ.

INTEGRANTES

DIP. JOSÉ LUIS BLANCO PAJÓN, DIP. ALMA XOCHIL CARDONA BENAVIDES, DIP. CUITLÁHUAC CONDADO ESCAMILLA, DIP. LEOBARDO CURIEL PRECIADO, DIP. GERARDO ANTONIO ESCAROZ SOLER, DIP. MARÍA VICTORIA GUTIÉRREZ LAGUNÉS, DIP. FERNEL ARTURO GÁLVEZ RODRÍGUEZ, DIP. BENJAMÍN HERNÁNDEZ SILVA, DIP. IÑIGO ANTONIO LAVIADA HERNÁNDEZ, DIP. VÍCTOR MANUEL LIZÁRRAGA PERAZA, DIP. DELBER MEDINA RODRÍGUEZ, DIP. CARLOS ERNESTO NAVARRO LÓPEZ, DIP. GILBERTO OJEDA CAMACHO, DIP. HÉCTOR PADILLA GUTIÉRREZ, DIP. ABUNDIO PEREGRINO GARCÍA, DIP. MANUEL SALVADOR SALGADO AMADOR, DIP. SARA SHEJ GUZMÁN, DIP. RAMÓN VALDÉS CHÁVEZ, DIP. GERARDO OCTAVIO VARGAS LANDEROS Y DIP. SILVESTRE ÁLVAREZ RAMÓN.

LIC. JAVIER CORDOVA URIBE
SECRETARIO TÉCNICO

COMITÉ DEL CEDRSSA

PRESIDENTE

DIP. ALEJANDRO MARTÍNEZ HERNÁNDEZ

SECRETARIOS

DIP. MARTÍN SETEFANONNI MAZZOCCO, DIP. RAMÓN BARAJAS LÓPEZ

INTEGRANTES

DIP. SANTIAGO GUSTAVO PEDRO CORTÉS, DIP. ADRIANA DÍAZ CONTRERAS, DIP. JAVIER HERNÁNDEZ MANZANARES, DIP. CARLOS ERNESTO NAVARRO LÓPEZ, DIP. ROSA ELVA SORIANO SÁNCHEZ, DIP. JORGE GODOY CÁRDENAS, DIP. TOMÁS GLORIA REQUENA, DIP. JOSÉ AMADO ORIHUELA TREJO, DIP. MAYRA GISELA PEÑUELAS ACUÑA, DIP. ANTONIO MEDELLÍN VARELA, DIP. FELIPE GONZÁLEZ RUÍZ, DIP. JOSÉ IGNACIO ALBERTO RUBIO CHÁVEZ, DIP. JOSÉ VÍCTOR SÁNCHEZ TRUJILLO, DIP. CÉSAR AUGUSTO VERÁSTEGUI OSTOS, DIP. MARÍA GUADALUPE JOSEFINA GARCÍA NORIEGA, DIP. JOSÉ GUILLERMO FUENTESORTIZ Y DIP. IÑIGO ANTONIO LAVIADA HERNÁNDEZ.

CEDRSSA

Dr. JOSÉ SERGIO BARRALES DOMÍNGUEZ
DIRECTOR GENERAL DEL CEDRSSA

JAZMÍN B. SANTINELLI
**JEFE DE DEPARTAMENTO DE ESTUDIOS
SOBRE SOBERANÍA ALIMENTARIA**



**DESARROLLO SUSTENTABLE
DE LA ACUICULTURA EN MEXICO.**

ORIENTACIONES ESTRATÉGICAS

Coordinadores:

**Dr. Francisco Magallón Barajas,
Dr. Humberto Villarreal Colmenares**

Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C.

**Reporte preparado para:
Comisión de Pesca. Cámara de Diputados. LX
Legislatura**

La Paz, B.C.S. noviembre de 2007

DESARROLLO SUSTENTABLE DE LA ACUICULTURA EN MEXICO.

ORIENTACIONES ESTRATÉGICAS

Coordinadores:

**Dr. Francisco Magallón,
Dr. Humberto Villarreal**

Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C.

**Mar Bermejo # 195, Col. Playa Palo de Santa Rita.
La Paz, B.C.S. 23090, MEXICO. www.cibnor.mx**

Autores*

Dr. Francisco Javier Magallón Barajas, Dr. Humberto Villarreal Colmenares, Dra. Fabiola Arcos Ortega, M.C. Santiago Avilés Quevedo, Dr. Roberto Civera Cerecedo, Dr. Pedro Cruz Hernández, Dr. Alfredo González Becerril, Dr. Vicente Gracia López, Dr. Alfredo Hernández Llamas, Dr. Jorge Hernández López, Dra. Ana Maria Ibarra Humphries, Dr. Carlos Lechuga Deveze, Dr. José Manuel Mazón Suástegui, Dr. Arturo Muhlia Melo, cDr. José Naranjo Páramo, Dr. Ricardo Pérez Enríquez, M.C. Marcos Porchas Cornejo, Biol. Guillermo Portillo Clark, M.C. Juan Carlos Pérez Urbiola

Asistentes editoriales:

Biol. Patricia González Zamorano, Dr. Margarita Kiewek Martínez, Coordinación: MC. Cinthya Castro Iglesias. Diseño Editorial: Lic. Gerardo Hernández García, Lic. Adriana Landa Blanco, Oscar Armendáriz Ruíz. Acabados: Rubén Andrade Velázquez, Santiago Rodríguez Alvarez.

* A partir del tercer lugar, la autoría se estableció por orden alfabético.

Preparación de este Reporte

La información presentada está basada en datos científicos y de producción comercial, bases de datos, información estadística de dominio público, además de consultas a expertos y experiencia profesional de los autores, quienes son únicos responsables del contenido del documento.

Propiedad Intelectual (Copyright)

CIBNOR, S. C. y la LX Legislatura de la Cámara de Diputados de la República Mexicana mantienen los derechos de propiedad intelectual (Copyright).

El documento no deberá copiarse, duplicarse, escanearse, transmitirse o guardarse en un medio magnético o similar, sin el consentimiento expreso de CIBNOR y la Cámara de Diputados.

Citas al Documento

El documento deberá ser citado como sigue*:

Magallón-Barajas, F. J., Villarreal-Colmenares, H., Arcos-Ortega, F., Avilés-Quevedo, S., Civera-Cerecedo, R., Cruz-Hernández, P., González-Becerril, A., Gracia-López, V., Hernández-Llamas, A., Hernández-López, J., Ibarra-Humphries, A. M., Lechuga-Deveze, C., Mazón-Suáztegui, J. M., Muhlia-Melo, A. F., Naranjo-Páramo, J., Pérez-Enríquez, R., Porchas-Cornejo, Portillo-Clark, G. y Pérez-Urbiola, J. C. 2007. Orientaciones estratégicas para el desarrollo sustentable de la acuicultura en México. Publicaciones especiales del Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S. C. Cámara de Diputados. LX Legislatura.

* A partir del tercer lugar, la autoría se estableció por orden alfabético.



**DESARROLLO SUSTENTABLE
DE LA ACUICULTURA EN MEXICO.**

ORIENTACIONES ESTRATÉGICAS

PRESENTACIÓN

Actualmente, la acuicultura a nivel nacional es considerada una actividad de gran relevancia, aportando cerca del 50% de los productos pesqueros mundiales destinados a la alimentación. México tiene un amplio potencial de desarrollo acuícola, ya que cuenta con amplias extensiones con posibilidades de uso. Debido a la importancia de este sector, desde el punto de vista de seguridad alimentaria, resalta la necesidad de implementar estrategias que faciliten el crecimiento de dicha industria en los estados, mediante la creación de programas integrales.

El presente documento busca establecer estrategias y mecanismos que permitan incrementar de manera significativa la producción nacional, mediante la incorporación de nuevas especies de cultivo y la implementación de un adecuado manejo de los sistemas de producción. Para ello, el desarrollo debe estar sustentado en el análisis de factores económicos, sociales, ambientales, jurídicos y tecnológicos.

Agradecemos a la Comisión Nacional de Pesca y Acuicultura por haber contribuido al inicio del presente trabajo. La Comisión de Pesca de la Cámara de Diputados, (LX Legislatura) contribuyó de manera fundamental para la realización del documento.

Dr. Sergio Hernández Vázquez
Director General

Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C.
Sistemas de Centros Públicos de Investigación CONACYT.

PREFACIO

El CIBNOR busca orientaciones estratégicas que puedan servir de plataforma para facilitar el proceso de consulta e integración de la propuesta de un Programa Rector que articule al Plan Sectorial de Pesca y Acuicultura, con la participación de los poderes ejecutivo y legislativo, gobiernos de los estados y municipios, y el sector productivo.

La acuicultura ha ido incrementando su importancia a nivel mundial, como una alternativa para garantizar la seguridad alimentaria, con tasas de crecimiento que superan el 10% anual y una producción anual que alcanza los 60 millones de toneladas. A nivel nacional, la producción acuícola está dominada por el cultivo de camarón, principalmente en la región noroeste, y se considera que existe un amplio potencial de desarrollo de esta industria para el país. Por ello, la mayor parte de los gobiernos estatales con potencial para la acuicultura, han incluido a esta actividad dentro de sus agendas de gobierno y sus Planes de Desarrollo. De igual manera, la Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca ha declarado que el cultivo de especies acuáticas es una prioridad del Gobierno Federal, razón por la cual ha destinado importantes apoyos al sector productivo.

Conscientes de la relevancia que la producción acuícola tiene para el país, el presente documento intenta identificar las estrategias generales que permitan el desarrollo sustentable de este sector en México. Se propone concretar la ordenación acuícola, declarando como objetivo central la necesidad de incrementar significativamente la producción nacional, tanto por la vía de la optimización de la producción actual, como por el desarrollo de nuevas alternativas de producción, mediante la incorporación de nuevas especies, marinas y dulceacuícolas, con potencial de cultivo.

Las orientaciones estratégicas contenidas en este documento están sustentadas en el análisis integral de diferentes factores que intervienen en

el desarrollo de la acuicultura. Se tomaron en cuenta los aspectos económicos, sociales, ambientales, tecnológicos, jurídico-normativos y de desarrollo institucional, los cuales se analizan a nivel del país, con una aproximación regional.

Se presenta un conjunto de orientaciones estratégicas que puedan servir de plataforma para facilitar el proceso de consulta e integración de la propuesta de un Programa Rector que articule al Plan Sectorial de Pesca y Acuicultura, con la participación de los poderes ejecutivo y legislativo, gobiernos de los estados y municipios, y el sector productivo. Las orientaciones estratégicas facilitan la realización de consultas abiertas y talleres de expertos para el desarrollo de planes regionales de acuicultura que integren las visiones de desarrollo sustentable para diferentes localidades. Se sugieren consideraciones para el desarrollo de planes integrales de manejo de la acuicultura en los estados, se proponen términos de referencia para el desarrollo de planes de manejo por cultivo, que consideren visiones de integración en redes de valor, con ejemplos de cultivos que se realizan en diferentes regiones. Se aportan recomendaciones de política para la gestión integrada de la zona costera de México, que deben integrar los diferentes intereses, con el propósito de garantizar un desarrollo sustentable de la actividad acuícola.

CONTENIDO

1. Presentación del documento.	Pag. 1
2. Diagnóstico del desarrollo acuícola en seis ejes del desarrollo sustentable.	7
3. Visión del desarrollo sustentable de la actividad acuícola.	79
4. Objetivos de desarrollo de la acuicultura sustentable.	81
5. Orientaciones estratégicas para desarrollar y fortalecer la actividad acuícola.	85
5.1 Orientaciones estratégicas globales para el desarrollo sustentable.	85
5.2 Orientaciones estratégicas para fortalecer y articular los ejes del desarrollo sustentable.	86
5.3 Orientaciones estratégicas para el desarrollo de Planes de Manejo Integrado de los cultivos acuícolas.	92
5.4 Orientaciones estratégicas Desarrollo de Programas Estatales de Manejo Integrado de la Acuicultura	142
5.5 Orientaciones estratégicas para la Regionalización y desarrollo de Planes Regionales que integren la zona costera con las cuencas y subcuencas hidrológicas.	155
6. Acciones orientadas al desarrollo sustentable de la actividad acuícola.	169
6.1 Acciones de articulación.	169
6.2 Acciones de integración.	182

1

PRESENTACIÓN DEL DOCUMENTO

Las orientaciones estratégicas contenidas en este documento están sustentadas en el análisis integral de diferentes factores que intervienen en el desarrollo de la acuicultura. Se tomaron en cuenta los aspectos económicos, sociales, ambientales, tecnológicos, jurídico-normativos y de desarrollo institucional, los cuales se analizan a nivel del país, con una aproximación regional.

Este documento busca integrar un conjunto de orientaciones estratégicas que puedan servir de plataforma para facilitar el proceso de consulta e integración de la propuesta de un Programa Rector que articule al Plan Sectorial de Pesca y Acuicultura con las acciones de los poderes ejecutivo y legislativo, gobiernos de los estados y municipios, y el sector productivo. Las orientaciones estratégicas facilitan la realización de consultas abiertas y talleres de expertos para el desarrollo de planes

regionales de acuicultura que integren las visiones de desarrollo sustentable para diferentes regiones. Se sugieren consideraciones para el desarrollo de Planes de Manejo Integral de la acuicultura en los estados, se proponen términos de referencia para el desarrollo de Planes de Manejo Por Cultivo que consideren visiones de integración en redes de valor, con ejemplos de cultivos que se realizan en diferentes regiones. Se aportan Recomendaciones de Política para la Gestión Integrada de la Zona Costera de México que deben incluir e integrar los diferentes intereses con el propósito de garantizar un desarrollo sustentable de la actividad acuícola.

La información presentada facilita la integración de un Programa Rector de Acuicultura, ofrece un análisis de los principales cultivos que soportan la industria, analiza la potencialidad para fortalecerla y diversificarla a través de nuevos cultivos, en la sección de Planes por Cultivo, describe términos de referencia para el desarrollo de Programas Estatales de Cultivo, y da recomendaciones en las Políticas para el manejo integrado de la zona costera, cuencas y subcuencas hidrológicas.

Para la identificación de las orientaciones estratégicas, el grupo de trabajo realizó un análisis global del sector acuícola en siete ejes, tomando como hilo conductor los requerimientos de planeación establecidos por la FAO para garantizar el desarrollo sostenible de la industria acuícola. Se establecieron un diagnóstico, objetivos y estrategias para el sector acuícola, y se identificaron los ejes económico, social y ambiental como el soporte de la industria y los ejes tecnológico, jurídico-normativo e institucional como ejes de apoyo.

Los lineamientos estratégicos que se identificaron en cada uno de los siete ejes son los siguientes:

- ◆ El manejo integrado del sector a través de planes por cultivo, programas estatales y planes de manejo integrado de las cuencas, para articular los ejes del desarrollo sustentable a todos los niveles y en todas las actividades.

- ◆ El ordenamiento para privilegiar la protección y el desarrollo de los bienes y servicios ambientales sobre el uso de los mismos, realizar esfuerzos globales por heredar a las generaciones futuras la zona costera, cuencas y subcuencas hidrológicas ecológicamente sanas y compromisos para utilizarlas mediante tecnologías de cultivo limpias y amigables.
- ◆ La integración económica de la industria en redes de valor para ser competitivos, fortalecer el mercado interno, aumentar el grado de diferenciación de los productos genéricos, crecer con base en la demanda, fortalecer la infraestructura para el desarrollo de la acuicultura y detonar el desarrollo de proveedores nacionales para la industria acuícola.
- ◆ La innovación tecnológica para ser eficientes, integrar las redes de conocimiento a las redes de valor, priorizar la investigación aplicada, orientar la investigación básica, fortalecer el manejo genético, garantizar la producción certificada de semillas, crías y postlarvas, mejorar los alimentos balanceados para asegurar la inocuidad, la amigabilidad y la funcionalidad, asegurar la sanidad de los cultivos y la salud de los consumidores, e incrementar la eficiencia de los sistemas de engorda mediante un manejo ambiental que evite impactos innecesarios al medio ambiente.
- ◆ La actualización jurídico-normativa para ser responsables, la adopción voluntaria de normas, sistemas de buenas prácticas y códigos de conducta, y el privilegiar la certificación, la acreditación y la inteligencia sobre la inspección y la vigilancia.
- ◆ La inclusión social para ser solidarios, la generación de nuevos negocios, el fortalecimiento del empleo bien remunerado, clusters de granjas familiares y un fuerte desarrollo de instituciones incluyentes que participen en el desarrollo acuícola

y que garanticen que sus beneficios lleguen a los habitantes de las cuencas y subcuencas donde se generan los productos acuícolas.

- ◆ La coordinación intergubernamental, intrasectorial e interinstitucional para ser eficaces en el logro los resultados, sumar esfuerzos y crear sinergias.



Una vez identificados los lineamientos estratégicos en los ejes rectores, otro grupo de trabajo desarrolló un análisis de cada uno de los cultivos comerciales actuales y de las especies con potencial de desarrollo acuícola, generando información que permitió identificar acciones específicas prioritarias y que sirvió de base para categorizar los cultivos. A partir de este análisis se identificaron potencialidades regionales, tomando en consideración las características medioambientales de cuencas y subcuencas hidrológicas.

Se identificaron tres grupos de cultivos acuícolas. Un primer grupo, integrado por el camarón el ostión y la piscicultura de agua dulce que, por su volumen y valor, soportan la producción actual, abastecen de alimentos

CULTIVOS PRIORITARIOS			
	Peces	Moluscos	Crustáceos
Por volumen y valor	Tilapias Truchas Carpas Bagres	Ostiones (Golfo, placer y japonés)	Camarones blancos
Por potencial de expansión	Atunes Jureles	Abulones Almejas (Pectinidas) Ostras perleras Mejillones	Langosta de agua dulce
Por potencial de desarrollo	Huachinangos Cabrillas sardineras Totoabas Lenguados Pargos Pámpanos Corvinas Robalos Ornamentales	Madreperlas Almejas (Otras) Caracoles Mejillones tropicales	Camarones Cafés Artemia

de alta calidad al mercado, generan empleos y aportan divisas, donde los ejes de articulación, ordenamiento, integración e innovación adquieren una gran relevancia. Un segundo grupo, integrado por especies que actualmente se producen a pequeña escala, que ofrecen la oportunidad de generar nuevos negocios y empleos, y que requieren de una planeación adecuada para el desarrollo sostenible, incluyendo la evaluación de capacidades ambientales y de carga, el desarrollo de infraestructura, la inversión para el crecimiento y el desarrollo de estrategias de comercialización. El tercer grupo lo constituyen aquellas especies, principalmente marinas, que tienen alto valor en el mercado, donde la producción pesquera ofrece un abasto insuficiente y las cuales ofrecen la oportunidad vía el desarrollo tecnológico de generar una expansión de la acuicultura marina.

Un tercer grupo de trabajo elaboró un modelo de ordenamiento para la conformación de los programas estatales de cultivo, con base en la experiencia exitosa de otros países,. Este modelo de 10 pasos constituye el

puente entre los planes de manejo integrado y su realización en las cuencas y subcuencas donde ocurre la acuicultura, donde se presentan los retos y se resuelven los problemas, donde las empresas operan y donde se generan los productos y los empleos.

Un cuarto grupo de trabajo estableció el vínculo entre las acciones genéricas con las acciones específicas y los niveles de manejo para generar un conjunto selecto de acciones estratégicas que impactan la totalidad de la industria, que están orientadas a resolver problemas y encaminadas a propiciar las transformaciones de fondo que conviertan a la acuicultura en una actividad sustentable, generadora de nuevos negocios y empleos bien remunerados.



2

DIAGNÓSTICO DEL DESARROLLO ACUICOLA EN SEIS EJES DEL DESARROLLO SUSTENTABLE

2.1. Desarrollo sustentable

La actual base de planeación de la acuicultura no contiene elementos que le aseguren sostenibilidad debido a que no incluye aspectos de desarrollo económico, social y medio ambiental suficientemente articulados con el desarrollo tecnológico, el desarrollo institucional y el desarrollo jurídico y normativo, los cuales constituyen los ejes que requiere el desarrollo sustentable.

2.2. Diagnóstico del Desarrollo Económico del sector acuícola

Existe una desarticulación entre los agentes de producción de algunos productos, incluyendo aquellos que operan la pesquería del recurso, lo que se traduce en ineficiencia, baja competitividad y carencia de estrategias de mercado.

No se cuenta con financiamiento ni normatividad adecuada que incentive la inversión, particularmente considerando el riesgo implícito en la actividad acuícola. Por otro lado, existe insuficiencia de tecnologías adecuadas para el cultivo rentable.

Mercado

La acuicultura a escala mundial tiene como retos: proveer al mercado, satisfacer el incremento del consumo per-capita de productos acuáticos, ofrecer alternativas para enfrentar el hambre en el mundo y abastecer la demanda de alimentos generada por el crecimiento de la población mundial. También tiene el desafío de lograrlo mediante una producción sustentable y amigable con el ambiente que genere productos de alta calidad nutricional, funcionales, sanos, inocuos y bio-seguros.

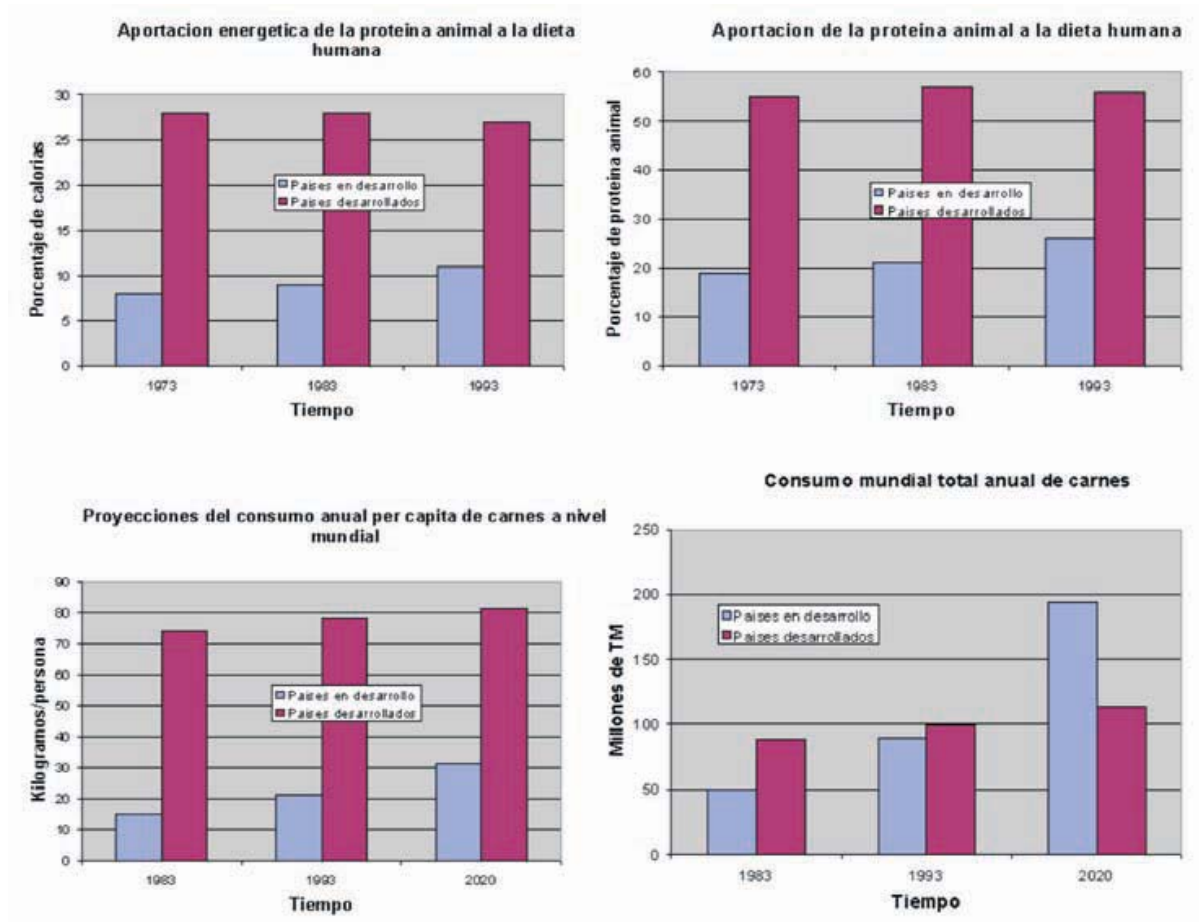


Demanda externa, actual y futura

Los productos acuícolas están caracterizados por un mercado internacional localizado en los países desarrollados de Norteamérica, Asia

y Europa, un mercado emergente en los países en proceso de desarrollo, y un mercado interno concentrado en ciudades con supermercados, centros turísticos y mercados regionales. Estos mercados presentan un alto dinamismo debido a los cambios en las necesidades, las preferencias y la capacidad de compra del consumidor, así como por los cambios globales en los hábitos de consumo. Los cambios son producto de diversos factores, entre los que se incluyen la globalización de la cultura, los procesos de urbanización, el incremento de los ingresos, los cambios en el consumo per-capita, la incorporación de la mujer al empleo y los cambios en la estructura de edades de la población.

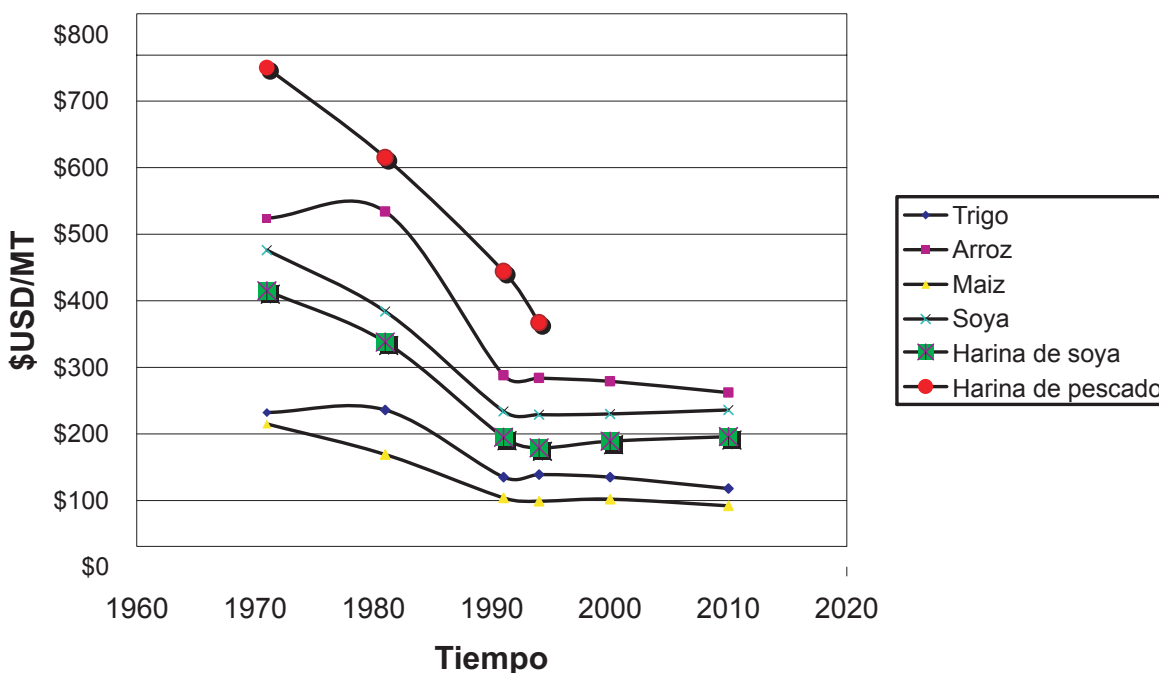
Los mercados de países desarrollados muestran un elevado consumo per-capita de productos cárnicos. En general, se estima que sus poblaciones



consumen 5 veces más carne roja, 4 veces pollo, 3 veces cerdo y 2 veces más productos acuáticos, con respecto a las poblaciones de los países en vías de desarrollo. Las tendencias del consumo anual per-capita de países desarrollados presentan un crecimiento anual inferior al mercado de países en vías de desarrollo, lo que implica que la mayor parte del consumo se desplazará en las próximas décadas hacia estos países.

Se estima que en los próximos 13 años el incremento en el consumo per-capita de productos cárnicos será mayor en los países en desarrollo y que el consumo global se incrementará significativamente debido al crecimiento

Tendencias de los precios de insumos para alimentos balanceados

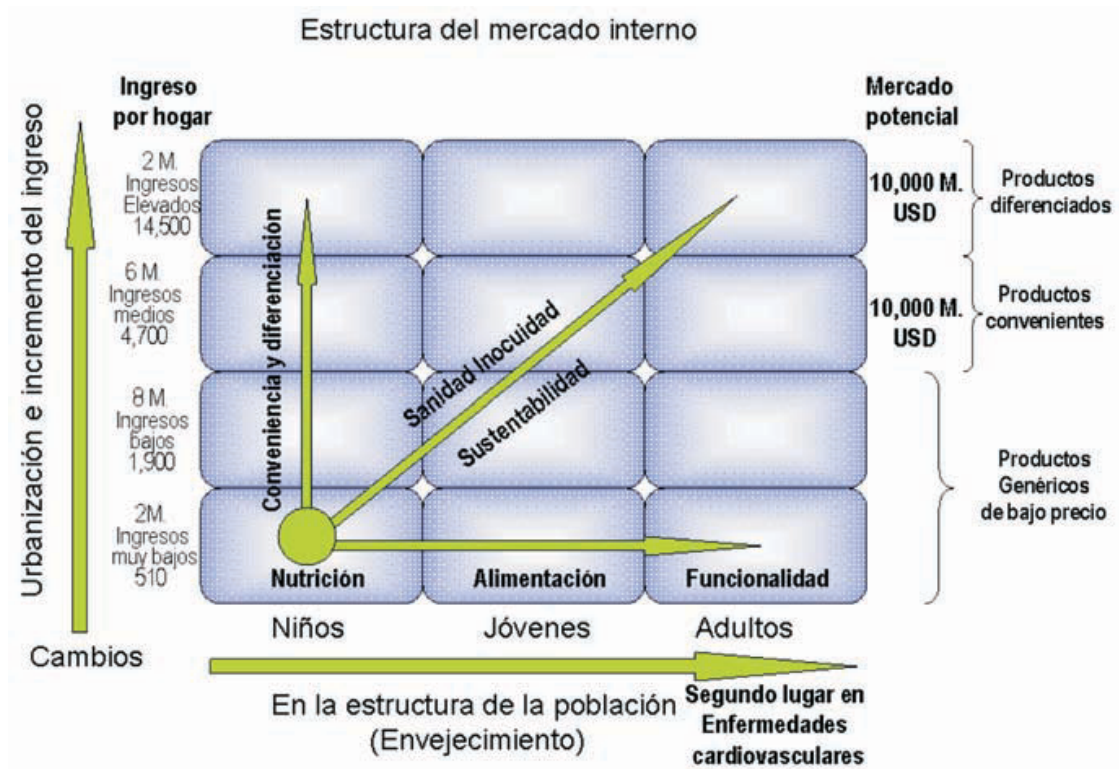


de la población mundial. Esto incrementará la participación de estos países en el consumo global de dichos productos del 47 al 63 %. Esta tendencia se verá fortalecida no sólo por la urbanización y el incremento de los ingresos, también porque se prevé que continuará el descenso de los precios reales de los granos que se utilizan para los alimentos balanceados.

El incremento del consumo per-capita de productos acuícolas también estará fundamentado en las próximas décadas por razones de balance nutricional y de salud. Actualmente, en países de Asia se consumen 0.61 kilogramos de peces por cada kilogramo de carne, en países desarrollados se consumen 0.28 Kg. y en países de Latinoamérica se consumen solamente 0.20 Kg. Para lograr un balance nutricional semejante al de los pueblos Asiáticos, el consumo per-capita de productos acuícolas en países desarrollados, debería duplicarse mientras que en países de Latinoamérica debería triplicarse.

En nuestro país, el consumo per-capita de productos pesqueros se estima en la mitad del promedio reportado para los países desarrollados.

Como se mencionó, los cambios en el consumo per-capita estarán influenciados por el grado de urbanización, el incremento del ingreso y los cambios en la edad de la población. Dichas influencias están generando



nichos y segmentos en el mercado para productos diferenciados, productos de conveniencia y productos genéricos de bajo precio.

Los principales productos acuícolas que se cotizan en el mercado internacional son: camarón, salmón y moluscos, además de tilapia, cabrilla y pargo, los cuales han tenido un incremento en las exportaciones. De estos productos, se observa una preferencia global por aquellos que se presentan en fresco y congelado, particularmente diferenciados en forma de lonjas y filetes.

El congelamiento representa el principal método de conservación de productos acuícolas para el consumo humano. En países desarrollados, la proporción de productos congelados se ha venido incrementando constantemente y el pescado congelado se ha convertido en la presentación más común en el mercado. Por otro lado, en países en vías de desarrollo, el congelado de productos acuícolas es menor principalmente por la falta de infraestructura y de redes de congelamiento.

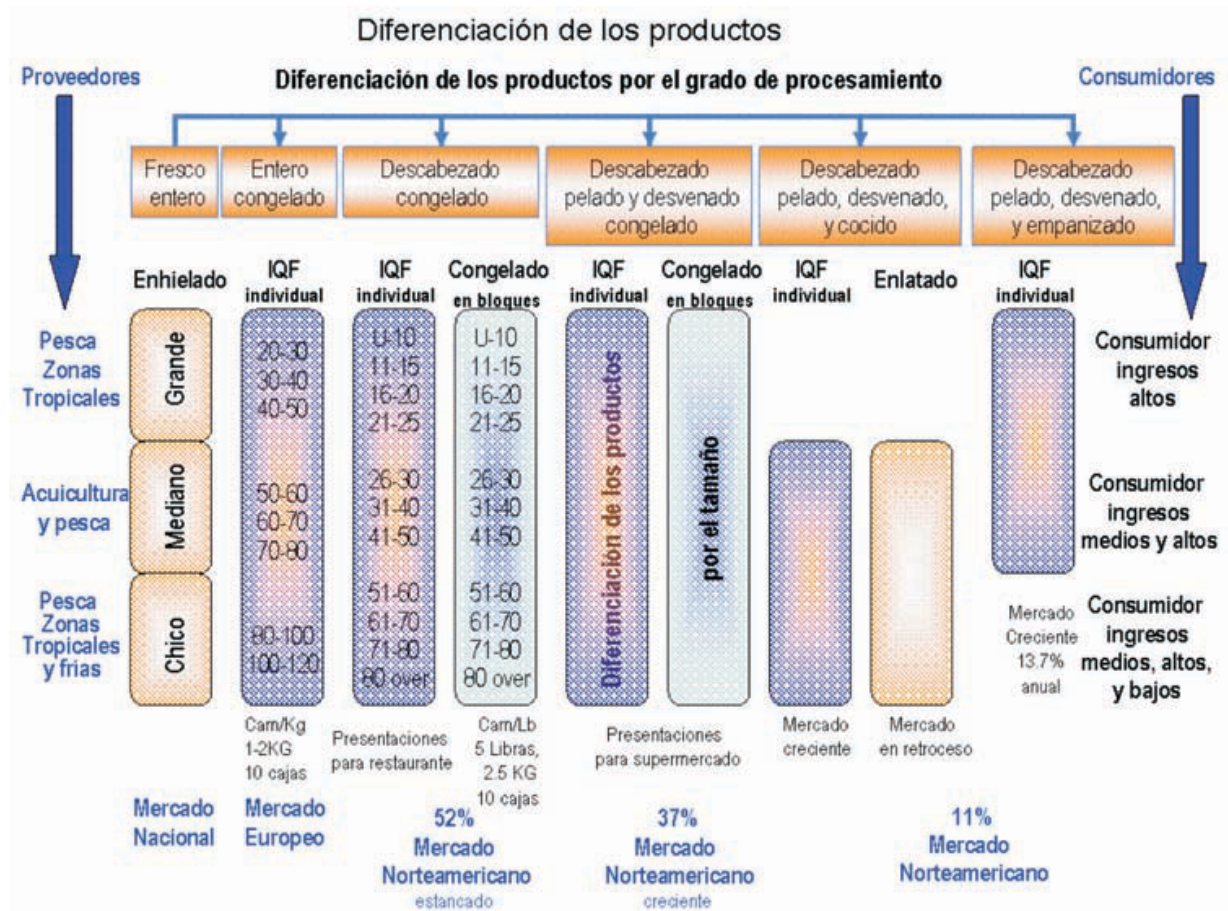
Demanda interna actual y futura

La acuicultura es un sector muy dinámico con respecto al sector pesquero. Los productos acuícolas pueden incrementar la oferta más rápidamente que los productos pesqueros similares, gracias a la tecnología y a la producción controlada. La demanda de productos pesqueros ha tenido un ritmo lento de crecimiento por la falta de desarrollo de la pesca.

El mercado interno ha mostrado un subdesarrollo derivado del modelo de mercado, el cual consiste en exportar la parte principal de la producción como productos genéricos y de consumir en el mercado interno la producción rezagada y los excedentes. Esta debilidad se manifiesta cuando la oferta de productos acuícolas de otros países presiona al mercado internacional y al mercado interno. Cambios rápidos en la oferta de productos acuícolas y la lenta respuesta de la demanda crean una fragilidad en los precios que, en el corto plazo, generan dificultades en las exportaciones y en la comercialización en el mercado interno, y en el

mediano plazo, provocan el desplazamiento de los grupos de productores menos eficientes y competentes. A esta fragilidad del mercado es necesario sumarle la volatilidad de la demanda generada por la percepción que tienen los consumidores de los productos acuícolas. En la actualidad ya no basta con tener presencia, precio y calidad en el mercado. La demanda también es dependiente de la percepción de los consumidores con respecto a la sanidad, inocuidad, bio-seguridad, funcionalidad, sustentabilidad, contaminantes, antibióticos, bio-toxinas, organismos genéticamente modificados, afectaciones a la biodiversidad, impactos al ambiente o desplazamiento de comunidades.

La falta de promoción de los productos acuícolas en los mercados nacional e internacional; la inconsistencia de la oferta, relacionada a la



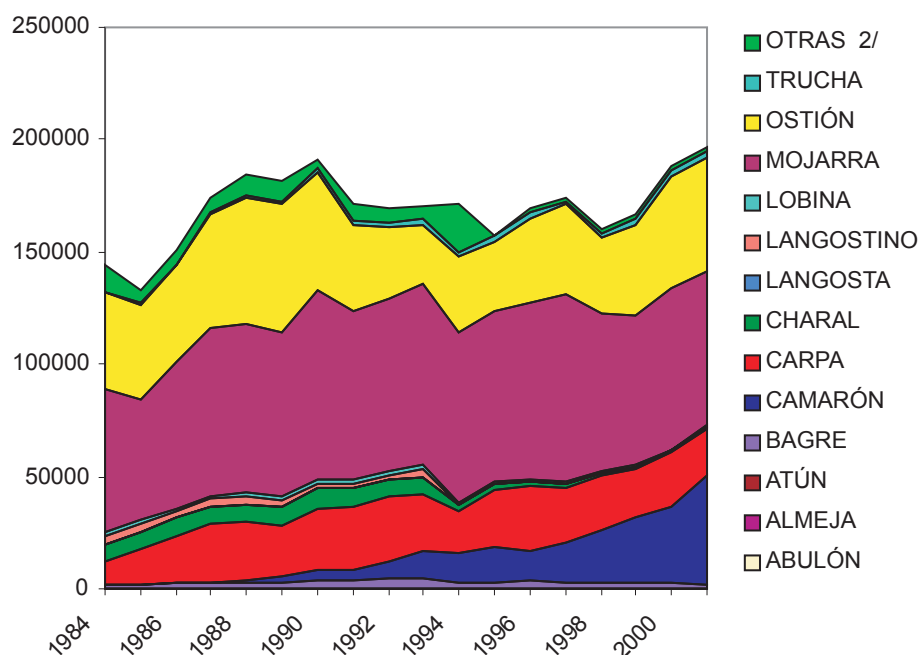
estacionalidad de la producción, la carencia de inventarios que garanticen volúmenes, tamaños y calidad; así como la desarticulación entre la producción y la comercialización, han contribuido a debilitar la competitividad de la industria acuícola por falta de certidumbre en los precios.

La desarticulación de las empresas, la práctica de monocultivos y el uso de tecnologías poco eficientes aumentan la vulnerabilidad de la industria frente a los cambios rápidos en la oferta de productos acuícolas, la volatilidad de la demanda y la fragilidad de los mercados, particularmente entre los pequeños productores.

Oferta actual y potencial de los productos acuícolas en los mercados

Haciendo un análisis de la evolución de la acuicultura en México se puede apreciar un incremento en su producción desde 1984, pasando de 140,000 a 190,000 toneladas aproximadamente en el 2001 (Figura 1). Esto representa

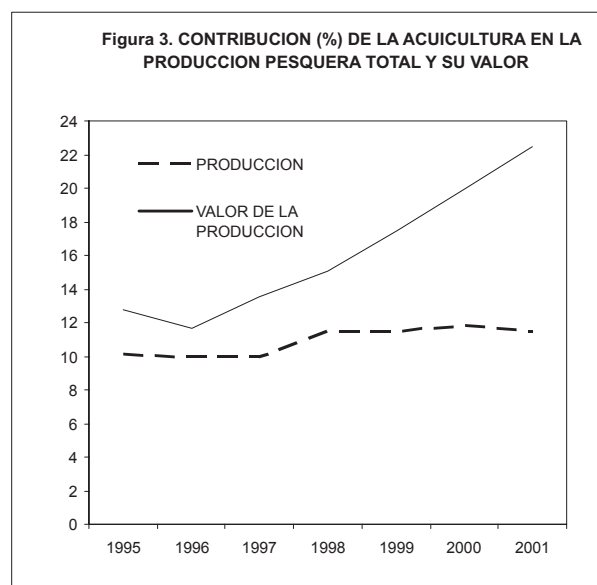
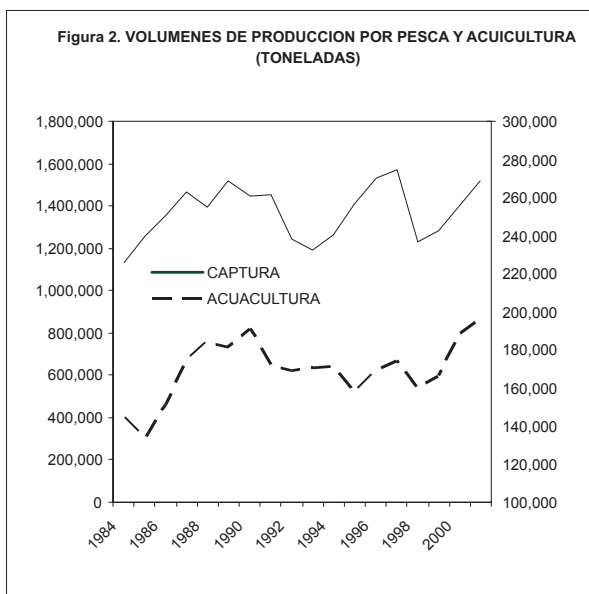
Figura 1. PRODUCCION ACUICOLA (TONELADAS) EN MEXICO POR ESPECIE



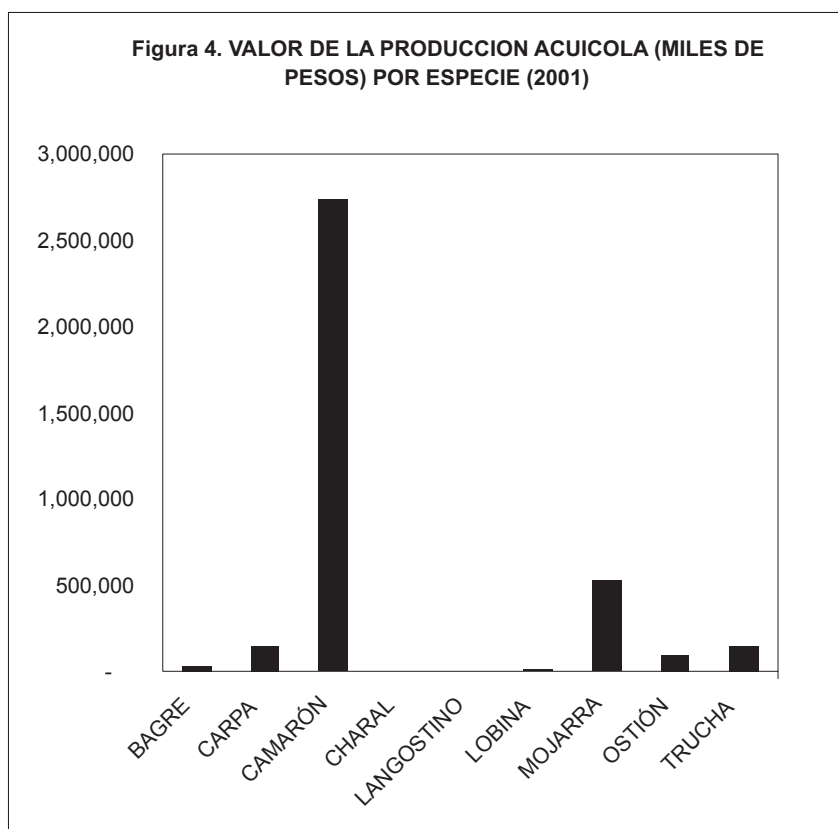
un incremento de 2.1% anual. Las principales especies de producción acuícola son camarón, ostión, tilapia y carpa.

En los últimos 10 años, la industria camaronícola ha presentado un incremento significativo en su producción, particularmente en el estado de Sonora, siendo la principal responsable del crecimiento observado en la industria. Otros productos como trucha, bagre, atún, abulón, pectínidos (almejas catarina y mano de león) y langosta de agua dulce, han empezado a contribuir con producciones modestas a partir del año 2000.

Existe una tendencia estadísticamente significativa al incremento de la producción de acuicultura en México, mientras que la captura por pesca no evidencia dicha tendencia (Figura 2).



A partir de 1995, la contribución de acuicultura al total nacional ha incrementado del 10 al 11.5%. Debe destacarse, que la contribución de la acuicultura en términos del valor económico de la producción nacional presenta un incremento muy significativo en tan sólo seis años, al pasar del 12% a casi 23% del valor de los productos pesqueros del país (Figura 3). Este

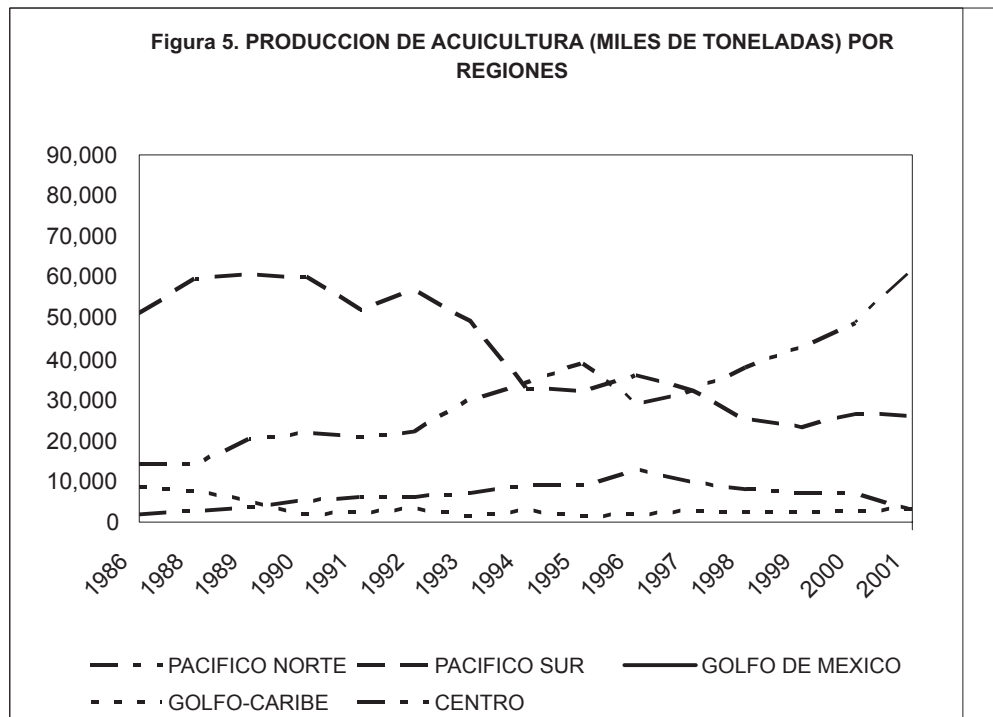


notable incremento se debe al aumento en la producción de camarón por cultivo (Figura 4).

La acuicultura comercial alcanza una proyección económica notable en el contexto nacional por la aportación económica que actualmente significa y por lo que puede significar el aumento de su contribución en los próximos años. Es importante destacar, de acuerdo a cifras de la FAO, que el sector acuícola mundial (con excepción de China) produjo en el año 2000 alrededor de 11 millones de toneladas de productos acuáticos cultivados, frente a unos 52 millones de toneladas que se obtuvieron de la pesca de captura. Dicha producción equivale al 17.4% del total, superior al 10-11.5 % nacional observado durante 1995-2001. Por otra parte, si se considera la participación de China la contribución de acuicultura a la producción mundial se eleva alcanzando el 27.3%.

Análisis regional de la producción

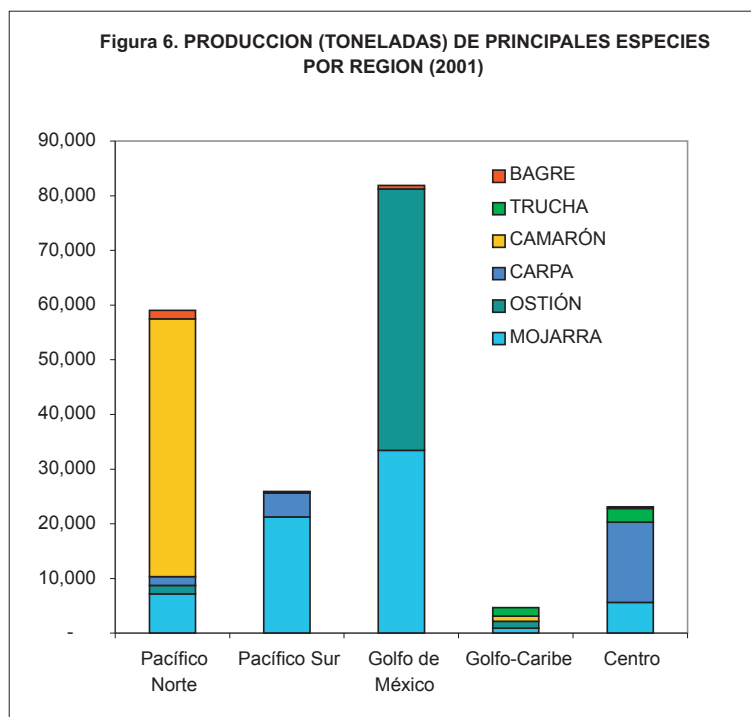
La región del Golfo de México fué la más importante durante el periodo 1984-2001 (Figura 5). Las regiones Centro y Golfo-Caribe se han mantenido sin cambios mayores, en tanto que las regiones del Pacífico son las que han presentado la mayor dinámica.



La región Pacífico Norte ha incrementado su producción desde 15,000 hasta cerca de 48,000 toneladas durante el periodo, en gran medida debido al fuerte crecimiento de la producción de camarón cultivado. La tasa de crecimiento se ha incrementado de 2001 a la fecha en esta zona, sobrepasando la producción pesquera de camarón.

Por otra parte, la región Pacífico Sur presenta un decremento drástico atribuible a caídas en las pesquerías acuaculturales en aguas continentales de los estados de Michoacán y Jalisco.

En el año 2001, las principales especies acuícolas en términos de volumen de producción fueron: el camarón para la región Pacífico Norte; la mojarra (tilapia) para la Pacífico Sur; el ostión y la mojarra para el Golfo de México y la carpa para la región Centro (Figura 6). En la región Golfo-Caribe no se observa dominancia de alguna especie.

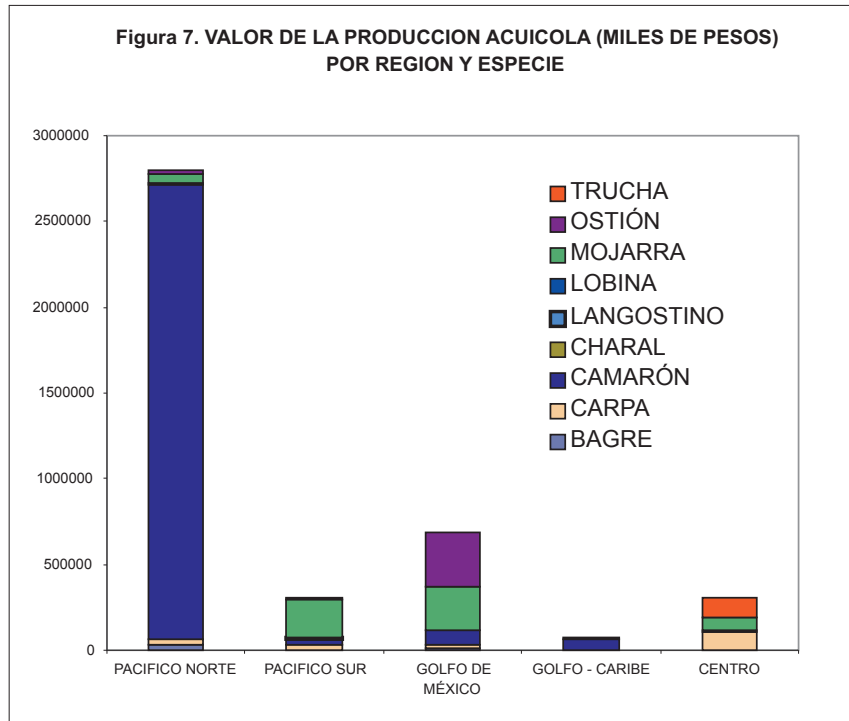


La contribución de las distintas regiones, en términos de valor de la producción, es muy diferente a la que se observa para los volúmenes de producción (Figura 7). Con el cultivo de camarón, la región Pacífico Norte adquiere la mayor importancia en valor de producción. Para el resto de las regiones, la importancia de las especies es relativamente la misma que la observada en los volúmenes de producción, a excepción del camarón y la trucha que, por su valor, adquieren mayor relevancia en la zona Golfo-Caribe y Centro, respectivamente.

La infraestructura productiva se concentra de manera importante en las regiones del Pacífico, con poco más de 1,300 granjas y un total de 53,000

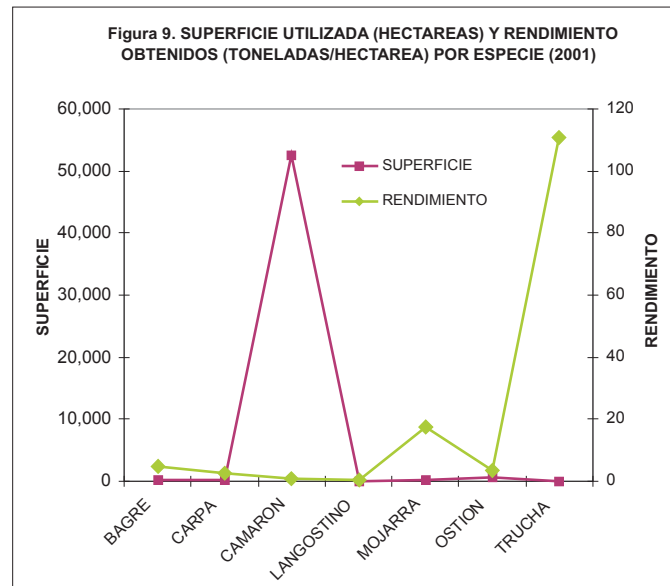
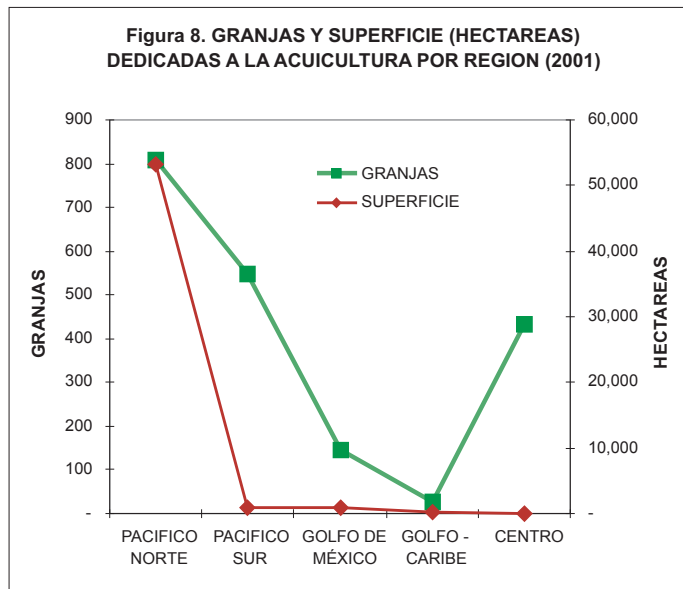
hectáreas de superficie (Figura 8). La Región Centro también cuenta con un número importante de granjas, pero con un número y extensión menor a las del Pacífico (2,000 hectáreas). Cuando se hace el análisis de superficie y rendimiento de producción por especie (Figura 9), se observa que el 98% de la superficie de cultivo en el país se destina a la camaronicultura aunque esta actividad tiene uno de los rendimientos más bajos (menos de una tonelada por hectárea).

Hay que tener presente que para efecto de este análisis se manejan superficies y rendimientos indistintamente del nivel de intensificación,



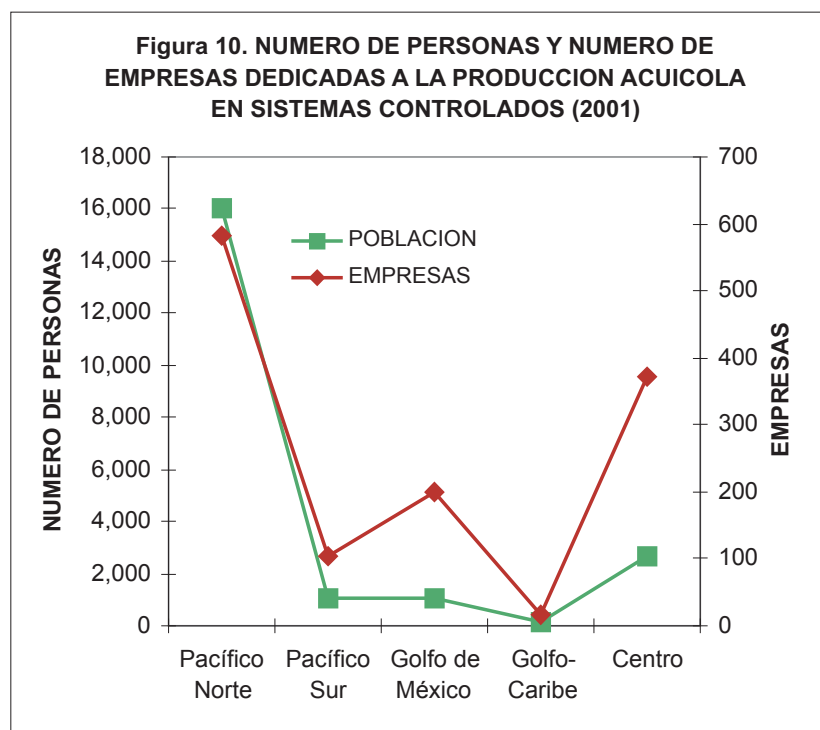
representando una estimación gruesa de la eficiencia con que se produce cada una de las especies, desde el punto de vista de manejo acuícola. Aun así, en atención a la magnitud de las cifras es conveniente destacar que la camaronicultura del país opera a un bajo nivel de eficiencia lo que constituye una debilidad.

Es bien conocido que cuando se manejan adecuadamente las tecnologías



semi-intensiva e intensiva para el cultivo del camarón, se obtienen rendimientos entre 1.5 y 2.5 ton/ha y entre 4 y 6 ton/ha, respectivamente. La intensificación de la camaronicultura con tecnologías de bajo impacto ambiental constituye, en ese contexto, una oportunidad para el mejor aprovechamiento de la capacidad instalada del país.

En la región Pacífico Norte se encuentra el mayor número de personas dedicadas a la acuicultura y el mayor número de empresas acuícolas (Figura



10). En la región Centro también se percibe un mayor grado de organización en la actividad, particularmente tomando en cuenta el número de empresas involucradas. La población dedicada a la producción acuícola en sistemas controlados en el año 2001 fue de 7.2% de la población total ocupada en el sector pesquero.

La oferta potencial de los productos acuícolas en los mercados

El potencial que tiene la industria acuícola mexicana para satisfacer la demanda de sus productos se fundamenta en su capacidad para incrementar la producción actual y en su dinamismo para diversificar la industria hacia la producción de nuevos productos.

El incremento en la producción de la industria se puede lograr desarrollando los siguientes aspectos: la innovación de las actuales tecnologías para la diversificación e intensificación de la producción, el

incremento de las superficies de cultivo en las sub-cuencas desarrolladas y la expansión de la acuicultura hacia nuevas sub-cuencas que cuenten con los bienes y servicios ambientales que la industria requiere.

En el caso del camarón (producto acuícola de mayor valor), hay un gran potencial para el incremento de la producción a través de la innovación de la tecnología, lo que aumentará significativamente los rendimientos en la región Pacífico Norte y así poder asegurar la oferta de junio a diciembre.

La extensión de las superficies de cultivo y el desarrollo de nuevas sub-cuencas en las regiones Pacífico Sur, Golfo de México y Mar Caribe ayudará a fortalecer la oferta de enero a mayo. En el caso de la tilapia, hay potencial para incrementar la producción a través de la innovación tecnológica y el desarrollo de granjas intensivas en sub-cuencas planificadas que hagan uso eficiente del agua asociada a los drenes de riego. Adicionalmente, existe el potencial para incrementar la producción de ostión, combinando la producción de ostiones de la región del Golfo de México, con el ostión japonés y el ostión de placer, mediante el desarrollo de sub-cuencas planificadas y certificadas en la Región del Pacífico Norte.

En el caso de los cultivos que han demostrado factibilidad económica y que han ido conformando una industria naciente hay un potencial de crecimiento por medio de la expansión de los cultivos hacia nuevas sub-cuencas.

Diversificación de la oferta

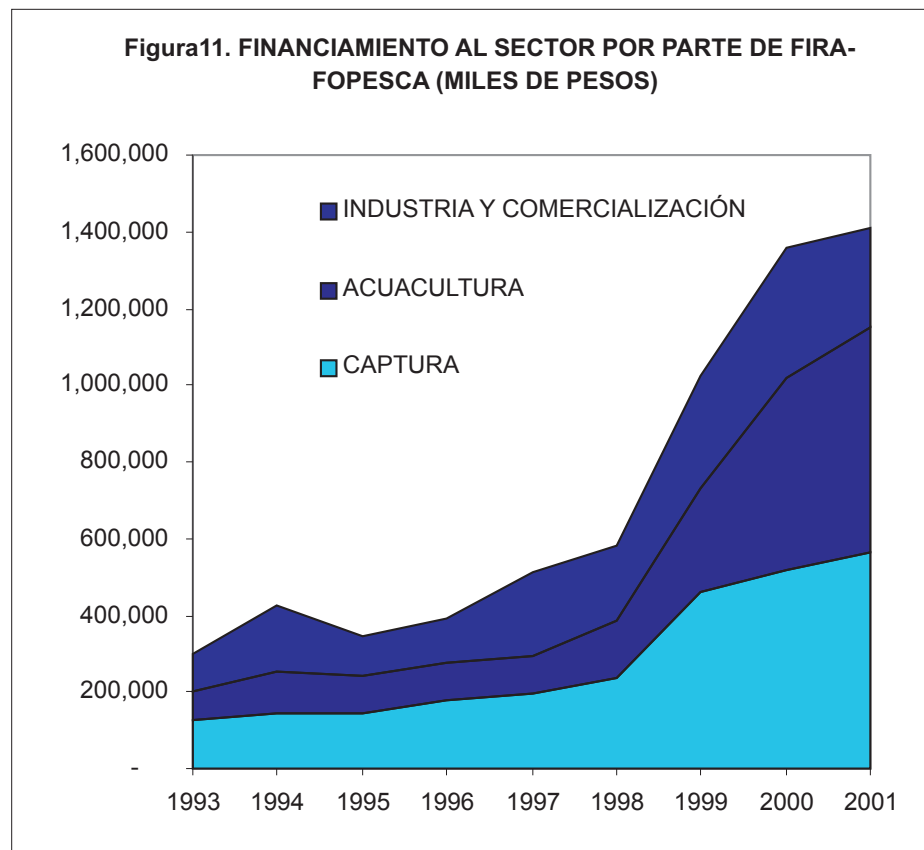
La riqueza de bienes y servicios ambientales con los que cuenta nuestro país en las cuencas hidrológicas y en la zona costera de las diferentes regiones permite diversificar la industria acuícola para la producción de nuevos productos. Esta riqueza se expresa en una gran biodiversidad de peces, moluscos y crustáceos, los cuales son candidatos a ser cultivados. Una gran diversidad de hábitats que abarcan desde sub-cuencas de agua dulce, sub-cuencas de lagunas costeras y mares costeros, y una diversidad de microclimas que facilitan la producción a lo largo del año. La utilización de

este potencial esta siendo explorada por las instituciones académicas y de investigación, que tienen interés y capacidad para llevar a cabo proyectos de investigación básica y aplicada relacionada con el potencial de diversificación de la acuicultura.

Financiamiento

El financiamiento por parte del gobierno federal que ha recibido el sector pesquero muestra un incremento importante a partir de 1998 (Figura 11), particularmente los recursos destinados a la acuicultura. La banca comercial ha concentrado su aporte al capital de trabajo.

De acuerdo con cifras de FIRA para el período 1998-2003, del total de recursos destinados a la camaronicultura por esa institución, 160 millones



de dólares (80%) se usaron en créditos de avío, mientras que 40 millones de pesos (20%) se aplicaron como créditos refaccionarios. El principal renglón en el que se ha ejercido el crédito es la alimentación (28% del crédito de avío), con un monto equivalente a 44.8 millones de pesos (entre 8 y 10 millones de pesos anuales). Para el rubro de post-larvas se destinó 27% (Sinaloa) y 13.5% (Sonora). FIRA considera que el cultivo intensivo ha demostrado ser más eficiente, sustentable y económicamente rentable. Destaca que sólo 22 millones de pesos (11%) se han aplicado a ese tipo de cultivo, lo que sugiere la conveniencia de revisar las políticas de fomento y posiblemente reorientar la aplicación de recursos hacia modelos con mayor repercusión en la generación de empleos, producción de bienes y consolidación de la industria.

Control de riesgos

Algunos de los riesgos económicos que enfrenta el desarrollo de la industria acuícola son la incertidumbre de las exportaciones debido a prácticas de "dumping" (venta de volúmenes significativos de producto a un precio igual o menor a su costo de producción) en el mercado internacional, así como el bloqueo a las exportaciones con el argumento de existencia de problemas sanitarios, de inocuidad ó ambientales. En el mercado interno el riesgo de "dumping" de productos extranjeros, tiene implicaciones económicas y de riesgos epidémicos por importaciones de vectores vía insumos y productos acuícolas. En el caso de los cultivos que experimentan una alta tasa de desarrollo, pueden existir desequilibrios en la cadena de valor por un incremento en la oferta que sobrepase la demanda, lo cual conduce a una caída de precios. También puede originarse un incremento en la demanda de insumos que supere a la oferta por falta de proveedores suficientes a la red de valor. Esto conduce a un incremento en costos. Este doble proceso tipo "embudo" puede inducir la disminución de los márgenes de utilidad en la actividad acuícola, incrementando el riesgo en aquellas empresas que operan con niveles de eficiencia más bajos. En este escenario, la ocurrencia de eventos ambientales catastróficos, el deterioro de bienes y servicios ambientales o el advenimiento de eventos epidémicos por la introducción inadvertida de patógenos, constituyen riesgos económicos que afectan

principalmente a los productores con menor eficiencia e integración. El control de riesgos debe considerar la totalidad de los factores que inciden en la salud económica de la red de valor.

Integración del sector

La falta de integración de la actividad acuícola, la estacionalidad de la producción y la desarticulación entre la producción y el consumo generan incertidumbre sobre el valor del producto, problemas de competitividad y poco interés para la inversión. En el caso de la acuicultura en agua dulce, la poca participación de inversiones privadas en la producción de pies de cría y de crías para la producción, no ha podido llenar el vacío que anteriormente cubría el Estado por lo que se generan desequilibrios en uso de infraestructura. Esto ha repercutido en una producción inferior a la capacidad instalada en los centros piscícolas. En el caso de la acuicultura costera, donde ha habido una mayor participación de la inversión privada, la falta de integración ha generado problemas de competitividad e incertidumbre en los precios de compra al productor.

Para que la acuicultura se desarrolle en un marco de sustentabilidad económica se requiere realizar esfuerzos de integración del sector de tal manera que queden articulados todos los actores y factores que permitan el desarrollo de una industria competitiva.

2.3. Diagnóstico del Desarrollo Social en el sector acuícola

La inclusión de comunidades locales y pequeños productores en proyectos de gran escala ha sido limitada.

Impacto e Inclusión social

La acuicultura ofrece tres formas principales de inclusión social, la generación de empleos remunerados, la oportunidad para generar nuevos negocios y la oportunidad para fundar instituciones incluyentes. Estas estrategias han evolucionado de manera diferente en la acuicultura dulceacuícola y en la acuicultura costera, además de presentar

particularidades en cada región debido a la extensión geográfica de la actividad y del mosaico cultural del país.

Acuicultura rural de agua dulce

Ha sido considerada durante mucho tiempo como acuicultura rural super-extensiva, basada en el repoblamiento de embalses, fomentada por medio de centros piscícolas desarrollados y mantenidos por el Estado. A pesar de tener poco desarrollo empresarial y poca participación agroindustrial, este desarrollo ofreció la oportunidad de proveer alimentos acuáticos de alto valor nutricional a las comunidades rurales y la oportunidad de fundar organizaciones de producción con características sociales que incluyeron a comunidades de origen rural y ejidal adyacentes a los embalses. Las características super-extensivas de la acuicultura rural, la limitada capacidad de carga de los embalses, el debilitamiento de la infraestructura acuícola y la disminución de los niveles de repoblamiento, llevaron a que este modelo dejara de ser una alternativa importante para el incremento de los niveles de inclusión social.

Por otro lado, la incursión de inversiones de origen privado y agroindustrial junto con la adopción de modelos de producción intensiva, ayudó a la generación de nuevos negocios dando origen a las granjas de cultivo intensivo de tilapia, trucha y bagre. Este modelo de producción ofreció la oportunidad de incrementar el empleo remunerado en el ámbito rural y generar nuevas formas de inclusión social, como son las granjas familiares de alta tecnología, con características empresariales.

El desarrollo de las granjas intensivas en sub-cuencas planificadas ofrece la oportunidad de generar nuevas formas de organización de microempresas que tienen el potencial para generar redes de valor, clusters, y nuevos negocios para proveer insumos y servicios.

Acuicultura costera

Fue emprendida por el cooperativismo pesquero para el desarrollo del cultivo del ostión, lo que permitió la inclusión social vía el empleo y la

fundación de cooperativas de producción. Sin embargo, la desarticulación entre la producción y el consumo, el uso de tecnología extensiva, los problemas de certificación ambiental de los cuerpos costeros, la dependencia de factores externos para el abastecimiento de semillas y las altas tasas de mortalidad han limitado el crecimiento de la industria costera, el empleo y la generación de nuevos negocios.

El nacimiento de la acuicultura de camarón en granjas de la zona costera durante los años ochenta, abrió las puertas hacia un amplio abanico de formas de inclusión social que se encontraban agotadas para las comunidades costeras debido al estancamiento del desarrollo pesquero, la falta de una cultura empresarial y el agotamiento de las oportunidades de empleo. Este modelo abrió paso a la actividad en las comunidades pesqueras y cooperativas ligadas al uso de los sistemas costeros, así como a las comunidades rurales propietarias de terrenos ejidales adyacentes a los cuerpos de agua costeros. En forma paralela, se inició la inversión industrial, las uniones de ejidos y las inversiones privadas, lo que propició el nacimiento de una industria basada fundamentalmente en granjas de cultivo con tecnología semi-intensiva.

Los problemas epidemiológicos que se han experimentado en algunas sub-cuencas trajeron como consecuencia el nacimiento de instancias para enfrentar los retos sanitarios. Estas han permitido unificar la actividad.

Existe un gran potencial para incrementar la inclusión social en la acuicultura, adoptando modelos de alta tecnología y bajo impacto ambiental que permitan un uso más eficiente del agua y del suelo, índices de empleo más elevados y un uso más eficiente de los recursos. Sin embargo, es necesario superar los rezagos en organización y capacitación, para alcanzar una cultura acuícola empresarial competitiva, mano de obra calificada e instituciones incluyentes fuertes.

Involucramiento público

La participación de la sociedad en el desarrollo acuícola ha sido modulada

principalmente por las corrientes de opinión, generalmente opuestas a este desarrollo, por el vacío de información que han dejado las organizaciones de productores sobre su propio crecimiento, y la debilidad de las instituciones incluyentes para involucrar al público.

Dado que la acuicultura es una actividad usuaria de bienes y servicios ambientales, que a su vez son utilizados por otros sectores, se requiere necesariamente involucrar al público por medio de instituciones incluyentes y campañas de información sobre la estrategia de desarrollo del sector, los costos y beneficios de dicho desarrollo, así como de las medidas precautorias para evitar afectar a otros sectores.

Participación, identificación, resolución de conflictos (arbitraje, mediación y negociación) y consulta para la toma de decisiones
La acuicultura costera nace en medio de un estancamiento del desarrollo pesquero, con escaso incremento de los índices de empleo y de la falta de una cultura empresarial. Aunado a esto, problemas sociales como corrupción, el desarrollo de cacicazgos, alcoholismo y drogadicción afectaron el desarrollo por los conflictos que se generan. Es necesario fortalecer a instituciones incluyentes en las sub-cuencas donde se desarrolla la acuicultura, para coadyuvar en la identificación y resolución de conflictos vía la mediación y la negociación, así como para fortalecer los mecanismos de consulta para la toma de decisiones.

2.4. Diagnóstico del desarrollo acuícola en el contexto ambiental

No existe una planeación integral para el uso de capacidades ambientales que permita el desarrollo sustentable de la acuicultura y otras actividades productivas. Los estudios en materia de impacto ambiental se conciben como instrumentos de diseño y planeación medioambiental pero, en general, se desconoce la capacidad de carga de los ecosistemas y no se le da seguimiento a los impactos que tienen distintas actividades productivas sobre ellos.

Interacción entre la acuicultura y el medio ambiente

La acuicultura es una actividad usuaria de bienes y servicios ambientales. Por un lado, es usuaria del agua y del suelo como bienes. Por otro lado, es usuaria del agua como servicios para la asimilación de residuos de materia orgánica, compuestos de nitrógeno y fósforo. También es una actividad generadora de impactos al ambiente en relación con riesgos ambientales tales como la eutrofización y modificaciones del hábitat, entre otras.

Uso de Bienes Ambientales

La falta de uniformidad y consenso sobre los modelos tecnológicos que se deberían adoptar para las diferentes cuencas, ha propiciado el cultivo de baja intensidad, que hace uso ineficiente de bienes ambientales como el suelo y el agua, y además generan presiones sobre áreas destinadas a otros usos. Esto limita la capacidad para el uso sostenible de los bienes ambientales de las sub-cuencas.

Uso de Servicios Ambientales

El uso de los servicios ambientales tales como la asimilación de materia orgánica, y compuestos de nitrógeno y fósforo enfrenta tres problemas: La falta de información sobre capacidades ambientales y límites de cambio para muchas sub-cuencas, el uso de tecnologías poco eficientes que demandan un elevado índice de servicios ambientales, y el desarrollo sin definición de capacidades de carga evaluadas en función de la interacción entre la demanda de servicios ambientales y la disponibilidad de ellos. Esto genera riesgos de producir impactos innecesarios al ambiente, particularmente cuando se emplean malas prácticas de manejo en los sistemas de producción.

Desarrollo de Bienes y Servicios

El desarrollo de los bienes y servicios, por ejemplo, vía el repoblamiento, o la construcción y rehabilitación de cuerpos de agua, ha sido insuficiente. Por un lado, la influencia de eventos climáticos catastróficos, donde procesos tales como el asolvamiento natural de los sistemas lacunarios costeros y la intensidad de uso de los servicios por otros usuarios en las partes altas de las

sub-cuencas hidrológicas, afectan el desarrollo de bienes y servicios. Por otra parte, la disminución de los recursos disponibles para obras de rehabilitación, la falta de planificación integral de las cuencas y la baja participación de los usuarios de las mismas, son factores contribuyentes.

Capacidades ambientales y límites de cambio

Tradicionalmente el sector pesquero y acuícola le ha dado mayor énfasis a la evaluación de bienes que a la evaluación del uso de servicios que proveen los cuerpos de agua. Esto ha generado una debilidad en la evaluación de las capacidades ambientales y de los límites de cambio en la mayor parte de las sub-cuencas. La falta de monitoreo de estas capacidades, de metodologías uniformes y acreditadas, y de bases de datos integradas, ha generado una debilidad para planificar la intensidad y la extensión que puede alcanzar el desarrollo acuícola. Esto ha provocado impactos innecesarios en aquellas cuencas hidrológicas con capacidades ambientales limitadas y elevada presión de desarrollo.

Zonificación

Existen metodologías válidas para la zonificación de las áreas de acuicultura en las sub-cuencas. Sin embargo, su uso no ha sido ni general, ni obligatorio para la planificación de las sub-cuencas hidrológicas donde se desarrolla la actividad acuícola. La ausencia de estudios de zonificación de éstas debilita la capacidad de planificar y de evitar problemas de frontera con otras actividades.

Sistemas de información geográfica y sensores remotos

El uso de sistemas de información geográfica como herramienta para el desarrollo planificado de la acuicultura esta siendo utilizado en algunas cuencas hidrológicas. Sin embargo, la falta de un sistema integrado de información geográfica nacional que sirva de plataforma común para todas las cuencas acuícolas, así como la ausencia de programas de monitoreo ambiental que lo alimenten con información sobre los bienes y servicios ambientales, no ha permitido integrar una base de planificación común del desarrollo acuícola.

Evaluaciones de impacto ambiental

Los sistemas de licenciamiento basados en estudios de impacto ambiental a nivel de empresa han resultado insuficientes en aquellas cuencas con desarrollo multiempresarial, debido a la suma de efectos de las granjas acuícolas y al uso compartido de los servicios de las cuencas con áreas agrícolas, urbanas e industriales adyacentes. La ausencia de planificación integral de cuencas acuícolas, previas al asentamiento de las granjas, es agravada por la falta de estudios de capacidad ambiental y de carga, constituyendo una debilidad que requiere ser superada para evitar desbordamientos y desorden.

Desbordamientos

La debilidad del sistema de planeación integral y el uso de tecnologías ineficientes ha propiciado la sobre exposición de servicios ambientales en algunas cuencas, desorden en la actividad y conflictos de carácter ambiental con organizaciones sociales.

Estándares y metas ambientales

En el desarrollo de la industria acuícola se observa una falta de consenso en la definición de estándares y metas ambientales que deben cumplirse en cada ciclo anual de operación para las diferentes sub-cuencas donde se desarrolla la actividad. A pesar de que la industria acuícola tiene una mayor cultura de registro de información sobre los bienes que utiliza, sus procesos y sus residuos (por ejemplo, eficiencia de uso de energía, suelo, agua, conversión de alimento, desechos de nitrógeno y fósforo), no ha sido suficiente para mantener bases de datos actualizadas e integradas, que permitan establecer indicadores de uso de bienes y servicios ambientales.

La adopción de normas voluntarias para garantizar el uso ordenado de bienes y servicios es incipiente, siendo reflejado en el número de empresas certificadas en ISO14000. Sin embargo, el bajo índice de empresas acreditadas en el cumplimiento de normas obligatorias y la reducida adopción voluntaria de códigos de conducta y de sistemas de buenas practicas, indican una cultura ambiental poco consolidada.

En lo que se refiere a la acuicultura costera, es importante destacar que el uso de bienes y servicios, así como la definición de estándares y metas ambientales se encuentran estrechamente relacionados con otros usuarios de la zona costera, lo que hace más compleja la definición de los mismos.

Diagnóstico ambiental de la zona costera

Los planes y programas que inciden en la zona costera se encuentran dispersos en distintas instituciones públicas, sin vinculación evidente y distan de ser considerados una política integrada. Se podría afirmar, que existe un problema con la definición, el significado y la importancia de la zona costera mexicana, ya que la problemática costera se aborda a nivel federal, con programas sectoriales en los estados y municipios costeros. Asimismo, se ha reconocido que el diagnóstico existente es heterogéneo y poco integrado debido a que la información se ha generado para cumplir objetivos parciales en un ámbito limitado.

La zona costera pareciera visualizarse como un tema emergente, debido a las tendencias demográficas y económicas de los últimos años, así como al creciente interés mundial y nacional sobre las consecuencias de los problemas que enfrentan estos ecosistemas debido a:

- ◆ Las altas tasas de crecimiento de la población en las zonas costeras.
- ◆ La importancia creciente de estas zonas en la economía del país (como espacio turístico y de producción).
- ◆ El decaimiento de diversos recursos marinos.
- ◆ La interrelación, cada vez más clara, entre los procesos que ocurren en tierra con los que se suceden en el mar.
- ◆ Los problemas previstos en términos de los pronósticos del cambio climático global.

Entre los principales problemas que atañen a las zonas costeras de México se encuentran:

Problemas asociados a alteraciones físicas de los ecosistemas

- ◆ Pérdida de hábitats críticos en tierras de marea, dunas o acantilados, debido a la deforestación, al cambio de uso de suelo y a la minería o relleno para construcción.
- ◆ Desaparición o disminución de humedales (marismas, manglares, penetres, ceibadales), debido a cambios en el uso del suelo de vegetación nativa para desarrollos urbanos, portuarios, turísticos y otros, o por asolvamiento y sedimentación producto de alteración en los cauces cuenca arriba (presas, deforestación, y otros procesos).
- ◆ Alteración de la geomorfología costera (pérdida de dunas y litoral por erosión y modificación del perfil costero), debido a la remoción de materiales y a la destrucción de dunas por urbanización, lo que disminuye o elimina la capacidad de amortiguamiento ante fenómenos naturales.
- ◆ Mayor propensión a desastres naturales debido a la eliminación o deterioro de vegetación, tanto en los terrenos con frente al litoral como cuenca arriba, que ocasiona el desprendimiento de masas y el transporte de materiales. Entre las causas destacan los conflictos en la aplicación del marco legal existente, las prácticas forestales inadecuadas y los procesos de deforestación por avances de la frontera agrícola, ganadera y urbana.
- ◆ Aumento en la vulnerabilidad del hábitat frente a la trasgresión marina por efectos del cambio climático global.
- ◆ Pérdida de oferta para el turismo demandante de calidad visual y de recursos bióticos debido al deterioro global del paisaje y de la calidad del agua, por cambios de uso de suelo sin planificación, así como por vertimientos contaminantes.
- ◆ Conflicto entre los sectores agropecuario, turístico, industrial, pesquero, acuícola y minero que ocasionan la disminución de opciones para actividades futuras.

Problemas asociados a alteraciones por procesos de contaminación

- ◆ Contaminación de acuíferos y mantos freáticos debido a la lixiviación de vertimientos urbanos, agrícolas e industriales, entre otros.
- ◆ Contaminación de escurrimientos por vertimientos domésticos, agropecuarios, industriales, biológico-infecciosos y por basureros a cielo abierto.
- ◆ Intrusión salina o salinización de acuíferos y suelo, debido al agotamiento producido por la extracción para la agricultura y urbanización por el crecimiento poblacional.
- ◆ Contaminación industrial, municipal y doméstica que afecta tanto a los ecosistemas costeros más cercanos a tierra como a los ubicados mar adentro, debido a vertimientos directos, escurrimientos, mal funcionamiento de plantas municipales de tratamiento -cuando existen- y a los descartes de pesca que se hacen mar adentro. Esto a su vez genera un creciente problema social de salubridad entre las poblaciones costeras residentes y visitantes.
- ◆ Aumento de enfermedades gastrointestinales por ingestión de organismos infestados y/o ingestión accidental de agua durante actividades recreativas, debido entre otras causas, a un aumento en la incidencia de mareas rojas.
- ◆ Conflictos entre las actividades productivas que demandan calidad de agua como insumo y las que utilizan los acuíferos como cuerpos receptores de desechos, debido, a la desvinculación sectorial y a que no existen suficientes instrumentos económicos que incluyan el costo de los servicios ambientales perdidos.
- ◆ Riesgo de conflictos internacionales por contaminación transfronteriza, debido al transporte de contaminantes naturales y antropogénicos a través de los límites internacionales.

Problemas por cambios de tipo funcional o estructural de los ecosistemas

- ◆ Cambios radicales en la estructura de comunidades de fauna acuática causados por la pesca selectiva, los cambios temporales o permanentes

de parámetros fisicoquímicos o la introducción accidental de fauna exótica.

- ◆ Introducción de especies exóticas por prácticas acuícolas mal planeadas, por aguas de sentina de embarcaciones o por la introducción incidental que hacen turistas o residentes.
- ◆ Agotamiento de recursos y sobre-pesca, debido a estrategias de mono-explotación, falta de vigilancia y educación que, como contrapartida, genera la sub-utilización de pesquerías comerciales y, como producto, la falta de mercados para especies alternativas, entre otras.
- ◆ Baja productividad de algunas regiones, debido a la alteración del hábitat por la eliminación de la vegetación circundante.

En síntesis, se observa que no hay una planeación integral para el uso de las capacidades ambientales que permita el desarrollo sostenible de la acuicultura, particularmente en conjunción con otras actividades productivas, por el desconocimiento generalizado de la capacidad de carga ambiental de los ecosistemas. Los estudios en materia de impacto ambiental no se conciben como un instrumento de diseño y planeación medioambiental que integre todas las actividades productivas en la zona de influencia. La regulación se limita principalmente a autorización previa con escaso o nulo seguimiento.

2.5. Diagnóstico del Desarrollo Tecnológico en el sector acuícola.

El uso de tecnología es imprescindible para el desarrollo acuícola sustentable, ya que es la mejor garantía para hacer un uso eficiente de los bienes y servicios ambientales en los sistemas de producción, garantizar la actividad productiva, reducir riesgos, generar nuevos productos e inducir sinergias de mejora continua que permitan mejorar la competitividad del sector, elevando el valor de los productos y reduciendo los costos de producción.

En general las zootecnias de cultivo en el mundo basan su desarrollo en la genética, la nutrición, la sanidad, el manejo ambiental y la innovación.

Además de la investigación científica, se requiere desarrollar interfaces para lograr que ese conocimiento llegue a la sociedad. Estas interfases se les conoce como centros tecnológicos, parques de ciencia y tecnología, etc. Lo anterior implica el reconocimiento de la necesidad de integrar las redes del conocimiento con las redes de valor como una sola, como plataforma fundamental para darle vida a las llamadas sociedades del conocimiento (SDC). La SDC es una sociedad con capacidad para generar, apropiar, y utilizar el conocimiento para atender las necesidades de su desarrollo futuro, en donde la creación y transferencia del conocimiento es una herramienta fundamental.

En este sentido, la acuicultura mexicana contemporánea enfrenta el reto de proyectarse y adaptarse a un proceso de cambio que viene avanzando muy rápidamente hacia la construcción de estas SDC. El proceso se dinamiza por el desarrollo de nuevas tendencias en la generación, difusión y utilización del conocimiento. El proceso de aprendizaje se potencia a través de redes que fomentan el intercambio entre empresas, gremios, comunidades y países. La SDC propicia una nación con agentes económicos más competitivos e innovadores que contribuyen a elevar la calidad de vida a todo nivel.

El aumento en el ritmo de generación y aprovechamiento del conocimiento, conduce a un nuevo paradigma conocido como Economía del Conocimiento: un sistema donde el conocimiento es la verdadera esencia de la competitividad y el motor del desarrollo a largo plazo. La Economía del Conocimiento demanda nuevas competencias vinculadas con las necesidades de la sociedad, involucra la capacidad de aprendizaje de las instituciones, los sectores productivo y académico, así como la generación de redes interinstitucionales para la solución de problemas y el uso intensivo del conocimiento en la sociedad. La actividad acuícola tiene la oportunidad de desarrollarse e innovarse de manera sustentable si se concibe como una parte de la SDC.

Desarrollo de plataformas tecnológicas

Los proveedores de insumos para la producción acuícola

La industria acuícola es una actividad generadora y detonadora de proveedores de insumos y servicios, ya que además de utilizar bienes y servicios ambientales en los procesos de engorda, requiere de insumos de alta calidad para hacer sostenible la producción. Entre estos insumos se requiere de: pies de cría seleccionados mediante un programa de mejoramiento genético, que permitan el abastecimiento de post-larvas, crías o semillas de calidad fisiológica e inmunológica y certificadas libres de patógenos, alimentos amigables con el ambiente con alta eficiencia en el uso de nitrógeno y fósforo, equipos de alta eficiencia energética para el manejo de los sistemas de bombeo y aireación, equipos autónomos de generación de energía para enfrentar cortes de abastecimiento de los proveedores, así como infraestructura eléctrica e hidráulica que garantice los procesos de engorda.

2.5.1. Pies de cría y mejoramiento genético en acuicultura

Los programas de genética permiten que la industria sea competitiva, ya que garantizan una mejora continua y evitan la introducción de vectores epidémicos a los sistemas de engorda. Estos programas, que tienen gran tradición en la industria agropecuaria, son incipientes en la industria acuícola, lo que ha generado ineficiencia en la engorda, dependencia de progenitores del exterior para algunos cultivos, y riesgos sanitarios asociados a esa dependencia.

Uno de los principales problemas de los productores acuícolas en la actualidad es lograr el abasto, en suficiencia y en calidad, de la 'semilla' para siembra y engorda a talla comercial. Algunos ejemplos de cultivos altamente dependientes de 'semilla' importada son el ostión japonés y la trucha arco iris ya que no existe un abasto adecuado en México. El colapso en la producción de ostión en el Pacífico mexicano se debe parcialmente a la dependencia del exterior, ya que la industria es abastecida de una

'semilla' que es producida en climas templados, bajo condiciones ambientales diferentes a las de clima tropical encontradas en el Pacífico mexicano. Por lo tanto, el cambio de las condiciones ambientales de siembra genera un bajo rendimiento por área de producción, debido al estrés de los organismos en respuesta a las nuevas condiciones ambientales.

Aunado a lo anterior, la introducción continua de organismos para siembra en granjas acuícolas conlleva altos riesgos sanitarios. A pesar de requerir certificados sanitarios, la introducción de patógenos 'no conocidos' en relación con esas semillas es factible y potencialmente fácil de diseminar si no se cuenta con sistemas de bio-seguridad y tratamiento de aguas de desecho en las granjas o sistemas de cultivo.

Cuando las tecnologías de cultivo de las especies acuícolas logran cerrar el ciclo de producción, o una vez que se logra la reproducción de organismos crecidos en cautiverio, es prioritario la conformación de pies de cría (del inglés, 'broodstock'). La existencia de pies de cría, provenientes de programas de mejoramiento genético permitirán al acuicultor contar con un abasto bio-seguro, confiable y suficiente de alevines o larvas para la producción.

El mantenimiento de un pie de cría en condiciones de cautiverio requiere de un manejo genético adecuado, incluyendo la estructuración del mismo desde su inicio en forma de familias identificadas por pedigríes. El número mínimo de familias que se recomienda conformar en la primera generación es de 50. Esto es, utilizar un mínimo de 100 reproductores en total para la primera generación, así como para las generaciones siguientes. Sin embargo, es importante entender que mientras mayor sea el número inicial de familias y el de familias mantenidas a través de las generaciones consecutivas en un programa de mejoramiento genético, se podrá disponer de un mayor acervo de variabilidad genética de donde seleccionar y por lo tanto, será menor la endogamia.

Cuando no se cuenta con una base genética amplia en la conformación inicial de un pie de cría, y se tiene ausencia de registros de pedigrí para cada familia con la que se cuenta, puede resultar en consecuencias graves en el corto o mediano plazo, ya que la probabilidad de que ocurran apareamientos entre reproductores relacionados entre sí será alta. Esto propicia un incremento en la endogamia o consanguinidad (del inglés '*inbreeding*'), y una disminución en la variabilidad genética disponible en el pie de cría, con un incremento en la llamada homocigosidad.

La importancia productiva de evitar que los procesos de endogamia ocurran en un pie de cría se debe a lo que se conoce como 'depresión endogámica' de características productivas. En su forma más simple la depresión endogámica, expresada en características productivas de las poblaciones en cautiverio no manejadas adecuadamente, puede resultar en un decremento de la supervivencia, de la capacidad reproductiva, y del crecimiento por el aumento de la expresión de genes deletéreos en condición de homocigosidad.

La importancia de contar con la mayor variabilidad genética posible en el pie de cría radica en el hecho de que el mejoramiento genético se sustenta en la existencia de variación genética en la población para mejorar características productivas por medio de la selección. Esto es, para obtener una respuesta a la selección deben de existir genotipos diferentes entre los organismos que conforman una población, o en este caso, el pie de cría en cautiverio.

Una vez que se establece y/o conforma un pie de cría estructurado óptimamente con fines de evitar la acumulación de endogamia, el mejoramiento genético es el siguiente paso si lo que se pretende no es solamente reproducir a los organismos y domesticarlos, sino el producir progenies mejoradas en cada generación producida e incrementar el rendimiento de los cultivos acuícolas.

El mejoramiento genético, a diferencia de la domesticación resultante de mantener solamente el pie de cría, permite dirigir el esfuerzo de la selección

hacia la mejora de aquellas características de mayor importancia económica en los cultivos, como son por ejemplo el crecimiento, la tasa de conversión alimenticia, la supervivencia, la capacidad reproductiva y la eficiencia en el uso de los nutrientes entre otros aspectos. El mejoramiento genético se considera como el método genético más prometedor para mejorar la producción acuícola, y se sustenta en metodologías establecidas y probadas por su eficacia en mejorar rendimientos en cultivos para múltiples organismos (ganado, plantas, y peces salmónidos).

Sin embargo, es importante resaltar que, económicamente hablando, el mejoramiento genético es una actividad costosa si se aborda por cada acuicultor individual, ya que implica altos costos de infraestructura, mantenimiento y asesorías por expertos en el campo (genetistas cuantitativos), que un solo productor no puede absorber. Por ello es necesario lograr primero el agrupamiento y asociación de productores por especie, buscando definir con ellos mismos las necesidades de mejora en su cultivo específico.

La implementación de programas de mejoramiento genético puede seguir dos esquemas: en forma privada y en forma gubernamental. Cuando los programas son implementados en forma privada la expectativa consiste en producir un producto de calidad para la industria asociada a esa especie, recuperando los costos asociados al mismo con la venta del producto mejorado a terceros. Por ejemplo, se pueden incluir aquí las experiencias de la agroindustria asociadas a las compañías especializadas en producir semillas de plantas o granos, o las especializadas en producir lechones de puerco para engorda. Existen también casos de agrupamientos de productores, quienes al saber que su producción es dependiente de la obtención de la semilla de una sola especie (i.e. camarón blanco en México y en Colombia), han iniciado programas de mejoramiento genético en estrecha asociación con el sector académico. En este caso el mejoramiento genético se lleva a cabo también en una empresa 'independiente' de las granjas y laboratorios participantes, pero el producto mejorado logrado es para utilización exclusiva del grupo de productores participantes, quienes

podrán utilizar reproductores para producir su larva, o utilizar larvas producidas con reproductores mejorados por otros participantes para sembrar sus granjas. Cuando los programas de mejoramiento genético son gubernamentales, la participación de los productores asociados a la mejora del producto también es recomendable. Por ejemplo, en el caso del salmón Noruego y Chileno, los productores participan en el desarrollo y mantenimiento del programa de mejoramiento genético con la aportación de un porcentaje fijo por tonelada producida.

Independientemente de cómo se establezca, un aspecto fundamental de un programa de mejoramiento genético es contar con la participación activa de los productores y de los centros de investigación que tienen especialistas en el tema, ya que esto permitirá proveer al programa de mejoramiento genético con información certera y precisa del desempeño de los organismos en sus diferentes sistemas de producción o cultivo, así como con el conocimiento genético de la especie. Esto es, las decisiones de selección no se toman únicamente por el desempeño de los organismos en el sitio donde se mantenga el pie de cría, sino que se debe utilizar también la información de desempeño obtenida por los productores en sus sistemas de cultivo, ya que finalmente esos serán los medios ambientes en los cuales el producto mejorado deberá indicar un mejor rendimiento productivo por la selección.

En el caso del camarón hay esfuerzos importantes entre las empresas y centros de investigación para la domesticación, conformación de pies de cría con control de familias y mejoramiento genético, que han disminuido los riesgos epidémicos, pero requieren ser reforzados y consolidados. En el caso de los moluscos, hay esfuerzos de domesticación en los centros de investigación, pero cuentan con poca participación de la industria dada la diversidad de especies. Estos programas requieren reforzamiento y vinculación. En el caso de las especies de agua dulce, los esfuerzos de domesticación fueron realizados por los centros piscícolas operados por el Estado, pero carecen de una integración con centros de investigación y con los productores. Por otra parte, no tienen la estructura formal que requieren para el establecimiento de pies de cría, el control de pedigrí, el mejoramiento

genético y la producción de huevo seleccionado. Con respecto a los peces marinos en México, el desarrollo es aún más incipiente y no existen programas de domesticación y control de pedigrí. Sin embargo, existe la oportunidad de que el cultivo de peces marinos se desarrolle desde sus inicios por medio de programas de domesticación y mejoramiento genético.

Laboratorios para la producción de post-larvas, crías y semillas

Los laboratorios productores de post-larvas de camarón tienen un mayor desarrollo en la industria acuícola, con más de 30 empresas proveedoras y una capacidad instalada cercana a 1,000 millones de post-larvas por mes. Estos laboratorios enfrentan el problema de la estacionalidad de la demanda y la incertidumbre respecto al uso de la capacidad instalada durante el verano-otoño, además de la necesidad de la innovación tecnológica para incrementar la edad de siembra y de mejoras en la ingeniería para reducir riesgos sanitarios. Los laboratorios de producción de semillas de moluscos carecen de un desarrollo empresarial y, por las características de la reproducción estacional, requieren de una operación tendiente a la producción diversificada, lo cual dificulta mantener condiciones de sanidad. Esto implica el montaje de tecnologías de producción de semillas para diferentes especies, que a su vez demandan diferentes capacidades de manejo térmico y costos operativos, así como condiciones de aislamiento para evitar la contaminación sanitaria cruzada entre especies y tamaños. Por otro lado, considerando los eventos masivos y periódicos de mortalidad en las poblaciones cultivadas de ostión japonés *Crassostrea gigas*, y la posible presencia de patógenos en las poblaciones naturales y cultivadas de otros moluscos, es indispensable la selección de pies de cría resistentes a cuadros de patógenos y adaptables a las condiciones ambientales locales. Los centros de producción de alevines para peces de agua dulce no tienen un desarrollo empresarial y requieren innovación en las tecnologías para la producción de crías genéticamente diferenciadas. En este rubro hay una dependencia de la importación a partir de proveedores externos con los riesgos sanitarios correspondientes. Los esfuerzos más incipientes son en la producción de crías de peces marinos y

estos esfuerzos se encuentran actualmente en los centros de Investigación.

2.5.2. Sanidad, inocuidad, bio-seguridad y funcionalidad

Uno de los problemas principales que la industria acuícola enfrenta, es la presencia de enfermedades en sus cultivos. Aunque las infecciones por bacterias son frecuentes, las enfermedades producidas por virus tienen un mayor impacto negativo debido a que no se cuenta con tratamientos para evitar la enfermedad una vez que los organismos están infectados, llegando a perderse completamente la producción de una granja o de una zona, como sucede con el ostión japonés en Sonora. Para el caso de las bacterias, el tratamiento con desinfectantes (formol, cloro, ozono y otros) y/o antibióticos, puede reducir las dimensiones de la epizootia, pero generalmente son poco efectivos, resultan costosos e impactan adversamente el ambiente. La búsqueda de medidas y herramientas profilácticas se ha convertido en una alternativa factible que permite reducir la diseminación y las consecuencias de la infección. Por otro lado, considerando la naturaleza y comportamiento de los virus, ha tomado fuerza la hipótesis relativa a "conocer el terreno", es decir, las condiciones bajo las cuales proliferan y se manifiestan sus efectos en los animales cultivados, en el entendido de que una adecuada selección genética del pie de cría puede generar semillas mas tolerantes o resistentes al ataque de patógenos específicos.

La preocupación de los efectos de esta actividad sobre el medio ambiente y de las pérdidas económicas causadas por las enfermedades, con los consecuentes efectos sociales, han ocasionado una reacción positiva hacia lograr una acuicultura del camarón sustentable, basada en prácticas amigables hacia el medio ambiente que incluyen entre otras consideraciones las siguientes:

- ◆ Que los efluentes de las granjas se regresen al medio ambiente con la calidad con la que entraron.
- ◆ Que se minimice el uso de químicos y que su aplicación se haga de

manera responsable.

- ◆ Que se prevengan altas concentraciones de nitrógeno, fósforo y otros nutrientes al agua derivados de los alimentos.
- ◆ Que la actividad no se expanda sin que haya un ordenamiento y planeación adecuada de su crecimiento.
- ◆ Que se evite la introducción de patógenos exóticos mediante el movimiento responsable de organismos acuáticos.

Problemática sanitaria en los cultivos de mayor importancia

Problemas sanitarios del cultivo de moluscos

Existe una gran variedad de moluscos bivalvos de interés comercial, como almejas, mejillones, ostras, ostiones y abulones, entre otros. Estos animales sufren enfermedades de los mismos tipos que otros organismos acuáticos, ya que pueden ser infectados por virus, bacterias, parásitos u hongos. Para el diagnóstico rutinario habitual de las enfermedades de los moluscos bivalvos se siguen empleando métodos tradicionales, que generalmente son laboriosos, poco sensibles (es decir, necesitan de una gran densidad del patógeno para detectarlo y, por tanto, no diferencian animales en un estadio temprano de la infección de animales sanos) y poco específicos (no distinguen con seguridad unos patógenos de otros de morfología similar). La técnica más extendida es la observación al microscopio óptico de cortes de tejido fijado e incluido en parafina.

Desde el punto de vista del productor, uno de los problemas que afecta a la ostricultura es la mortalidad en tallas precomerciales y se debe principalmente a una baja diversidad genética y a la presencia de patógenos en la semilla, ya sea importada como tal, o producida en México a partir de la importación de larva o de reproductores. La baja resistencia de esta semilla a los drásticos cambios ambientales que a menudo se presentan en las costas mexicanas (principalmente la temperatura), puede asociarse al hecho de que el pie de cría ha sido seleccionado durante muchos años y ciclos de producción, para cultivarse en aguas frías. Entre los patógenos que

más afectan a la ostricultura destacan las bacterias y algunos virus. Aunque se reconoce en algunos casos la estacionalidad de los eventos de mortalidad en ostiones no existen, a la fecha, estudios a nivel local que permitan determinar con total precisión los factores ambientales que disparan el proceso infeccioso grave y por lo tanto terminal, en los organismos portadores asintomáticos. Las mortalidades masivas suelen asociarse en algunos casos a intensos procesos reproductivos, parásitos y enfermedades oportunistas.

Desde un enfoque de salud pública, es importante tomar en cuenta la necesidad de vigilar el buen estado sanitario de los moluscos y de las aguas en que se cultivan, debido al riesgo potencial que tienen estos organismos de contener agentes patógenos o sustancias tóxicas o biotóxicas peligrosas para el ser humano. Con base a lo anterior, se recomienda vigilar la presencia de bacterias coliformes fecales, *Vibrio colera*, *Vibrio parahaemolyticus* y *Salmonella spp.*, tanto en las aguas como en el organismo cultivado. Así mismo, es fundamental mantener una vigilancia permanente para identificar la presencia de biotoxinas asociadas a dinoflagelados tóxicos como es el caso de las mareas rojas.

También resulta importante desarrollar técnicas inmunológicas y de biología molecular que sean rápidas, sensibles y específicas para cada patógeno. La experiencia y avance que se tiene en la camaronicultura con estos métodos debe ser aprovechada para el diagnóstico de las enfermedades en bivalvos, por lo que se tiene que trabajar aún en la optimización de estos métodos para aplicarse rutinariamente como un sistema de control de enfermedades.

Problemas sanitarios del cultivo de peces

Uno de los problemas principales del cultivo de peces es la aparición de enfermedades de tipo parasitario, bacteriano y viral. Aunque los parásitos y las bacterias pueden ser controlados si se detectan a tiempo, las enfermedades virales generalmente terminan por matar a los organismos cultivados debido a la falta de tratamientos. Por otro lado, el uso de

antibióticos en ambientes acuáticos no ha resultado ser una buena alternativa de tratamiento y genera un deterioro ambiental grave.

Adicionalmente, los peces también son un hospedero intermediario para algunos parásitos que afectan al consumidor, por ejemplo, la presencia de larvas de *Gnathostoma* el cual se encuentra diseminado en diferentes estados del país, entre ellos Sinaloa y Nayarit, donde se tienen reportados numerosos casos de enfermedades en humanos. Lo anterior obliga a la realización de acciones tendientes a vigilar el estado sanitario de los peces cultivados y la calidad sanitaria del agua de las presas de donde se obtienen peces para el consumo humano.

Problemas sanitarios del cultivo de camarón

Los eventos epidémicos inducidos por la presencia de patógenos en un escenario de caída de precios de la producción e incremento en el costo de los insumos ha puesto en riesgo a las empresas que han desarrollado las granjas de cultivo de camarón, con profundas repercusiones económicas y sociales. Las enfermedades en los camarones cultivados en granjas de producción son producidas por patógenos de origen viral, bacteriano o parasitario. Debido a que no existen tratamientos para eliminar a los virus una vez que infectan al camarón, las enfermedades virales se consideran de mayor importancia en relación con las bacterianas y parasitarias. Dentro de los virus presentes actualmente en México, las familias más frecuentes, en orden de importancia por su impacto son el Virus del síndrome de la Mancha Blanca (WSSV), el Virus del Síndrome de Taura (TSV) y el Virus de la Infección Hipodérmica y Necrosis Hematopoyética (IHHNV). De las enfermedades bacterianas que se presentan en los cultivos de camarón se encuentran las producidas por bacterias tipo *Vibrio*. Una de las infecciones que actualmente esta cobrando gran importancia es la hepatopancreatitis necrotizante (NHP), producida por bacterias intracelulares del tipo de las rickettsias. La transmisión de los patógenos causales de las enfermedades denominadas Virus del Síndrome de Taura (TSV) y Síndrome del Virus de la Mancha Blanca (WSSV) puede realizarse de los progenitores a la descendencia, o bien, a través del agua, utensilios y otros mecanismos que

pongán en contacto al patógeno con los organismos que se cultivan. Por ello la introducción al territorio nacional y la movilización en el mismo, de crustáceos vivos, muertos, sus productos o subproductos, en cualquier presentación, así como de organismos en estado latente como los quistes de *Artemia*, bien sea con fines de cultivo, comercialización, industrialización, investigación o consumo, representa un alto riesgo de dispersión de los agentes causales de las enfermedades citadas, que pueden ocasionar pérdidas a la acuicultura y a las poblaciones naturales de crustáceos, representando por tanto, un peligro potencial de desequilibrio ecológico. Otro problema frecuentemente observado en las granjas de engorda de camarón, y que constituye un factor que potencia las enfermedades, es la falta de conocimiento sobre la importancia de la calidad del agua en el buen desarrollo del cultivo. A esto se asocia también, la falta de infraestructura que permita aumentar la capacidad de bombeo de las granjas, la corrección de estanques someros, el manejo adecuado de los alimentos balanceados, la posible recirculación de agua en los sistemas de cultivo, y la aireación en momentos críticos.

Existen algunos virus que afectan al camarón pero que aun no se han detectado en el territorio mexicano. De estos, uno de los más agresivos es el Virus de la Cabeza Amarilla (YHV), este virus contiene un genoma de ARN y afecta a los camarones provocando la muerte. Otro virus de RNA que fue detectado en los últimos años en Brasil es el virus de la mionecrosis infecciosa (IMNV), mientras que en Belice se identificó un virus muy parecido al detectado en Brasil y que causa lesiones semejantes, conocido como *Litopenaeus vannamei nodavirus* (LvNV). A pesar de que estos virus no se encuentran en México, es necesario mantener una vigilancia epidemiológica estrecha para evitar su introducción a nuestro país.

Aunque el NHP se puede encontrar en camarones cultivados en México, esta bacteria no ha producido mortalidades importantes. Sin embargo, la infección provocada por esta bacteria intracelular presenta una tendencia a aumentar los daños observados en los tejidos de los animales que la padecen, en comparación a las infecciones observadas en años anteriores al 2002, por

lo que cada vez cobra mayor importancia el diagnóstico oportuno y eficaz de esta infección. De la misma forma, las infecciones producidas por bacterias del tipo *Vibrio* no han generado mortalidades masivas. Por otro lado, el uso indiscriminado de antibióticos altera el equilibrio de las poblaciones bacterianas del estanque y puede generar, por selección natural, bacterias resistentes a los antibióticos usados. Esto es una de las posibles causas de que las enfermedades bacterianas se muestren más agresivas para los camarones y los tratamientos sean cada vez menos efectivos.

Un problema poco estudiado es el impacto de la presencia de pesticidas en el agua que se usa para el cultivo de camarón. En este apartado, es necesario conocer los productos que se están usando en la agricultura e implementar los métodos para detectarlos en agua de los estanques. Además es necesario conocer cuales pueden ser las consecuencias sanitarias de la presencia de estos compuestos en el agua de cultivo.

Opciones de manejo de los problemas sanitarios

La profilaxis parece ser la vía más adecuada para el control de las enfermedades. Tomando en cuenta que en la camaronicultura intervienen diferentes etapas (maduración, cultivo larvario, engorda), es necesario realizar medidas profilácticas en cada una de ellas.

En la actualidad, uno de los programas que está teniendo éxito para minimizar la introducción de enfermedades, es evitar el empleo de post-larva proveniente del medio natural y la verificación sanitaria de las post-larvas que provienen de los laboratorios, con la idea de que la siembra de organismos libres de patógenos y un monitoreo permanente de los organismos cultivados contribuya a evitar la aparición de enfermedades. Por otro lado, el uso de reproductores libres de enfermedades de alto impacto (TSV, WSSV, IHHNV, NHP, YHV, IMNV, LvNV) puede contribuir al aseguramiento de la producción de larvas libres de patógenos.

Aunque la Norma Oficial Mexicana NOM-030-PESC-2002, que establece los requisitos sanitarios para la importación de organismos

acuáticos vivos en cualesquiera de sus fases de desarrollo, está vigente, requiere modificarse en lo referente a el número de muestras que se deben tomar para la verificación sanitaria de reproductores, larvas y alimentos frescos (poliquetos, ostiones, calamar, *Artemia* adulta). En este sentido existe una propuesta en el Comité de Sanidad Acuícola del Estado de Sonora (COAES), elaborada por el CIBNOR y el CIAD, donde se proponen las cantidades de muestras que deben tomarse para la verificación sanitaria de reproductores, post-larvas, quistes de *Artemia*, poliquetos, ostras y calamar. Por otro lado, a pesar de que la norma NOM-030-PESC-2002 contempla el control de la introducción de organismos vivos o congelados que presenten evidencias de enfermedades, no necesariamente se le da seguimiento adecuado, por lo que debe implementarse a la brevedad posible.

El manejo adecuado del cultivo y el monitoreo constante de la calidad química y bacteriológica del agua a través de mediciones permanentes de nutrientes, temperatura, salinidad, pH, oxígeno y cuentas bacterianas, permitirá tener la historia clínica del estanque para diseñar estrategias correctivas tempranas evitando la aparición de enfermedades.

El éxito de las medidas profilácticas se basa en el conocimiento de la biología de los patógenos y el entendimiento de la dinámica de las infecciones. Si embargo, existen algunas enfermedades en las que aún no se conocen estos elementos por lo que es necesario promover investigaciones dirigidas al conocimiento de los mecanismos y formas de infección.

Mecanismos de acción para enfrentar los problemas sanitarios

Las estrategias de acción para el diagnóstico sanitario y el control de enfermedades en los cultivos deben estar dirigidas por Comités de Sanidad constituidos en los estados. Estas organizaciones, encargadas de vigilar el orden sanitario de la acuicultura, deberán contar con los recursos necesarios para fortalecer y realizar la verificación de la producción de post-larvas, alevines, semillas y juveniles en laboratorios comerciales. Un esfuerzo exitoso ha sido la implementación de un consorcio CONACYT denominado Programa Integral de Sanidad Acuícola (PISA), con la participación de

Comités de Sanidad Acuícola en Sonora, Sinaloa, Nayarit y Baja California Sur, e instituciones de investigación (CIBNOR, CIAD, UNISON, CIIDIR-Guasave, ITSON, Univ. Autónoma de Nayarit, CICIMAR-La Paz), y financiado por el sector productivo y diferentes instancias federales (CONACYT, CONAPESCA), estatales y locales, para entender, prevenir y resolver problemas asociados a la aparición del virus de la mancha blanca (WSSV) en laboratorios y granjas camaronícolas.

Una ventaja en la creación de comités, es que estos cuentan con personal que visita periódicamente los laboratorios y granjas de producción, manteniendo un vínculo estrecho entre el sector productivo y las instituciones de investigación que realizan diagnósticos, ofrecen capacitación y transmiten los avances en el conocimiento científico generado. La capacitación permite llevar a cabo análisis rutinarios para generar una historia clínica del cultivo y la aplicación de medidas preventivas que eviten el uso de medidas correctivas costosas. En este sentido, la implementación de laboratorios móviles de diagnóstico sanitario para acuicultura asesorados por los centros de investigación, o la instalación de laboratorios locales establecidos cerca de las granjas, pueden ser una alternativa de respuesta rápida para la prevención de enfermedades en sistemas de cultivo.

Otra alternativa para evitar las enfermedades en los cultivos acuícolas es el desarrollo de animales resistentes a través de selección genética o la generación de tecnologías necesarias para inducir la expresión o sobre-expresión de genes de resistencia.

2.5.3. La industria de alimentos balanceados para animales acuáticos.

En el año 2001, la industria mundial de alimentos balanceados alcanzó una producción de 603.5 millones de toneladas, de las cuales México produjo 21.8 millones. Por su volumen de producción nuestro país se sitúa por debajo de Estados Unidos, Brasil, Francia, China y Japón, ocupando el sexto lugar mundial y el segundo lugar en Latinoamérica, como productor de

insumos alimenticios generados por esa industria. De acuerdo a las cifras preliminares, el volumen de la producción de alimentos balanceados para el año 2002 en México fue de 22.5 millones de toneladas, lo que indica un crecimiento del 3% de la industria para el período antes indicado.

Producción nacional de alimentos balanceados.

En México existen alrededor de 396 plantas de alimentos balanceados para animales, de las que 252 están integradas (elaboran alimento para autoconsumo) y 144 son comerciales; sin embargo, la proporción de plantas integradas cambió del 30 al 65% y la de las plantas comerciales del 70 al 35% de 1980 al 2002, respectivamente. Del total de la capacidad instalada para la elaboración de alimentos para el consumo animal, sólo se utiliza el 74% de la misma. Los estados de Jalisco, Yucatán, México y Veracruz contribuyen con el 51% de la infraestructura instalada en el País.

En la Tabla 1 se muestran los datos de producción de alimentos balanceados por especies para el año 2001. La producción de alimentos balanceados para la acuicultura esta considerada dentro del rubro de "otros", donde se consideran a las cabras, ovejas, caballos, conejos, gallos de

Tabla 1. Estructura de la producción de alimentos balanceados en México.

	AVICULTURA	CERDOS	GANADO LECHERO	GANADO ENGORDA	OTROS	TOTAL
TONELADAS (miles)	11,680	4,013	3,609	1,730	770	21,802
PROPORCION (%)	54.1	18.3	16.2	7.7	3.6	100.0

*Fuente: Adaptado de datos de CANACINTRA (2002).

pelea y alimentos para mascotas. De acuerdo con el volumen de producción de alimentos balanceados, las aves y los cerdos consumen el mayor volumen de alimentos en nuestro país, con el 72.4% del total de la producción.

Alimentos balanceados para acuicultura.

La alimentación y nutrición de los organismos acuáticos juega un papel esencial en el desarrollo sustentable de la acuicultura, ya que el alimento representa el mayor costo en la producción, es la principal fuente de carbono, nitrógeno y fósforo residuales, y de otros contaminantes del medio acuático.

La producción de alimentos balanceados para la acuicultura es una de las industrias más prósperas en el mundo, con un crecimiento anual del 30%. Sin embargo, no existen reportes oficiales sobre la producción de estos alimentos, por lo que se han calculado a partir de los datos de producción acuícola. La producción mundial de alimentos balanceados para animales fue de 560 millones de toneladas métricas en 1999, dentro de los cuales los destinados para acuicultura representaron el 3 %, es decir, 16.8 millones de toneladas métricas.

En el caso específico del camarón, el aumento en la producción a nivel mundial y la intensificación del cultivo, ha incrementado considerablemente el consumo de alimentos balanceados durante los últimos años, y se estima que para el año 2005 sea de 2.3 millones de toneladas métricas. Por esto la disponibilidad de ingredientes tales como la harina y el aceite de pescado, ingredientes principales de estos alimentos, representan una limitante para la sostenibilidad de la producción acuícola.

La acuicultura en nuestro país utiliza alimentos balanceados esencialmente para el cultivo de trucha, tilapia, carpa, bagre y camarón. Según datos de SAGARPA (2003) la producción acuícola en México en 2002 fue de 148,606 toneladas. De acuerdo con las diferentes plantas productoras comerciales, en el 2002 se produjeron en México alrededor de 70 mil toneladas de alimento para camarón, 4,000 para tilapia, 3,600 para trucha, y 2,500 para bagre.

La revista Panorama Acuícola (2001) reporta que en una encuesta a productores de camarón de los estados de Nayarit, Sonora, Sinaloa,

Tamaulipas y Yucatán, las marcas de alimento más compradas fueron: Purina (31%), Malta Cleyton (21%), Zeigler (18%), y AS (15%). Los principales criterios para adquirir un alimento balanceado para camarón fueron: Calidad del alimento (57%), crédito (23%), y asesoría (20%). Esto refleja un cambio positivo en términos de buenas prácticas de producción, basadas en costo/beneficio. Los niveles de proteína más frecuentemente utilizados en los alimentos fueron: 40%, 35% y 25%, representando el 23%, 62.5%, y 8.5%, respectivamente. Los valores de factor de conversión alimenticia (FCA = cantidad de alimento suministrado/ ganancia en biomasa) son muy variables de una granja a otra, fluctuando en un intervalo de 1:1 a 2:1, siendo el valor más común 1.5:1.

Problemática de los proveedores de alimentos balanceados

De acuerdo a la opinión de proveedores de alimentos balanceados, en el corto plazo la industria de los alimentos para camarón enfrenta tres retos importantes: Obtener mejores rendimientos en la producción a menor costo, desarrollar procesos de fabricación de alimentos de mayor digestibilidad, y aportar aditivos inmuno-estimulantes o productos que contribuyan a la buena salud del camarón.

Es evidente que las presiones económicas, derivadas de una situación macroeconómica poco favorable en el país y la introducción de productos de importación provenientes de Asia con menor precio, han aumentado la competencia por los mercados internacionales y han provocado una reducción en los márgenes de utilidad en la camaronicultura. A ello se suma el hecho de que muchos engordadores han enfrentado una disminución marcada en sus producciones debido a la aparición de diversas enfermedades. Esto se ha reflejado en una demanda cada vez más frecuente de alimentos que contengan aditivos alimentarios, particularmente: inmunoestimulantes (29%), antibióticos (26%), antiestresantes (14.4%), prebióticos (14%), y atractantes (13%). En 2004 entró en vigor una Norma Oficial Mexicana que prohíbe el uso de antibióticos en el alimento balanceado si no se cuenta con los estudios bacteriológicos que demuestren el tipo y cantidad de microorganismos causantes de alguna enfermedad bacteriana, por lo que es de esperarse que su uso sea más limitado.

Déficit de insumos para la industria de alimentos balanceados.

El alimento es uno de los factores más importantes para la acuicultura, por lo que el óptimo aprovechamiento de éste factor permitirá elevar la eficiencia y rentabilidad del sistema de producción.. Entre los ingredientes más comúnmente usados en la elaboración de alimentos balanceados para organismos acuáticos se encuentran las harinas de pescado, pasta de soya, trigo y el aceite de pescado. La harina de pescado es importante nutricional y económicamente, por aportar la fuente principal de proteína y lípidos, y por ser el ingrediente de mayor costo. Sin embargo, la demanda se ha incrementado incrementando el costo de las proteínas de origen animal en todo el mundo, por lo que es necesario buscar ingredientes alternos o no convencionales para la fabricación de alimentos balanceados.

De acuerdo con datos estadísticos recientes, la tasa de crecimiento de la industria de alimentos balanceados para animales en México ha sido superior a la de la producción de insumos para la fabricación de los mismos. Por ejemplo, la producción de sorgo y de maíz creció a un ritmo anual del 2.4%, mientras que el incremento en el consumo de esos dos insumos fue del 5% por año. En lo que corresponde a la demanda de pasta de soya, el consumo se incrementó de 2.97 millones de toneladas en 1994, a 4.56 millones de toneladas en 2002; mientras que la producción de la pasta fue inferior a la demanda, con 2.23 millones de toneladas en 1994, representando un déficit del 25%. De las fuentes de proteína de origen vegetal, la pasta de soya representa el 70.6% del consumo, seguida por la pasta de canola (9.7%), la pasta de algodón (2.7%) y la pasta de cártamo (0.8%). En lo que se refiere a los ingredientes proteicos de origen animal, la harina de carne representa el 2.2% de la demanda, mientras que la harina de pescado constituye el 1.7%.

Harina de pescado.

De la producción mundial de harina de pescado, el 90% se elabora con anchoveta, sábalo y capelina, el 9% de la producción se fabrica con pescado blanco como la merluza y el bacalao, el 1% restante, se obtiene de ballenas y mariscos. La industria de alimentos balanceados ha utilizado harina de

pescado como fuente de proteína y aminoácidos esenciales; del total que se produce, las aves consumen el 58%, los cerdos el 20%, los rumiantes un 2.5%, en acuicultura se usa 14% y, el 5.5 % restante por otras especies. La proteína en la harina de pescado fluctúa entre 55 y 72%.

En 1938 se inició la producción de harina de pescado en México, procesando atún, macarela y sardina, producto de desechos del enlatado de esas especies. En Baja California, Baja California Sur y Sonora se ubican las principales zonas productoras de harina de pescado.

De la captura total de pescado en México, 60 a 70% está destinada a la fabricación de harinas para ser utilizadas como insumo para la elaboración de alimentos balanceados (SEMARNAT, 2003). De acuerdo al Anuario Estadístico de Pesca, en el año 2001 la producción de harina de pescado fue ligeramente superior a las 80,000 toneladas, y se produjeron cerca de 12,000 toneladas de aceite. Con excepción de las harinas elaboradas a partir de pescado entero y bajo condiciones suaves de cocción y secado, buena parte de las harinas de pescado producidas en México se elaboran a partir de subproductos de las enlatadoras (sardina y atún), su calidad es muy variable, su bio-disponibilidad no siempre es adecuada y, por lo tanto, tienen bajo valor nutricional para los organismos acuáticos y terrestres. A pesar de ello, siguen siendo utilizadas como la principal fuente de proteína en los alimentos acuícolas. De ahí la necesidad de mejorar la calidad de las harinas de pescado, a través de una mejor conservación y selección de las materias primas, utilización de procesos menos severos, como lo son la cocción y secado con calor por vapor indirecto, así como la aplicación rigurosa de controles de calidad total durante el proceso de su fabricación, empaquetado y transporte.

El deficiente manejo del alimento, la variable calidad nutricional de la harina de pescado, y por ende de los alimentos que la contienen, pueden provocar elevadas descargas de materia orgánica al medio acuático, convirtiéndose en ocasiones en un problema de impacto ambiental, por lo que se requiere, por una parte, mejorar la calidad nutricional de las harinas de pescado que se

producen, y por otra parte, buscar alternativas y evaluar la calidad nutricia de diversos productos y subproductos de origen vegetal y animal disponibles en el país como sustitutos de la harina de pescado.

Una de las desventajas de la harina de pescado como alimento para animales es la variación en su composición química, particularmente la concentración de proteína, debido a factores inherentes a la especie de pescado, época de desove, fauna de acompañamiento, y los procesos a que son sometidos los desperdicios del pescado durante la fabricación de la harina.

Escasez de ingredientes

Considerando el incremento en el costo de la harina de pescado y la incertidumbre de su disponibilidad a mediano plazo, se han analizado otros subproductos como sustitutos. Sin embargo, en la acuicultura la sustitución con subproductos de origen vegetal no ha mostrado los niveles deseados de crecimiento, además de contener factores anti-nutricionales. A pesar de esto, los subproductos de semillas oleaginosas son las proteínas vegetales más ampliamente utilizadas en la alimentación animal por su alto contenido de proteína, su amplia disponibilidad y su costo, generalmente menor al de la harina de pescado. Una ventaja de las oleaginosas es que debido a que la utilización primaria es para obtener aceites, y la pasta derivada de ese proceso incrementa su valor proteico en términos de porcentaje de peso seco, mejorando su potencial de uso para la acuicultura. Entre las oleaginosas, se destaca la pasta de soya, que se incluye de manera rutinaria como fuente de proteína en los alimentos balanceados, aunque tiene limitaciones debidas a la carencia de algunos aminoácidos esenciales, así como por el hecho de altos niveles de inclusión disminuyen la palatabilidad del alimento.

Algunos ejemplos de recursos no convencionales son la langostilla pelágica, los subproductos de la producción de almeja, calamar y camarón, la pasta de cártamo, el frijol yorimón y las macroalgas, entre otros, que requieren ser evaluados a escala industrial para determinar su potencial de sustitución de insumos tradicionales desde el punto de vista económico.

Digestibilidad de ingredientes y alimentos

La industria acuícola tiene como finalidad la producción de organismos con máximos rendimientos al mínimo costo. En el cumplimiento de esta premisa, el alimento balanceado juega un papel muy importante, ya que dependiendo de la especie y tipo de sistema de cultivo, la alimentación puede representar hasta un 60% de los costos de producción. Es entonces particularmente importante para los sectores que intervienen en esta cadena de producción (granjeros, productores de alimento balanceado y productores de ingredientes o materias primas) contar con herramientas o instrumentos que permitan seleccionar de una manera eficiente y rápida sus respectivos insumos y procesos: alimentos terminados, ingredientes y materias primas.

En los ingredientes proteicos, la calidad se relaciona con la concentración de aminoácidos esenciales. Esto es importante ya que los animales carecen de mecanismos fisiológicos para la biosíntesis de aminoácidos esenciales, por lo que éstos se deben suministrar en su dieta. El aparato digestivo está diseñado para desarrollar un conjunto de procesos con el objetivo de hidrolizar macromoléculas y proporcionar nutrientes al animal. La conjunción de esos eventos (digestión y absorción) se traduce en la digestibilidad de un nutriente y se relaciona con el valor nutritivo de los alimentos.

Un elemento que afecta la calidad de los ingredientes proteicos de origen animal tiene que ver con su manejo, ya que pueden estar sujetos a procesos de descomposición y a procesos térmicos o de presión excesiva, debido a que, comparativamente con lo que ocurre con los insumos de origen vegetal, para obtener a los primeros se requiere aplicar procesos de cocción más prolongados.

A pesar de que la calidad de una fuente de proteína se puede cuantificar por medio de técnicas en laboratorio, si los aminoácidos son dañados con calor durante el proceso de elaboración del alimento, serán pobremente utilizados por el animal. En este caso, las técnicas analíticas por hidrólisis

ácida, los pueden cuantificar, pero no permiten medir el valor biológico real de los mismos.

En la digestión, una proteína debe ser hidrolizada hasta aminoácidos para su absorción; pero éstos sólo están disponibles si la fracción absorbida pasa al torrente sanguíneo y se incorpora al proceso anabólico del animal. De ello se deriva la importancia de determinar la disponibilidad biológica de los aminoácidos por medio de la medición directa. Un alimento balanceado puede contener todos los nutrientes dietarios esenciales, pero no producir un buen crecimiento, porque sus nutrientes no están realmente disponibles. El verdadero valor nutricional de un alimento formulado depende de la disponibilidad de sus nutrientes y no simplemente de su composición. La digestibilidad de un alimento es el método empírico más adecuado para medir la disponibilidad de nutrientes de un alimento.

En la industria acuícola, actualmente no se cuenta con tablas confiables de energía digestible o de disponibilidad de nutrientes de ingredientes, como es el caso para cerdos y pollos, con la excepción de la industria de los salmónidos, por lo que se hace necesario formular alimentos de manera más precisa, reduciendo el exceso de nutrientes, mediante la selección de ingredientes de alta digestibilidad, de menor costo, o de fuentes alternas con alto valor nutritivo, y de la definición de requerimientos nutricionales sobre la base de valores de digestibilidad. Esto redundará en el precio del alimento y contribuye a preservar la calidad del ambiente en el que se cultivan los organismos, al minimizar la generación de desechos fecales y amoniacales.

La imposición progresiva de regulaciones ambientales para los efluentes de granjas acuícolas, además del alto costo de su tratamiento, está generando la demanda de alimentos que produzcan menos desechos de nitrógeno y fósforo residuales, por lo que el estudio de la digestibilidad en los alimentos se vuelve cada vez más necesaria. Por ejemplo, en el caso de los cerdos, las pérdidas de nitrógeno urinario pueden representar hasta 48%, cuando existe un desequilibrio entre los aminoácidos del alimento, mientras que en los casos de las dietas con un equilibrio de aminoácidos más

cercano a las demandas del animal, las pérdidas de nitrógeno urinario se reducen a un valor cercano al 25%.

Además de la calidad de los ingredientes, el proceso de fabricación del alimento también tiene un papel primordial. El uso de alimentos peletizados es amplio en el sector. Sin embargo, procesos más eficientes, como la extrusión, que mejora la digestibilidad y estabilidad en el agua del alimento, están disponibles.

Todo parece indicar que la ubicación de nuevas plantas de alimentos estará definida por la sustentabilidad ambiental, con mejores sistemas de producción, basados en formulaciones que se acerquen al perfil de las demandas nutricionales del animal, y que aprovechen recursos o subproductos alternos de disponibilidad local. Hay un interés común en incentivar la producción de insumos alimenticios por los propios productores, lo que supone la elaboración de dietas para el autoconsumo o para una cuenca en particular. Se desarrollarán cada vez más líneas de alimentos de conformidad con las características regionales en donde se establezcan las granjas. Lo anterior se está confirmando con el incremento en el número de plantas integradas, pasando de la elaboración de una gran variedad de dietas para un sinnúmero de animales distintos, a la fabricación de alimento para un número elevado de animales de una misma especie. Esto exigirá un mejor conocimiento de las propiedades nutrimentales de los ingredientes producidos en cada región geográfica y de los requerimientos nutricionales específicos de los animales para cada zona del país, además de la capacitación de recursos humanos especializados en el conocimiento de una sola especie.

México es un país en el que existe un gran número de productos y subproductos de origen marino y terrestre potencialmente útiles para la acuicultura. Para desarrollar fórmulas de conformidad con las características de cada especie y área de producción, se requiere un mejor conocimiento del contenido de nutrientes en los ingredientes y aditivos producidos en cada zona del país, conformar una base de datos con dicha

información y elaborar dietas que maximicen el uso de ingredientes regionales, lo cual permitirá diversificar las opciones actuales de aprovechamiento. El papel de las instituciones de investigación y docencia será muy importante para apoyar a la industria en generar la información básica y aplicada requerida, así como en la formación de recursos humanos especializados.

Por otro lado, será importante realizar esfuerzos de colaboración entre los sectores productivo y de investigación, a fin de desarrollar organismos que sean más eficientes desde el punto de vista de potencial de crecimiento, capacidad de respuesta inmune y resistencia a enfermedades, así como de selección de aquellos que conviertan más eficientemente el alimento en biomasa, para lo cual habrán de participar especialistas en genética, patología y nutrición. De manera similar, la aplicación de buenas prácticas de manejo del alimento y del sistema de producción durante el cultivo, contribuirá a minimizar el desperdicio de alimentos y el consecuente impacto ambiental.

La nutrición y las estrategias de alimentación jugarán un papel central en el desarrollo sustentable del sector acuícola. La disminución de la harina de pescado en las dietas será importante para reducir los costos de los alimentos y evitar la competencia con otros usuarios. El desarrollo de alimentos deberá dar mayor énfasis al uso eficiente de recursos, y a la reducción en el desperdicio y descarga de nutrientes.

Retos de los proveedores de alimentos balanceados

Algunos de los retos que han sido identificados a nivel internacional para la producción de alimentos balanceados son los siguientes;

- ◆ Desarrollar lineamientos y códigos de buenas prácticas para la manufactura de alimentos balanceados.
- ◆ Preferir el uso de insumos de bajo nivel trófico en la manufactura de alimentos balanceados, que permitan reducir el uso de harinas de productos pesqueros que puedan ser utilizados directamente en la

- alimentación humana, sin detrimento de la eficiencia de la producción.
- ◆ Mejorar insumos, formulaciones, manufactura y manejo del alimento que maximicen la eficiencia de utilización de nutrientes y minimicen la pérdida de compuestos de nitrógeno, fósforo y materia orgánica, para reducir impactos innecesarios al medio ambiente.
 - ◆ Controlar la inocuidad de los insumos utilizados buscando evitar niveles de riesgo en biotoxinas, pesticidas y metales pesados.
 - ◆ Eliminar ingredientes que puedan actuar como trasmisores de patógenos de riesgo sanitario para la salud animal o humana.
 - ◆ Mejorar las formulaciones buscando cubrir los requerimientos nutricionales para el mantenimiento óptimo de la salud animal y la resistencia a enfermedades.
 - ◆ Incorporar nutrientes que mejoren las propiedades funcionales de los productos acuícolas en la nutrición y la salud humana.
 - ◆ Incorporación efectiva y funcional de aditivos como aminoácidos libres, enzimas, quimiotractantes, estimulantes, probióticos e inmunoestimulantes.
 - ◆ Mejora continua de las formulaciones y manufactura que permitan satisfacer los requerimientos nutricionales de las especies bajo condiciones de cultivo.
 - ◆ Mejorar la integración de las empresas proveedoras de alimentos y la industria acuícola.

Retos del manejo de los alimentos en el sector acuícola

- ◆ Desarrollo de lineamientos y códigos de buenas practicas para el manejo de alimentos en las granjas de producción.
- ◆ Desarrollo de sistemas de manejo del alimento en las granjas que maximicen la eficiencia de conversión alimenticia, y minimicen pérdidas y residuos que generen riesgos ambientales.
- ◆ Mejorar el aprovechamiento de la alimentación natural y la productividad primaria, comprendiendo el rol nutricional de los componentes tróficos de los sistemas de cultivo.
- ◆ Mejorar el manejo microbiológico de los sistemas de cultivo para aprovechar el papel nutricional de la flora microbiana.

- ◆ Establecer criterios de selección de especies que permitan la diversificación de la industria con base en especies de bajo nivel trófico.

2.5.4. Tecnología para mejorar la eficiencia en los procesos de producción

Existe una gran diversidad de modelos tecnológicos de cultivo asimilados por la industria acuícola, que van desde el repoblamiento de embalses en sistemas superextensivos hasta los sistemas de engorda intensiva. Esta gama de opciones está relacionada no solo con la eficiencia de uso del suelo y del agua como bienes ambientales, sino también con el uso de los servicios ambientales. El aseguramiento del desarrollo sustentable se encuentra en la generación de conocimiento y la innovación tecnológica para incrementar la eficiencia de uso de los insumos y reducir los desperdicios. Las opciones genéricas que tiene la innovación tecnológica para ello, involucran; mejoras en la eficiencia de uso de los insumos en los procesos; incremento en la disponibilidad de insumos utilizados; utilización de nuevos insumos de mayor disponibilidad y menor precio; uso de residuos para generar valor agregado; y tratamiento de residuos.

La innovación y la diversificación de la industria acuícola

La innovación y la diversificación de la industria acuícola requieren de investigación que genere nuevo conocimiento, así como de investigación aplicada, ya que por medio de ella se garantiza la oferta de soluciones integrales para su desarrollo.

Una innovación se puede definir como el conjunto de ideas, actividades o nuevo conocimiento, transformados en un producto, servicio o técnica de gestión y organización que es comercialmente aceptado. Si los nuevos productos, procesos o servicios no son aceptados por el mercado, se considera que no existe innovación.

La investigación orientada, entre otras cosas, busca mejorar la calidad del producto, proteger al ambiente, garantizar el desarrollo sustentable, asegurar la conformidad de normas, códigos y estándares, mejorar la rentabilidad y contribuir al bienestar de la sociedad.

El país requiere incentivar la demanda de soluciones por parte del sector productivo acuícola hacia los centros de investigación, mediante proyectos bajo contrato, con mezclas de recursos de origen público y privado, donde se incentive el trabajo de investigación en red, para complementar capacidades bajo principios de calidad certificada.

En el campo de la acuicultura existen muchos problemas asociados a la industria que pueden ser resueltos por medio de la investigación orientada. La mayor parte de ellos están relacionados con los siguientes temas; conservación y diferenciación de productos, domesticación, conformación de pies de cría, mejoramiento genético, control de la reproducción, desarrollo larvario y postlarvario, sanidad, nutrición y alimentación, engorda, manejo ambiental, manejo de residuos, planificación del desarrollo sustentable, y desarrollo de normas, códigos y estándares.

2.5.5 Diagnóstico de la investigación orientada para la acuicultura

Algunos de los temas estratégicos prioritarios de investigación orientada son: genética, reproducción, desarrollo larvario, producción de semilla, sanidad, nutrición, alimentación, sistemas de producción, ingeniería de procesos y diferenciación de productos.

Investigación orientada en el área de genética acuícola

La acuicultura de cualquier especie dependerá de la existencia de pies de cría óptimos para su reproducción continua y abasto de semilla para siembra. El tamaño del pie de cría y, por tanto, la variabilidad genética para caracteres productivos disponibles en el conjunto, determinará el potencial de mejoramiento genético en cantidad de mejora posible y calidad asociada a la acumulación de una mínima endogamia en el mismo. La respuesta potencial a la selección puede evaluarse con fines de estudios económicos demostrativos al sector productivo a través de la estimación de parámetros genéticos como heredabilidad y correlaciones genéticas. Independientemente de sí estos estudios previos se realizan con fines demostrativos, cada pie de cría debe ser evaluado para conocer la

variabilidad genética existente en el mismo una vez que este se conforma, y para conocer las asociaciones (correlaciones genéticas) entre características productivas, determinando así el efecto de la selección en una característica sobre una segunda característica importante, y planeando óptimamente el programa de mejoramiento genético. El conocer si un pie de cría es adecuado para abastecer a productores de diversas localidades o ambientes será importante una vez conformados los pies de cría, ya que de existir una interacción genotipo X ambiente altamente significativa se deberá pensar en la conformación de pies de cría específicos por ambiente. Cuando se maneja un pie de cría resulta indispensable la capacidad de identificar a los individuos que lo componen con fines de conocer sus características productivas individuales, desde la familia a la que pertenecen hasta el individuo específico dentro de cada familia, por lo que el desarrollo de metodologías de marcaje óptimas (físicas o moleculares) es altamente recomendable. La existencia de sistemas computarizados para el manejo de la información del pie de cría, desde su pedigrí e identificación de individuos relacionados entre si, permitirá incrementar el número de familias manejadas en pies de cría y lograr evitar apareamientos entre individuos relacionados por poseer ancestros comunes cercanos. El costo de un programa de mejoramiento genético es elevado, por lo que el establecimiento de sistemas de cultivo que provean alta seguridad contra pérdidas del mismo es importante. El desarrollo de un pie de cría resistente a enfermedades es recomendable únicamente cuando no existe otra opción para obtener semilla de alguna especie, o las localidades de siembra están ubicadas en zonas afectadas por patógenos específicos, ya que la resistencia a un patógeno particular raramente confiere resistencia a otro patógeno. El desarrollo de organismos poliploides es importante para futuras mejoras dentro de un pie de cría, ya que líneas alternas donde se produzcan productos terminales (triploides) pueden ser parte del mismo pie de cría siendo mejorado cuando la ventaja del triploide existe, y permite una mejora adicional en la semilla para siembra.

Debido a ello, es recomendable que se genere investigación aplicada en el campo de la genética acuícola en los siguientes rubros:

- ◆ Estudios controlados (a nivel piloto) para estimaciones de respuesta potencial a la selección para especies en cultivo.
- ◆ Estimaciones de parámetros genéticos de caracteres productivos en estudios controlados.
- ◆ Definir si existe interacción genotipo X ambiente en los pies de cría conformados para servir a productores en diferentes áreas o localidades.
- ◆ Diseño de programas computarizados para mantenimiento de pedigríes y definición de posibles apareamientos de individuos no relacionados.
- ◆ Evaluación del manejo de pies de cría en condiciones bioseguras (sistemas cerrados).
- ◆ Evaluación de diferentes marcadores físicos para la identificación de familias así como de individuos conformando pies de cría.
- ◆ Evaluación de marcadores moleculares para la identificación de familias y seguimientos de pedigríes.
- ◆ Desarrollo de líneas resistentes a enfermedades específicas a partir de poblaciones resistentes existentes.
- ◆ Evaluación de poliploides para especies en cultivo y con interés de que existan pies de cría.

Investigación aplicada en el área de reproducción y desarrollo larvario

Se requiere resolver los problemas de la reproducción bajo condiciones controladas y la producción de crías, semillas y postlarvas en condiciones de laboratorio de especies con potencial acuícola, como son las siguientes:

Peces Marinos

Región Pacífico: Huachinango *Lutjanus peru*, Cabrilla sardinera *Mycteroperca rosacea*, Lengüado *Paralichthys californicus*, Totoaba *Totoaba macdonaldi*, Pargo *Lutjanus argentiventris*, Botete *Sphoeroides annulatus*

Región Atlántico: Pargo *Lutjanus campechanus*, Pámpano *Trachinotus carolinus*, Corvina *Scienops ocellatus*, Robalo *Centropomus undecimalis*. Cobia *Rachycentrom canadum*

Moluscos

Callo de hacha china *Atrina maura*, Callo de hacha larga *P. rugosa*, Mejillón de aguas tropicales *Modiolus capax*, Almeja chocolate *Megapitaria aurantiaca* y *M. Squalida*, Almeja pata de mula *Anadara multcostata*, *A. tuberculosa* y *A. Grandis*, Madreperla *Pinctada mazatlanica*, Almeja voladora *Pecten vogdesi*, Caracol reyna ***Strombus gigas***, Abulon *Haliotis cracherodii*, Ostión *Crassostrea iridescens*

Crustáceos

Camarón café del Pacífico *Farfantepenaeus californiensis*, Camarón rosado del Golfo *Farfantepenaeus duorarum*, y Artemias nativas.

Investigación orientada en el área de sanidad acuícola

La actividad acuícola en nuestro país se encuentra en una etapa de crecimiento sostenido, por lo que resulta necesario normar los aspectos sanitarios tendientes a garantizar un crecimiento sustentable en cada fase del proceso de producción acuícola. Por una parte, es necesario conocer el escenario de acción de los agentes infecciosos y las posibles formas de diseminación de enfermedades de los organismos acuáticos, en todas aquellas áreas donde se encuentren establecimientos acuícolas, así como también en ambientes naturales, detectando los factores que predisponen o determinan el surgimiento de alguna enfermedad.

A pesar de que existe una gran variedad de métodos ya establecidos para el diagnóstico de enfermedades infecciosas, la necesidad de realizar el diagnóstico de forma temprana, a bajo costo y sin la necesidad de equipo sofisticado esta siendo cada vez más demandada por el sector acuícola. Debido a ello, es necesario que se genere más investigación aplicada en el campo de la sanidad acuícola en los siguientes rubros:

- ◆ Diseño de nuevos métodos para diagnóstico de enfermedades bacterianas
- ◆ Diseño de nuevos métodos para diagnóstico de enfermedades virales
- ◆ Diseño de métodos para diagnóstico de enfermedades nutricionales

- ◆ Metodología de campo para el seguimiento de parámetros ambientales relacionados con la sanidad.

En algunos sistemas de producción, los antibióticos se utilizan de forma indiscriminada, incluso como medida preventiva, lo cual genera problemas de selección de bacterias resistentes y cambia la dinámica de las poblaciones bacterianas, tanto en los estanques de cultivo, como en los lugares donde se vierten las aguas de deshecho de la granjas.

Por otro lado, el uso de inmunoestimulantes y probióticos es una práctica cada vez más frecuente, generalmente sin un respaldo científico adecuado que avale la efectividad de los tratamientos. Por ello, es necesario generar tecnología que permita evaluar los siguientes aspectos:

- ◆ Farmacocinética de los compuestos antibacterianos usados en acuicultura
- ◆ Eficiencia de aditivos inmunoestimulantes
- ◆ Eficiencia de probióticos en la respuesta inmune, como nutrientes o como mejoradores de la calidad del agua.

Otro rubro importante, particularmente en la en la camaronicultura, es la contaminación por pesticidas agrícolas, que inevitablemente llegan a las aguas de uso en acuicultura. Debido a ello, se requiere de métodos que permitan identificar la presencia de estos compuestos en agua de cultivo con una alta sensibilidad y eficiencia, pero sin la necesidad de un laboratorio de investigación. Así, el diseño e implementación de métodos rápidos y sencillos podría ser la solución al diagnóstico de contaminación por pesticidas en agua.

Investigación orientada en el área de nutrición y alimentación acuícola

El grado de desarrollo de la investigación en el área de nutrición y alimentación acuícola en México se encuentra restringido a los escasos subsidios gubernamentales y de los mismos productores. Los empresarios del ramo coinciden en que el área de investigación en nutrición se

circunscribe a los aportes privados de cada una de las empresas, a grupos de investigación de instituciones como el CIBNOR en La Paz, la UANL en Monterrey, el CIAD en Mazatlán, y la UNAM en Ciudad del Carmen. En general, el grado de investigación es muy limitado. Se requiere más apoyo financiero para los grupos de investigación establecidos, a fin de estudiar los diversos problemas que afectan al sector, así como formar recursos humanos e involucrarlos con la industria, para que adquieran la experiencia directa tanto en la investigación, como en la producción.

Las áreas de investigación que son consideradas como más prioritarias por parte de los productores de camarón son las de: digestibilidad del alimento, inmunoestimulantes, probióticos, sustitutos de harina de pescado y atractantes.

La industria productora de alimento balanceado tiene presente y bien fundamentado que para cualquier avance en el aspecto nutricional, tecnológico y de desarrollo de nuevos ingredientes e insumos, la investigación constante tiene un papel primordial y definitivo; evaluarlos a nivel experimental y piloto, además del uso de productos de última generación, el apoyo del personal especializado en el área, la utilización de procesos novedosos, formulaciones cambiantes que fortalezcan la salud del animal y se refleje en la productividad, es lo que en conjunto llevará a la vanguardia en la línea de producción de alimentos, sin olvidar que la constancia de la calidad debe ir de acuerdo a las necesidades del mercado.

Investigación orientada en el área de ecología y manejo de sistemas de engorda

En particular, se busca mejorar la eficiencia de uso de los compuestos de carbón, nitrógeno y fósforo en los sistemas de cultivo. Para ello, se plantea las siguientes necesidades:

- ◆ Desarrollo de estrategias de manejo de la productividad natural
- ◆ Desarrollo de estrategias de manejo microbiológico de los sistemas de engorda

- ◆ Protección y desarrollo de bienes y servicios
- ◆ Sistemas de aireación, mezcla, circulación, recirculación, sedimentación, biofiltros y manejo de aguas residuales.

2.5.6. Diagnóstico de la investigación para la generación de conocimiento

La investigación orientada requiere de la generación de conocimiento nuevo sobre las especies que sustentan la producción en aquellos los temas estratégicos que son de interés para el sector. Hasta mediados de los ochenta, la generación de conocimiento sobre las especies acuáticas estaba dominada por la investigación de los recursos pesqueros, con desarrollo incipiente en las especies con potencial de acuicultura. En las últimas dos décadas se incluyó como modelo de estudio a las especies utilizadas por la industria acuícola y por aquellas especies con potencial para ser utilizadas en los centros de Investigación. Estos esfuerzos se han venido reflejando de manera formal en revistas científicas nacionales e internacionales, en tesis de niveles doctoral, maestría y licenciatura, y, en menor grado, en los avances logrados por el sector productivo.

Los centros de investigación son los principales proveedores de conocimiento integrado que sirve de base para la investigación orientada. Considerando la diversidad de especies de interés acuícola, es lógico entender que los temas de investigación orientada han sido desarrollados en diferente grado para las distintas especies, pero han contribuido a consolidar una red de expertos en los diferentes campos, distribuidos en diferentes instituciones, que pueden contribuir de manera significativa al desarrollo de la industria.

Investigación básica en temas estratégicos

Una de las garantías que requiere la industria acuícola para solucionar sus problemas con base en nuevas tecnologías, consiste en incentivar la creación de nuevas redes de conocimiento científico de las especies importantes en la industria. Ello permitirá que los grupos de investigación las tomen como modelo experimental de estudio, en temas estratégicos de investigación

orientada (básica y aplicada) que estén ligados a la formación de recursos humanos, a través de los trabajos de tesis. Para ello, la investigación básica requiere ser realizada en centros de investigación que cuenten con programas de postgrado, instalaciones experimentales, y laboratorios de investigación, en donde los resultados son transferidos para su uso en innovación mediante investigación aplicada, desarrollo tecnológico, y escalamiento productivo.

Algunos de los temas estratégicos de investigación básica que deben promoverse son los siguientes:

Investigación básica en genética acuícola

Para fortalecer la solución de problemas en la industria acuícola, se requiere impulsar la generación de conocimiento nuevo en las especialidades de genética cuantitativa, genética molecular, biología molecular, ingeniería genética y genómica.

El desarrollo de tecnologías para el estudio del ADN ha permitido la generación de técnicas moleculares que actualmente están siendo integradas en programas de mejoramiento genético. Por ejemplo, la identificación de marcadores moleculares, basada en la amplificación de secuencias específicas de ADN, permitirá su aplicación en evaluaciones de variabilidad genética, seguimiento de pedigríes y esclarecimiento de parentescos, asociación con caracteres productivos, y su final aplicación en programas de mejoramiento genético en lo que se conoce como selección asistida por marcadores moleculares. Por otro lado, el campo de la biotecnología genética, ha permitido mejoras productivas a corto plazo. Como por ejemplo por poliploidía. Diferentes especies en cultivo son producidas como triploides debido a su ventaja en crecimiento y a la mejor calidad de la carne, asociada con la esterilidad característica de los triploides. Sin embargo, en la mayoría de los casos, los triploides tienen que ser producidos vía metodologías químicas o físicas, con éxito variable, por lo cual es necesario desarrollar el conocimiento básico asociado con la conformación de líneas tetraploides que permitan la producción de

triploides biológicos a partir del apareamiento entre tetraploides y diploides.

Por otro lado, los organismos transgénicos han recibido mucha publicidad. Sin embargo, es importante primero evaluar si los beneficios logrados por el uso de la biotecnología de transgénesis supera los riesgos ecológicos y a la diversidad de especies acuícolas. Considerando los sistemas acuícolas utilizados en la mayoría de los casos, el riesgo de escapes es inevitable, por lo que el desarrollo de tecnologías para la producción de organismos estériles debe preceder cualquier intento de producción de organismos transgénicos. Alternativamente, el desarrollo de sistemas totalmente bioseguros, 100% cerrados, es una estrategia importante que puede permitir el cultivo de organismos transgénicos.

Algunas líneas de investigación básica que se han identificado en el campo de la genética son las siguientes:

- ◆ Identificación del acervo genético disponible determinando la variabilidad genética disponible (por medio de marcadores moleculares) en poblaciones naturales (silvestres) de las especies en cultivo.
- ◆ Integración de tecnologías moleculares en programas de mejoramiento genético.
 - a. Identificación de marcadores moleculares (AFLP, microsátélites, RFLP, SSCP, EST, entre otros.) para uso en manejo genético (pedigrís, variabilidad genética inicial y remanente) de pies de cría.
 - b. Elaboración de mapas genéticos de especies con alto potencial de cultivo.
 - c. Identificación de QTL's (loci asociados con caracteres cuantitativos) para caracteres productivos (resistencia a enfermedades, crecimiento, reproducción) en especies de cultivo.
- ◆ Evaluación y desarrollo de biotecnologías para el mejoramiento genético.
 - a. Desarrollo de líneas de organismos tetraploides para la producción

de triploides biológicos estériles.

- b. Desarrollo de metodologías (poliploidía y moleculares) de inducción a la esterilidad gamética total.

Investigación básica en nutrición acuícola

Para fortalecer la solución de problemas en el campo de la nutrición acuícola se requiere impulsar la investigación especializada en fisiología del metabolismo, bioenergética, requerimientos nutricionales, alimentos funcionales, bioquímica, enzimología, fisiología y toxicología.

Conocer los requerimientos nutricionales permite diseñar alimentos balanceados y estrategias de alimentación adecuados para cada especie y condiciones de cultivo. Desafortunadamente, se sabe poco sobre los requerimientos para la mayoría de las especies acuáticas. La información disponible sobre la nutrición de crustáceos y peces marinos es relativamente escasa con respecto a la de organismos terrestres, y concierne fundamentalmente a algunas especies de camarón (*Penaeus japonicus*, *P. monodon*, *P. stylirostris*, *Litopenaeus vannamei*), o de peces (*Scophthalmus maximus*, *Dicentrarchus labrax*, *Sparus aurata*, *Gadus morhua*, *Seriola quinqueradiata*), entre otras especies. Sin embargo, existe una amplia variedad de especies nativas en México, que pueden ser engordadas si se genera conocimiento sobre los requerimientos nutricionales, como el camarón café (*Farfantepenaeus californiensis*), las cabrillas (*Mycteroperca rosacea*, *Paralabrax maculatofasciatus*), los pargos (*Lutjanus peru*, *L. argentiventris*), y los lenguados (*Paralychtys spp.*). La carencia de este tipo de información limita no únicamente la elaboración de dietas artificiales, sino también el cultivo comercial de algunas especies. Por otro lado, para las especies dulceacuícolas, tilapia, bagre, trucha, langosta de agua dulce o langostino, es necesario optimizar la formulación de dietas, en función al requerimiento aminoacídico, con raciones balanceadas que no contengan harinas de fuente animal.

Otro aspecto fundamental de la investigación básica se refiere a la necesidad de conocer el metabolismo energético de nitrógeno y fósforo, para optimizar el uso de estos compuestos.

Investigación básica en sanidad acuícola

Para fortalecer la solución de problemas en el campo de la sanidad acuícola se requiere impulsar la investigación en las especialidades de epidemiología, infectología, patología, inmunología, virología, bacteriología, micología y protozoología.

Si bien la investigación aplicada en acuicultura debe reforzarse, no se puede obviar la importancia de la investigación básica. En este sentido, el sector está demandando conocimiento científico en los siguientes rubros:

- ◆ Influencia de pesticidas en la salud del organismo.
- ◆ Influencia del uso de antibióticos en el medio ambiente y en el organismo.
- ◆ Búsqueda de genes de resistencia a enfermedades.
- ◆ Mejoramiento genético (Búsqueda de marcadores genéticos de resistencia a enfermedades y para el crecimiento óptimo).
- ◆ Transgenia (Incorporación de genes de resistencia a enfermedades y para el óptimo crecimiento).
- ◆ "Vacunas genéticas"
- ◆ Estudios epidemiológicos de las enfermedades virales y bacterianas.
- ◆ Estudios sobre el comportamiento de las poblaciones bacterianas en los estanques de cultivo.
- ◆ Estudios sobre la relación del estado inmune del organismo y el estado nutricional.
- ◆ Filogenia del sistema inmune.
- ◆ Relación de parámetros hemáticos (cuenta de hemocitos, fagocitosis, entre otros) con la susceptibilidad a enfermedades.
- ◆ Relación de parámetros plasmáticos (Química clínica) con la susceptibilidad a enfermedades.
- ◆ Eficiencia de inmunoestimulantes, modo de acción y formas de administración.
- ◆ Eficiencia de los probióticos y modo de acción.

Investigación básica en reproducción y desarrollo larvario

Para fortalecer la solución de problemas en el campo del desarrollo larvario y postlarvario se requiere impulsar la investigación en: endocrinología, reproducción, biología y fisiología del desarrollo larvario, y nutrición larvaria. En este sentido, el sector está demandando conocimiento científico en los siguientes rubros:

- ◆ Requerimientos fisiológicos de reproductores a cambios en las variables ambientales (temperatura, luz, oxígeno, pH).
- ◆ Estudios sobre el impacto de variaciones endocrinológicas durante el desarrollo gonadal, particularmente en peces marinos.
- ◆ Requerimientos fisiológicos durante el desarrollo larvario a cambios en las variables ambientales (temperatura, luz, oxígeno, pH).
- ◆ Requerimientos de alimento vivo de las etapas tempranas de desarrollo larval de moluscos y peces marinos.

Investigación básica en manejo acuícola

Para fortalecer la solución de problemas en el campo del manejo de la producción, se requiere impulsar la investigación en ecología, microbiología, ecofisiología, biogeoquímica, ingeniería y bioeconomía.

- ◆ Estudios básicos de los ciclos biogeoquímicos del nitrógeno, fósforo, azufre, carbón y oxígeno en los sistemas de engorda.
- ◆ Estudio de la dinámica trófica de los sistemas de cultivo y de los cuerpos receptores.
- ◆ Estudios sobre las comunidades microbiológicas que mejoran las condiciones ambientales y nutricionales de los sistemas de engorda.
- ◆ Evaluación de variaciones en el diseño de sistemas de producción, optimización de flujos de agua, aire, intercambio de calor.
- ◆ Evaluación de la factibilidad económica de variaciones en el manejo de sistemas de producción acuícola.

También es importante fortalecer y consolidar la integración de las redes de centros de investigación que oferten conocimiento para el sector

acuícola, con el propósito de promover proyectos conjuntos, nacionales e internacionales.

2.6. Diagnóstico del desarrollo del marco jurídico y normativo en el sector acuícola.

El marco jurídico involucra leyes y reglamentos que requieren de un proceso de gestión entre los poderes ejecutivo y legislativo, el marco normativo obligatorio es de resolución a mediano plazo y requiere esfuerzos de las instituciones gubernamentales, mientras que el marco normativo voluntario puede desarrollarse a corto plazo, pudiendo ser adoptado por instituciones incluyentes y organizaciones de producción, con la ventaja de que puede adoptar normas y códigos internacionalmente válidos.

Mientras que en el marco normativo se involucran las normas obligatorias, las voluntarias, códigos de conducta y sistemas de buenas prácticas. relacionado con la industria acuícola

En términos generales la industria pesquera y acuícola tiene una mayor tradición jurídica que normativa, lo que implica una cultura de aceptación de reglas y normas más relacionada con la imposición que con la adopción. Esto produce resistencia, simulación e incumplimiento, más que aceptación, lo que conduce, implícitamente, a enormes esfuerzos de inspección y vigilancia, más que a los esfuerzos de acreditación y certificación, que son altamente deseables.

Si bien la actualización del marco jurídico, a través de la Ley General de Pesca, es una necesidad para darle certidumbre e incentivar las inversiones en el sector acuícola, y las tareas de inspección y vigilancia son irrenunciables para el Estado, muchos de los problemas de la industria acuícola pueden resolverse mediante la detección de prácticas deficientes y la adopción voluntaria de normas, códigos y sistemas de buenas prácticas, que conduzcan a la acreditación y certificación por organismos externos al sector.

Una industria competitiva, ordenada e incluyente requiere de mayor exigencia, velocidad y flexibilidad para la adopción voluntaria de normas, con mayor participación de instituciones incluyentes, para coadyuvar al éxito de las acciones gubernamentales.

2.7. Diagnóstico del desarrollo de las instituciones ligadas a la acuicultura

Dada la complejidad de la industria acuícola, existe una gran diversidad de instituciones gubernamentales que inciden en el desarrollo de la actividad, en los campos económico, social y ambiental.

Instituciones gubernamentales

La descoordinación de políticas e instrumentos de gobierno complica la actividad, por lo que se requiere esfuerzos importantes de coordinación institucional entre los diferentes niveles de gobierno en el campo económico, social, ambiental, jurídico y normativo.

Instituciones incluyentes

Dada la diversidad de cultivos, la diversidad de subcuencas y las necesidades de planificación integral de cada una de ellas, la atención completa de las tareas que ello implica no puede ser abordada de manera exclusiva por las instituciones federales y estatales. La creación de instituciones incluyentes representa una oportunidad para coordinar los esfuerzos de las instituciones gubernamentales y académicas con las diferentes organizaciones productivas, entre las que se encuentran empresas, ejidos, cooperativas, asociaciones civiles y diversas agrupaciones sociales.

Los Comités de Sanidad Acuícola, los comités de manejo de los cultivos y los comités de manejo de las subcuencas, donde se desarrolla la actividad, son instituciones incluyentes con alto potencial de resolución y coordinación de las instituciones gubernamentales, así como la aplicación de políticas generales en materia acuícola.

CONAPESCA

La CONAPESCA como instancia de atención gubernamental, requiere mayor flexibilidad operativa y presupuesto a fin de realizar una gestión eficiente. Actualmente, el esquema de desconcentración geográfica limita la atención del estado, particularmente en materia de inspección y vigilancia, y dificulta el acercamiento de políticas e instrumentos a las regiones de producción, afectando el desarrollo sustentable del sector acuícola.

Gobiernos de los Estados

Las secretarías de los gobiernos de los estados, como instancias de fomento, constituyen una excelente opción para el desarrollo de la actividad acuícola, y deben fortalecer sus funciones por medio de leyes y reglamentos estatales. Por su cercanía y conocimiento de la actividad acuícola pueden ser instrumentos eficientes de coordinación de los esfuerzos del Gobierno Federal, así como de planeación del desarrollo acuícola regional, en coordinación con estados vecinos con características comunes de desarrollo acuícola.

Gobiernos municipales

Los gobiernos municipales son instancias ejecutivas con alta potencialidad para coadyuvar en la planificación, desarrollo y ordenamiento de la actividad acuícola, por su cercanía con los organizaciones sociales, empresariales y no gubernamentales a nivel cuenca.

Instituciones de investigación, desarrollo e innovación (I+D+i) en materia acuícola.

Si bien las instituciones I+D+i mexicanas tienen un alto potencial de incidencia en materia acuícola, se encuentran desarticuladas internamente y desvinculadas entre sí. Sus intereses, en general, no se ajustan a la demanda implícita o explícita del sector productivo acuícola nacional, por lo que se requiere un esfuerzo sustancial para que las redes de conocimiento se unifiquen con las redes de valor, en un esquema cliente-proveedor.

3

VISIÓN DEL DESARROLLO SUSTENTABLE DE LA ACTIVIDAD ACUÍCOLA

Un sector acuícola moderno, incluyente y competitivo, que aprovecha de manera sustentable y eficiente sus recursos, bienes y servicios, ofrece oportunidades de empleo permanente y bien remunerado, con productos que forman parte importante de la dieta y nutrición de los mexicanos, además de incidir favorablemente en la exportación del país.

4

OBJETIVOS DE DESARROLLO DE LA ACUICULTURA SUSTENTABLE

4.1. General

Promover el desarrollo de la acuicultura en forma integrada, ordenada e incluyente, articulando las capacidades económicas, ambientales y sociales con la tecnología, el conocimiento, los esfuerzos institucionales, y el marco jurídico normativo.

4.2 Específicos

Objetivos económicos

- ◆ Integrar y fortalecer las capacidades económicas de generación de valor de la producción acuícola.
- ◆ Promover e impulsar la competitividad de la industria acuícola.
- ◆ Desarrollar una cultura de hábito de consumo de pescados y mariscos.
- ◆ Fortalecer la imagen de los productos acuícolas mexicanos al mismo

nivel en los mercados internos y externos.

- ◆ Fomentar la diferenciación de los productos acuícolas
- ◆ Fomentar las redes de frío.
- ◆ Promover el incremento de la rentabilidad económica y social del sector pesquero y acuícola.
- ◆ Garantizar mayores beneficios sociales y económicos en la actividad acuícola.
- ◆ Reducir y controlar riesgos en la actividad acuícola.

Objetivos sociales

- ◆ Contribuir a la nutrición y alimentación de la sociedad.
- ◆ Generar empleos bien remunerados para contribuir a mejorar el nivel de vida de las comunidades dedicadas a la actividad acuícola.
- ◆ Incluir los diferentes componentes de la sociedad en el desarrollo acuícola.
- ◆ Impulsar modelos de acuicultura incluyente.

Objetivos ambientales

- ◆ Inducir un desarrollo acuícola ordenado con criterios de equidad.
- ◆ Fomentar la planeación ordenada, integral e incluyente, basada en el conocimiento, a fin de fortalecer la capacidad ambiental.
- ◆ Contribuir a evitar el deterioro de los bienes y servicios ambientales que sustentan la actividad, utilizándolos de manera eficiente.

Objetivos tecnológicos

- ◆ Fomentar la diferenciación de productos acuícolas.
- ◆ Innovar, escalar e inducir la mejora continua en los procesos de optimización de los sistemas de producción.
- ◆ Generar las bases científicas para garantizar insumos de calidad para la producción acuícola.
- ◆ Apoyar y fortalecer la diversificación de la industria acuícola, asegurando la disponibilidad de crías, postlarvas y semillas de especies con potencial de cultivo comercial.
- ◆ Incorporar las redes de conocimiento a las redes de valor de productos

- acuícolas.
- ◆ Promover la investigación básica y aplicada, orientada a ofertar soluciones integrales que fortalezcan las redes de valor del sector acuícola.
 - ◆ Fomentar la capacidad de generación de nuevo conocimiento para integrar una base científica que facilite la investigación aplicada en el sector acuícola.

Objetivos jurídicos y normativos

- ◆ Actualizar el marco jurídico y normativo para fortalecer las redes de valor y facilitar la articulación institucional y programática a nivel federal, estatal y municipal.
- ◆ Otorgar y propiciar certeza jurídica en la actividad acuícola.
- ◆ Promover la adopción de normas voluntarias, códigos de conducta y sistemas de buenas prácticas.
- ◆ Fortalecer la certificación y acreditación de la acuicultura como una actividad sustentable, que genera bienes sociales sanos, inocuos, bioseguros y funcionales.

Objetivos de coordinación Institucional

- ◆ Coordinar los esfuerzos intergubernamentales, intra e interinstitucionales en materia acuícola.
- ◆ Fortalecer las instituciones de los estados y municipios relacionadas con la actividad acuícola.
- ◆ Fortalecer la concertación de decisiones y esfuerzos en materia acuícola.
- ◆ Impulsar la participación de los sectores económico, social, académico y gubernamental en la definición y evaluación de oportunidades para el desarrollo de la acuicultura en el marco de las instituciones incluyentes.

Objetivos Institucionales de CONAPESCA

- ◆ Optimizar la aplicación del personal, recursos, instrumentos e información disponible para coordinar la planeación estratégica y la

toma de decisiones para el desarrollo del sector.

- ◆ Dar mejor atención al sector acuícola a fin de establecer bases sólidas para maximizar el desarrollo socio-económico del sector.
- ◆ Desconcentrar la CONAPESCA para facilitar el desarrollo regional y por especie.
- ◆ Descentralizar funciones operativas.

5

ORIENTACIONES ESTRATEGICAS PARA DESARROLLAR Y FORTALECER LA ACTIVIDAD ACUÍCOLA

5.1 Orientaciones estratégicas globales para el desarrollo sustentable.

- ◆ Definir la capacidad acuícola de las diferentes regiones.
- ◆ Elaborar y ejecutar planes de ordenamiento para cada zona.
- ◆ Fomentar la integración de redes de valor de los productos acuícolas.
- ◆ Impulsar planes de manejo integrado por cultivo, programas estatales de cultivo y planes de manejo integrado en las cuencas acuícolas.
- ◆ Promover instituciones incluyentes para el manejo de los cultivos y de las cuencas acuícolas.
- ◆ Integrar las redes de conocimiento a las redes de valor.
- ◆ Impulsar la normatividad voluntaria y mejorar la normatividad obligatoria.
- ◆ Regionalizar la CONAPESCA en 5 secciones: Pacífico Norte, Pacífico Sur, Centro, Golfo de México y Mar Caribe.
- ◆ Promover la participación de estados y municipios en la integración de los Programas Estatales de cultivos acuícolas y en el ordenamiento de las cuencas.

5.2 Orientaciones estratégicas para fortalecer y articular los ejes del desarrollo sustentable

5.2.1 Orientaciones estratégicas económicas

- ◆ Integrar redes de valor de los productos acuícolas.
- ◆ Agregar valor por diferenciación de los productos acuícolas.
- ◆ Modular el desarrollo acuícola en base a la demanda del mercado.
- ◆ Detonar el desarrollo de proveedores de insumos estratégicos de calidad para la industria acuícola a precios competitivos.
- ◆ Fomentar campañas de promoción al consumo de productos acuícolas que cumplan con criterios de sanidad, inocuidad y funcionalidad.
- ◆ Asegurar la calidad de los productos acuícolas.
- ◆ Fortalecer el abastecimiento y la presencia regular de los productos acuícolas en el mercado, aprovechando el mosaico microclimático del país.
- ◆ Fomentar la inversión nacional.
- ◆ Atraer la investigación extranjera.
- ◆ Apoyar el financiamiento de las empresas acuícolas y de sus proveedores.
- ◆ Propiciar la mezcla de recursos para incrementar la inversión en el sector.
- ◆ Privilegiar el financiamiento hacia las empresas que realicen esfuerzos de integración, ordenamiento e inclusión.
- ◆ Privilegiar la bioseguridad, y la protección sanitaria de las regiones acuícolas en el proceso de importación de productos similares a los que se producen en el país, cuidando de no afectar a los productores nacionales.

5.2.2 Orientaciones estratégicas sociales

- ◆ Promover la creación de instituciones incluyentes, así como la creación de comités regionales.
- ◆ Promover modelos de producción de alto índice de uso de empleo para

- incorporar a las poblaciones locales al desarrollo.
- ◆ Fomentar la profesionalización y especialización de los grupos sociales, en temas como nutrición y alimentación, prevención sanitaria y manejo del sistema de cultivo de especies acuáticas.
 - ◆ Promover el empleo altamente calificado y bien remunerado.
 - ◆ Transitar de la acuicultura rural de autoconsumo a clusters de granjas familiares de alta tecnología promoviendo la oferta de productos acuáticos y la generación de nuevos negocios.

5.2.3 Orientaciones estratégicas ambientales

- ◆ Priorizar a nivel nacional las áreas potenciales para uso sustentable acuícola.
- ◆ Fomentar el ordenamiento integral acuícola mediante los estudios de evaluación ambiental por unidad ecosistémica (cuencas, distritos, zonas) para equilibrar el uso de la capacidad ambiental con otras industrias o consumidores de ésta.
- ◆ Propiciar el desarrollo sustentable de las empresas acuícolas mediante la implementación de estrategias de licenciamiento ambiental.
- ◆ Orientar el desarrollo acuícola mediante tecnologías de alta eficiencia en el uso de bienes ambientales y de baja demanda de servicios ambientales para proteger áreas de biodiversidad, aprovechar eficientemente los bienes de escaso suministro y reducir los riesgos de eutrofización.
- ◆ Propiciar el desarrollo de bienes y servicios ambientales para incrementar las capacidades ambientales de regiones con potencial acuícola.
- ◆ Promover el cultivo de especies de bajo nivel trófico y/o de biotecnologías que usen alimentos de origen vegetal en sustitución de aquellos de origen animal.
- ◆ Implantar sistemas de monitoreo ambiental en los puntos críticos de control para la integración de indicadores de sustentabilidad.
- ◆ Impulsar la modernización de la infraestructura acuícola, apoyar la realización de obras de mitigación de impacto y rehabilitar los sistemas

lagunarios costeros.

Además promover:

- a. El uso de sistemas de información geográfica para la planeación y zonificación de cuencas, buscando el ordenamiento territorial de las zonas de desarrollo acuícola. Certificación ambiental de las cuencas, (por ej. ISO14000).
- b. La evaluación de capacidades ambientales y límites aceptables de cambio en cada una de las cuencas, así como la determinación de capacidades de carga para los cultivos, utilizando estándares ambientales y criterios de calidad ambiental.
- c. La acreditación de buenas prácticas de manejo ambiental de los sistemas de cultivo en las empresas.

5.2.4 Orientaciones estratégicas tecnológicas

- ◆ Innovación y adopción de tecnologías de alta eficiencia en el uso bienes y servicios ambientales como lo son el suelo y el agua.
- ◆ Innovación y adopción de tecnologías para el uso y mejoramiento de sistemas de aireación de alta transferencia de oxígeno y elevada eficiencia en el uso de energía.
- ◆ Utilizar el conocimiento y la tecnología para agregar valor por diferenciación de los productos genéricos. Innovar la tecnología de procesamiento.
- ◆ Innovar y adoptar sistemas de alimentación que maximicen la eficiencia bioenergética y minimicen residuos orgánicos.
Innovar y adoptar tecnologías que mejoren la eficiencia de uso de la materia orgánica, el nitrógeno y el fósforo en el manejo de los sistemas de cultivo.
- ◆ Innovar tecnologías de cultivos, haciendo uso de las aguas residuales, para agregar valor a la producción del sistema.
- ◆ Innovar y adaptar tecnologías de manejo, tratamiento y control de aguas residuales.
- ◆ Promover programas integrados, entre empresas de producción y grupos de investigación, para la domesticación, conformación de pies

de cría libres de patógenos y mejoramiento genético, de las especies que constituyen el pilar de la producción acuícola.

- ◆ Fomentar la innovación en laboratorios y centros de producción, proveedores de postlarvas, semillas y crías, en los campos de la bioseguridad, tratamiento de aguas residuales, generación de productos certificados libres de patógenos, edades de alta resistencia y sistemas de transferencia a las granjas.
- ◆ Actualizar y mejorar las normas sanitarias obligatorias sobre el movimiento y la importación de insumos, productos y subproductos acuícolas, en función al desarrollo de información científica.
- ◆ Promover la acreditación y la verificación sanitaria de los insumos que ofertan los proveedores de la industria acuícola, así como la promoción de sistemas profilácticos, barreras sanitarias y sistemas de monitoreo en todo el proceso de producción.
- ◆ Promover la adopción de códigos de conducta sanitaria responsable y buenas prácticas de manejo de organismos y de sistemas de cultivo. Inducir a los proveedores de alimentos a realizar esfuerzos de innovación tecnológica para el desarrollo de formulaciones eficientes, inocuas, amigables y funcionales.
- ◆ Desarrollar información que permita privilegiar el uso de insumos inocuos provenientes de fuentes primarias de origen agroindustrial o residuos con alto valor nutricional provenientes de la industria pesquera, en la elaboración de alimentos balanceados.
- ◆ Promover la adopción de buenas prácticas para el manejo de los alimentos en los sistemas de producción.
- ◆ Promover acciones de integración entre la industria acuícola y la producción de alimentos balanceados.
- ◆ Promover sistemas de monitoreo e información sobre la calidad de los alimentos balanceados para uso acuícola, y de los insumos utilizados.
- ◆ Innovar las tecnologías de peletización y/o extrusión utilizadas en la elaboración de alimentos balanceados para lograr una mayor estabilidad, conservación de propiedades nutricionales, digestibilidad y eficiencia de conversión.

- ◆ Mejorar los aportes de complementos nutricionales, inmunoestimulantes, atractantes, probióticos y aditivos funcionales.
- ◆ Innovar las tecnologías de alimentación en las granjas de producción.
- ◆ Privilegiar el desarrollo tecnológico del cultivo de nuevas especies que sean de bajo nivel trófico o bien que puedan ser cultivadas principalmente con insumos de origen agroindustrial.
- ◆ Promover la investigación básica y aplicada en los temas estratégicos de: Genética (genética cuantitativa y molecular; Reproducción y biología del desarrollo larvario (Endocrinología, fisiología reproductiva, fisiología de larvas); Nutrición y alimentación (Bioquímica, enzimología, metabolismo, toxicología, biotoxicología); Sanidad (Epidemiología, patología, inmunología, virología, bacteriología); Ecología de sistemas acuícolas (Ecofisiología, biogeoquímica, microbiología, ingeniería).
- ◆ Promover el desarrollo, innovación y mejora continua de tecnología para la producción de semilla de nuevas especies susceptibles de cultivo, así como los procesos de validación y escalamiento productivo.

5.2.5. Orientaciones estratégicas jurídicas

- ◆ Transitar del sometimiento de la regulación y la normatividad al convencimiento de la autoregulación.
- ◆ Fortalecer la normalización y la acreditación de las empresas acuícolas y de las proveedoras de insumos.
- ◆ Actualizar la normatividad obligatoria en materia de elaboración de alimentos y otros insumos para uso acuático.
- ◆ Fomentar la adopción de normas voluntarias, códigos de conducta, sistemas de buenas prácticas, y la certificación de las empresas acuícolas.

5.2.6. Orientaciones estratégicas de coordinación institucional

- ◆ Desarrollar acuerdos que faciliten la coordinación intersecretarial, intergubernamental e intersectorial con los estados y municipios para

generar sinergias que permitan concentrar los esfuerzos en proyectos prioritarios.

- ◆ Fortalecer las instituciones de los estados y municipios relacionadas con la actividad acuícola.
- ◆ Catalizar la acción interinstitucional mediante instituciones incluyentes tales como los Comités de Sanidad, comités de manejo integrado de los cultivos acuícolas y los comités de manejo integrado de las cuencas, las subcuencas hidrológicas y la zona costera.
- ◆ Fomentar la participación de los sectores productivo, social y académico, y de los diferentes niveles de gobierno en el marco de las instituciones incluyentes.
- ◆ Concentrar los esfuerzos de la sociedad y de sus instituciones en el logro de aquellos objetivos que tengan mayor impacto y beneficio en la economía, la sociedad y el medio ambiente, con los menores costos económicos, ambientales y sociales.

5.2.7. Orientaciones estratégicas institucionales de CONAPESCA

- ◆ Regionalizar la CONAPESCA en las secciones: Pacífico Norte, Pacífico Sur, Centro, Golfo de México y Mar Caribe.
- ◆ Establecer políticas y objetivos nacionales para cada uno de los cultivos.
- ◆ Desarrollar una plataforma informática común que sea alimentada por todo el sector, a fin de dar seguimiento al desarrollo del sector.
- ◆ Buscar mejorar la transparencia de las acciones de coordinación y fomento de la acuicultura.
- ◆ Fortalecer a la CONAPESCA como institución coordinadora nacional, delegando en las entidades estatales el desarrollo de las cuencas acuícolas.

5.3 Orientaciones Estratégicas para el Desarrollo de Planes de Manejo Integrado de los Cultivos Acuícolas

Con el propósito de contribuir a fortalecer el desarrollo de planes de manejo por cultivo, se realizó un primer diagnóstico de los principales cultivos que se desarrollan en las diferentes regiones de México. Este diagnóstico por cultivo intenta integrar los seis ejes del desarrollo sustentable con un primer análisis estratégico y la identificación de algunas acciones prioritarias. Se espera que este primer análisis promueva la discusión en el sector acuícola y facilite el intercambio de ideas en las reuniones de expertos para cada uno de los grupos de especies. Se espera que de dichos foros emanen los comités respectivos y los planes de manejo por cultivo. Indudablemente, el análisis no contiene a todas las especies con potencial de cultivo, ni representa todos los puntos de vista de los diferentes actores que intervienen en cada cultivo, pero aporta una primera versión que contiene una estructura que puede orientar la discusión para el desarrollo de los planes de manejo por especie.

5.3.1. Orientaciones Estratégicas para el Desarrollo de Planes de Manejo Integral del Cultivo de Peces de Agua Dulce

5.3.1.1. Diagnóstico general de los cultivos de peces de agua dulce

La evolución reciente de la acuicultura en agua dulce como actividad económica, ha enfrentado problemas de diversa índole, derivados fundamentalmente de factores de orden institucional y de formas de organización de la red de valor, que se han mostrado poco funcionales para la aplicación de recursos de capital, tecnológicos, humanos y naturales para el desarrollo de proyectos.

En lo que se refiere a la acuicultura de repoblamiento, los principales problemas que afectan un desarrollo de mayor envergadura, se refieren a los siguientes aspectos:

- ◆ Deficiencias en la organización social para la producción, que hace difícil sumar esfuerzos y capacidades en torno a proyectos productivos.
- ◆ Carencia de infraestructura de apoyo para la comercialización de la producción obtenida en los grandes embalses, con ineficiencias y elevados costos en la intermediación.
- ◆ Fallas en la administración acuícola de los grandes embalses para regular efectivamente los procesos de siembra, cosecha, artes y métodos de pesca y zonas de reproducción, entre otros, lo que repercute en bajos índices de productividad.
- ◆ Insuficiencia en la transformación industrial que agregue valor a la producción y favorezca una mas amplia cobertura geográfica de consumo y se integre la red de valor correspondiente.

Los problemas que presenta la acuicultura rural tienen que ver básicamente con una escasa cultura productiva acuícola de la población rural, que hace difícil la integración de agrupaciones o "clusters" en sus entorno económico y social. Como debilidades específicas se observan las siguientes:

- ◆ Dificultades en el abastecimiento de crías con pedigrí para la siembra en estanques, jaulas, ollas y jagüeyes, por la enorme dispersión de estas unidades de producción y su dependencia en los centros acuícolas de CONAPESCA y los gobiernos estatales.
- ◆ Insuficiencia en la asistencia técnica que hace difícil la asimilación tecnológica, mayores niveles de productividad y la integración de la red de valor correspondiente.
- ◆ Carencia de medios técnicos y materiales para realizar la transformación de productos en presentaciones sencillas como producto seco-salado o ahumado, que facilite su conservación y comercialización.

La acuicultura intensiva industrial de este grupo de especies, presenta mayores exigencias técnicas, organizativas y de capital, y establece una mayor interacción con los otros nodos de la red de valor. Los principales problemas que afectan su desarrollo son los siguientes:

- ◆ Limitada cultura productiva acuícola tanto del sector social, como de los inversionistas privados, debido a la carencia de un sistema efectivo de vinculación y transferencia tecnológica en materia de acuicultura, que incluya todos los factores que se requieren para este fin, como una política nacional de desarrollo acuícola, capital de riesgo, una normatividad adecuada y el reconocimiento explícito del sector.
- ◆ Desarticulación de la red de valor.

5.3.1.2. Diagnóstico y análisis FODA del cultivo de tilapia

La tilapia constituye uno de los principales productos acuícolas en agua dulce a nivel nacional. Su cultivo se ha extendido a todas las regiones y tiene, además, un amplio potencial de mercado interno y externo, por lo que se considera que podrá incrementar el volumen de producción.

Tabla de diagnóstico del cultivo de tilapia

Económico	Ambiental	Social	Tecnológico	Institucional	Legal
<ul style="list-style-type: none"> • Los centros acuícolas venden el producto de acuerdo al índice de marginación. • Mejor calidad del producto cultivado que del capturado. • Demanda no satisfecha por la producción nacional (importación). 	<ul style="list-style-type: none"> • No existe control adecuado de las siembras. • Descuido en la calidad y manejo del agua de los embalses. • Las pesquerías no se manejan adecuadamente por falta de estudios básicos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Existen Comités técnicos por embalse. • Interés permanente de las comunidades en participar en la pesquería. • Interés creciente de productores rurales por la producción controlada a escala familiar 	<ul style="list-style-type: none"> • No hay control genético de pies de cría. • Se requiere producción de crías masculinizadas. • Los centros acuícolas operan sin protocolos de procedimientos. • Existe amplio potencial de producción en jaulas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Muchos centros no producen, sólo operan los estratégicos. • Se busca la transferencia de estos centros a empresas, gobiernos estatales y centros de investigación. • Normatividad reduce eficiencia operativa y recuperación económica en centros piscícolas Gubernamentales. 	<ul style="list-style-type: none"> • Se requieren certificados de sanidad y de origen, y normas para la movilización.

Análisis FODA del cultivo de tilapia

Fortalezas	Oportunidades	Debilidades	Amenazas
<ul style="list-style-type: none"> • Infraestructura aprovechable para la producción de reproductores y crías. • Hay tecnologías de cultivo intensivo para la producción de tilapia y potencial de producción en jaulas y granjas. • Posibilidades de desarrollo incluyente con una organización social a través de comités técnicos y productores interesados en la actividad. • Cultivo presente en todas las regiones del país 	<ul style="list-style-type: none"> • Mercado interno insatisfecho. • Importante demanda nacional de producto de tallas grandes con presentaciones en filetes congelados. • Posibilidad de integrar unidades de producción familiar a estructuras de mayor nivel organizativo. • Posibilidades de participación de otras instancias de gobierno e instituciones académicas. 	<ul style="list-style-type: none"> • No existe adecuado seguimiento y control del repoblamiento en embalses. • La baja diferenciación del producto reduce la oportunidad de agregar valor. • Carencia de planes de manejo de embalses. • La operación de centros acuícolas es débil, con manejo inadecuado y prácticas obsoletas. • Carencia de esquemas eficientes de administración de las pesquerías. • No hay pies de cría con control de pedigrí en los centros acuícolas de producción para repoblamiento y acuicultura rural. • No hay conocimiento de capacidades ambientales en los embalses. 	<ul style="list-style-type: none"> • Baja de precios por importaciones masivas. • Colapso de las poblaciones y disminución de las pesquerías. • Mayor empobrecimiento de la calidad del agua de los embalses. • Epizootias. • Mayor presión de comunidades para ingresar a las pesquerías.

Acciones sugeridas para fortalecer el cultivo de tilapia

- ◆ Estudios de ordenamiento para el manejo integrado de cuerpos de agua principales.
- ◆ Estudios para el diagnóstico, seguimiento y control de la calidad ambiental en los cuerpos de agua.
- ◆ Fortalecimiento de los comités técnicos por embalse como instancia de desarrollo incluyente.
- ◆ Participación de gobiernos estatales e instituciones académicas en la operación de centros acuícolas y en proyectos productivos específicos.
- ◆ Estudio de la red de valor para la identificación de mercados y el desarrollo de planes de negocios de al menos un cluster (posiblemente en el estado de Michoacán) para la producción intensiva en jaulas o granjas, que incluya a productores familiares promovidos por el programa de acuicultura rural.

- ◆ Puesta al día de las tecnologías y procedimientos operativos en los centros acuícolas, con especial énfasis en manejo genético, control sanitario, y estandarización de la calidad de alevines (masculinización, por ejemplo).
- ◆ Promoción de programas de manejo genético en conjunto con productores.

5.3.1.3. Diagnóstico y análisis FODA del cultivo de trucha

El cultivo de la trucha *Salmo viridis* aporta al mercado el principal producto de agua dulce de la zona fría. Su alcance es nacional, con cultivos expandiéndose a las Regiones Pacífico Norte, Pacífico Sur, Centro, Golfo de México.

Tabla de diagnóstico del cultivo de trucha

Económico	Ambiental	Social	Tecnológico	Institucional	Legal
<ul style="list-style-type: none"> ● Producto para mercados locales y regionales. ● Productores integrados a la venta directa al mercado turístico. ● Buenos precios de venta y rentabilidad. Demanda creciente e insatisfecha. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Limitado a zonas con agua fría y abundante, de muy buena calidad y primer uso. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Numerosos pequeños productores rurales con experiencia en integración como cooperativas, federaciones y clusters. ● Se integra muy bien a la actividad turística de montaña. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Tecnología disponible y demostrada para engorda. ● Se depende de importación de huevos. ● No se tiene tecnología para truchas nativas. ● No se tiene un programa de manejo genético. ● Tecnología anticuada. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Centro acuícola (El Zarco) con tradición y reconocimiento, que requiere de mejoras tecnológicas. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Poca importancia a la actividad acuícola en la Ley de Aguas Nacionales.

Análisis FODA del cultivo de trucha

Fortalezas	Oportunidades	Debilidades	Amenazas
<ul style="list-style-type: none"> • Infraestructura aprovechable para la producción de reproductores y crías. • Dominio de tecnología de engorda. • Sector productivo con buena organización y visión a futuro. • La integración al turismo de montaña es una realidad. • Se conoce el mercado nacional, hay demanda insatisfecha. • Beneficio demostrado a las comunidades marginadas. Buen instrumento para la acuicultura rural. 	<ul style="list-style-type: none"> • Iniciativas en marcha hacia niveles de organización e integración superiores. • Posibilidades de participación de otras instancias de gobierno e instituciones académicas. • Las cadenas montañosas presentan el nicho para su desarrollo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Cultivo limitado regionalmente por sus requerimientos de abastecimiento de agua. • No se cuenta con programas de manejo genético. • No se tiene tecnología para especies nativas, lo que limita su proyección a nuevas áreas. • Desventajas legales con agricultura y ganadería en la prioridad del uso de agua. • No hay un sistema de control de epizootias efectivo (virus IPN, por ejemplo). • Su desarrollo esta limitado por la escasez de agua fría de buena calidad. • Poca competencia entre proveedores influye en los precios de los insumos. • Hay insuficiencia en la oferta nacional de crías todas las hembras provenientes de un programa de genética. 	<ul style="list-style-type: none"> • Competencia por uso del agua con otras actividades. • Epizootias.

Acciones sugeridas para fortalecer el cultivo de trucha

- ◆ Apoyo a las iniciativas de integración de los productores.
- ◆ Iniciar programas de manejo genético, proyectos de investigación y desarrollo tecnológico para el cultivo de especies nativas.
- ◆ Proponer la modificación de la Ley de Aguas Nacionales para redefinir las prioridades de uso del agua con fines acuícolas, en relación con otras actividades.
- ◆ Promover la producción de trucha asalmonada.
- ◆ Promover la producción nacional de huevo de truchas.

5.3.1.4. Diagnóstico y análisis FODA del cultivo de carpas

El cultivo de carpas aporta al mercado el producto principal proveniente del agua dulce en la zona templada, ligadas principalmente al altiplano en la Región Centro.

Tabla de diagnóstico del cultivo de carpas

Económico	Ambiental	Social	Tecnológico	Institucional	Legal
<ul style="list-style-type: none"> • Los centros acuícolas venden las crías de acuerdo al índice de marginación. • La calidad del producto cultivado es mejor que del capturado y alcanza buen precio en la región centro. • Es un instrumento importante de la acuicultura rural y comercial. • Ocupa el segundo lugar nacional de volumen de producción en agua dulce. 	<ul style="list-style-type: none"> • No existe adecuado control de siembras. • Descuido en la calidad y manejo del agua de los embalses. • Las pesquerías no se manejan adecuadamente por falta de estudios básicos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Existen comités técnicos por embalse. • Interés permanente de las comunidades en participar en la pesquería. • Interés creciente de productores rurales por la producción controlada a escala familiar. 	<ul style="list-style-type: none"> • No hay control genético de pies de cría. • Los centros acuícolas operan sin protocolos de procedimientos. • Existe gran potencial de producción en jaulas. • Se dispone de 7 especies para diferentes nichos ecológicos. • Se requiere modernizar la tecnología, destacándose el policultivo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Muchos centros están parados, sólo operan los estratégicos. • Se busca la transferencia de centros a empresas, gobiernos estatales y centros de investigación 	<ul style="list-style-type: none"> • Se requieren certificados de sanidad y de origen, y normas para la movilización. • Se requiere resolver la prioridad en el uso del agua

Análisis FODA del cultivo de carpas

Fortalezas	Oportunidades	Debilidades	Amenazas
<ul style="list-style-type: none"> • Infraestructura aprovechable para la producción de reproductores y crías. • Potencial de producción en jaulas y granjas intensivas. • Posibilidades de desarrollo incluyente por organizaciones sociales en crecimiento a través de comités técnicos y productores interesados en la actividad. • Cultivo dominante en la región centro del país. 	<ul style="list-style-type: none"> • Mercado interno insatisfecho. • Posibilidades de integración de unidades de producción familiar a estructuras de mayor nivel organizativo. • Posibilidad de participación de otras instancias de gobierno e instituciones académicas. • En la región centro se conoce el producto y se asocia a la agricultura. 	<ul style="list-style-type: none"> • No existe adecuado control de siembras. • Carencia de planes de manejo de embalses. • Operación de centros acuícolas débil, con manejo inadecuado y prácticas obsoletas. • Carencia de esquemas eficientes de administración de las pesquerías. • Prácticas antiguas de cultivo. • Deficiencias en el esquema administrativo de los centros acuícolas. • Insuficiencia en la asistencia técnica que dificulta la asimilación tecnológica y mayores niveles de productividad. • Carencia de medios técnicos y materiales para proporcionar valor agregado. • Endogamia de las poblaciones en cultivo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Colapso de las poblaciones y disminución de las pesquerías. • Mayor empobrecimiento de la calidad del agua de los embalses. • Epizootias. • Mayor presión de comunidades para ingresar a las pesquerías. • Abandono de la actividad por migración a los Estados Unidos.

Acciones sugeridas para fortalecer el cultivo de carpas

- ◆ Estudios de ordenamiento para el manejo integrado de cuerpos de agua principales.
- ◆ Estudios para el diagnóstico, seguimiento y control de la calidad ambiental en los cuerpos de agua.
- ◆ Fortalecimiento de los comités técnicos por embalse como instancia de desarrollo incluyente.
- ◆ Participación de gobiernos estatales e instituciones académicas en la operación de centros acuícolas y en proyectos productivos específicos.
- ◆ Diseñar, instrumentar e implantar un sistema de mejoramiento genético y distribución de pies de cría.
- ◆ Estudio de la red de valor para la identificación de mercado y de planes de negocios de al menos un cluster (en la región) para la producción intensiva en jaulas o granjas, que incluya a productores familiares promovidos por el programa de acuicultura rural.
- ◆ Actualización de las tecnologías y procedimientos operativos en los centros acuícolas, con especial énfasis en manejo genético, control sanitario, y estandarización de la calidad de las crías.

5.3.2. Orientaciones Estratégicas para el Desarrollo de Planes de Manejo Integral del Cultivo de Peces Marinos

5.3.2.1. Diagnóstico general

Para el desarrollo sustentable de las actividades acuícolas en la franja costera, deberán tenerse en cuenta las capacidades ambientales de las zonas seleccionadas para el cultivo. Por otro lado, el desarrollo de la piscicultura marina debe potenciar la creación de empresas que generen nuevos empleos bien remunerados y una nueva red de valor.

Desde el punto de vista económico, la aportación de la piscicultura marina es mayor que el de otros cultivos debido al alto precio de los productos en el mercado. Aunque la contribución de producción de esta actividad frente al total de las actividades acuícolas es actualmente baja, tiene un valor comercial mayor. Cabe esperar que la contribución porcentual futura de la piscicultura marina, en términos de valor económico, será significativa.

La piscicultura marina en México se encuentra en su etapa inicial. Existe una pequeña producción de tres grupos de especies que se proveen de semilla del medio natural por lo que la planeación productiva depende de factores externos. Estos son jurel *Seriola lalandi*, (producción marginal), Atunes *Thunnus thynnus* y *T. albacares* (958 Ton, 2003), y palometas *Trachinotus carolinus*, *T. falcatus* y *Lachnolaimus maximus* (12 Ton, 2001).

La producción de estas especies enfrenta problemas de abastecimiento de semilla, interferencia con el sector pesquero y riesgos ambientales en la producción, por su deficiencia en el uso de recursos (por ejemplo, alimento).

Por otro lado, existen tecnologías emergentes para la reproducción de especies nativas. Sin embargo, la producción de semilla solo se ha realizado a escala experimental. Caben destacar esfuerzos con lenguado (*Paralichthys californicus*), totoaba (*Totoaba macdonaldi*), cabrilla sardinera (*Mycteroperca rosacea*), botete (*Sphoeroides annulatus*), cobia (*Rachycentrum canadum*),

corvina (*Sciaenops ocellatus*), robalo (*Centropomus undecimalis*) y huachinangos (*Lutjanus peru*, *L. argentiventris*, *L. campechanus*). En general los esfuerzos científicos han sido aislados, carecen de plan y estrategias definidos y no reúnen suficiente información para articular tecnologías de cultivo.

5.3.2.2. Visión del cultivo

México cuenta con posibilidades de desarrollar la piscicultura marina para mejorar la oferta de productos y seguir desarrollando el sector de manera significativa. Para ello es necesario un plan que incorpore estrategias de inversión, organización, planeación en el tiempo.

5.3.2.3. Objetivos

Fomentar la generación de conocimiento, el desarrollo y la transferencia de tecnología, para impulsar el desarrollo de los cultivos de peces marinos, mediante planes nacionales por cultivo.

Garantizar el desarrollo de los cultivos de peces mediante la planeación ordenada e integral basada en el conocimiento de la capacidad ambiental.

5.3.2.4. Acciones

A corto plazo

- ◆ Fomentar la vinculación científico-empresarial para la realización de pruebas a escala precomercial de las nuevas especies, con apoyo de instancias de gobierno.
- ◆ Dar preferencia a ayudas y subvenciones ligadas con proyectos para las producción de semilla de especies nativas.
- ◆ Fomentar la investigación y el desarrollo tecnológico de las siguientes especies: lenguado (*Paralichthys californicus*), totoaba (*Totoaba macdonaldi*), cabrilla sardinera (*Mycteroperca rosacea*), botete (*Sphoeroides annulatus*), cobia (*Rachycentrum canadum*), corvina

(*Sciaenops ocellatus*), robalo (*Centropomus undecimalis*) y huachinangos (*Lutjanus peru*, *L. argentiventris*, *L. campechanus*).

- ◆ Impulsar la capacitación técnica mediante cursos y talleres.
- ◆ Fomentar la investigación en nutrición y reproducción para atún y jurel, así como estudios de enfermedades y parásitos, y riesgos ambientales potenciales (ej. Mareas rojas) en este tipo de cultivos.

Mediano y largo plazo

- ◆ Estudios de capacidades ambientales para los sitios donde se sitúen las actividades referidas.Planeación y organización general para el desarrollo de empresas (ej. asociaciones, cámaras).
- ◆ Vigilancia ambiental continua.
- ◆ Conducir apoyos hacia los planes nacionales por cultivo.
- ◆ Dar preferencia al desarrollo de proyectos de engorda que utilicen especies cuya semilla se haya producido en laboratorio.

5.3.2.5 Diagnóstico y análisis FODA del cultivo de atún y jurel (Regiones Pacífico Norte, Pacífico Sur)

Tabla de diagnóstico del cultivo de atún y jurel

Económico	Ambiental	Social	Tecnológico	Institucional	Legal
<ul style="list-style-type: none"> •Alto precio. •Creación de nueva red de valor. •producción incipiente. Mercado internacional. Grandes Inversores. 	<ul style="list-style-type: none"> •Faltan estudios de capacidad ambiental de los sitios seleccionados. •Faltan protocolos de seguimiento y vigilancia ambiental de la actividad. 	<ul style="list-style-type: none"> •Creación de puestos de trabajo. •Falta de personal capacitado. 	<ul style="list-style-type: none"> •Existe tecnología de engorde. •No existe tecnología de reproducción . •Calidad variable del producto. •Producción limitada por disponibilidad. •Falta de estudios biológicos. 	<ul style="list-style-type: none"> •Reparto de concesiones deficiente. •Trámites largos y poco claros. •Deficiente planeación y organización. 	<ul style="list-style-type: none"> •Normatividad deficiente.

Análisis FODA del cultivo de atún y jurel (Regiones Pacífico Norte, Pacífico Sur)

Fortalezas	Oportunidades	Debilidades	Amenazas
<ul style="list-style-type: none"> • Alta calidad nutricional. • Apreciado sabor. • Cultivo con tecnología de engorde probada. • Interés de productores. • Conocimiento del impacto ambiental. • Actividad rentable. • Programas de ayudas federales. • Mercado ubicado (asiático). • Demanda creciente. • Contribución económica elevada en comparación con el resto de actividades acuícolas. • Creación de nueva red de valor. • Creación de puestos de trabajo. • Elevado precio en el mercado. 	<ul style="list-style-type: none"> • Posible expansión de la actividad en una parte del litoral. • Aprovechar fondos para investigación biológica. • Desarrollar cultivo sustentable. • Investigación en nutrición y reproducción. • Incremento productivo en corto plazo. • Reactivación de flotas pesqueras de sardina y atún. • Potenciar esta red de valor. • Desarrollo de mercado nacional. • Aumentar la penetración en mercados extranjeros. • Mejorar calidad para mercados exigentes. • Reestructuración sector pesquero. 	<ul style="list-style-type: none"> • Conocimiento biológico parcial de la especie de cultivo. • Proceso tecnológico parcial. • Desconocimiento parcial de las capacidades ambientales. • Producción limitada y fluctuante. • Calidad variable del producto. • Requiere inversión significativa. • Falta de personal nacional calificado. • Falta de planeación general de la actividad. • Bajo consumo nacional. • Canales de comercialización limitados. • Mercado nacional no diferenciado. Limitada información de precios. • Falta de promoción nacional. • Contribución baja en términos productivos al resto de actividades acuícolas. • Población con bajo poder adquisitivo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Escaso conocimiento de enfermedades • Trámites engorrosos. • Afectación del medio (mareas rojas) y clima (huracanes). • Dependencia de captura de juveniles del medio. • Dependencia de la captura de alimento vivo (sardina). • Desconocimiento de la demanda real de estos productos.

Acciones sugeridas para fortalecer el cultivo de atún y jurel (Regiones Pacífico Norte, Pacífico Sur)

- ◆ Estudios de capacidades ambientales de los sitios donde se sitúen las actividades referidas
- ◆ Impulsar la capacitación técnica mediante cursos y talleres.
- ◆ Fomentar la investigación en el campo de nutrición y reproducción de atún y jurel, así como estudios de enfermedades y parásitos, y riesgos medioambientales (ej. mareas rojas) sobre el cultivo.
- ◆ Planeación y organización general del conjunto de empresas.

5.3.2.6. Diagnóstico y análisis FODA del cultivo de especies emergentes de peces marinos

Tabla de diagnóstico del cultivo de especies emergentes de peces marino

Económico	Ambiental	Social	Tecnológico	Institucional	Legal
<ul style="list-style-type: none"> •Alto precio de estos productos. •Creación de nuevas redes de valor. •No hay producción. •Mercado nacional e internacional. •Amplio grupo de inversión. 	<ul style="list-style-type: none"> •Faltan estudios de capacidad ambiental de los sitios seleccionados. •Faltan protocolos de vigilancia ambiental. 	<ul style="list-style-type: none"> •Creación de puestos de trabajo. •Falta de personal técnico capacitado. 	<ul style="list-style-type: none"> •Existe tecnología parcial de producción. •Falta selección de especies. •Faltan planes de desarrollo. •Falta de pruebas piloto. 	<ul style="list-style-type: none"> •Trámites largos y poco claros. •Deficiente planeación y organización. 	<ul style="list-style-type: none"> •Normatividad deficiente.

Análisis FODA del cultivo de especies emergentes de peces marinos

Fortalezas	Oportunidades	Debilidades	Amenazas
<ul style="list-style-type: none"> •Alta calidad nutricional. •Apreciado sabor. •Tecnología básica de engorde. •Interés de productoresCalidad constante del producto. •Inversión moderada. •Enfocada a muchos productores. •Programas de ayudas federales. •Demanda creciente. •Contribución porcentual elevada en términos económicos al resto de actividades acuícolas. •Especies muy apreciadas en mercados exteriores. •Creación de nuevas redes de valores. •Creación de puestos de trabajo. •Elevado precio en el mercado 	<ul style="list-style-type: none"> •Expansión de la actividad en gran parte del litoral. •Aprovechar fondos para investigación biológica y desarrollo tecnológico. •Desarrollar cultivo sustentable. •Investigación en nutrición y reproducción. •Incremento productivo en mediano plazo. •Potenciar las redes de valor. •Reestructuración del sector pesquero •Desarrollo de mercado nacional. •Aumentar la penetración en mercados extranjeros. 	<ul style="list-style-type: none"> •Conocimiento biológico parcial de las especies de cultivo. •Proceso tecnológico parcial. •Desconocimiento parcial de las capacidades ambientales. •Falta de personal nacional cualificado. •Falta de planeación general de la actividad. •Trabajos científicos aislados. •Estudios limitados de reproducción en cautiverio. •Producción de semilla deficiente. •Falta infraestructura para pruebas piloto. •Selección de especies y planes nacionales incompletos. •Bajo consumo nacional. •Canales de comercialización limitados. •Mercado nacional no diferenciado. •Falta de promoción nacional. •Contribución porcentual baja en términos productivos al resto de actividades acuícolas. •Población nacional con bajo poder adquisitivo. 	<ul style="list-style-type: none"> •Escaso conocimiento de enfermedades y tratamientos. •Trámites engorrosos. •Afectación climática (huracanes).

Acciones sugeridas para fortalecer el cultivo de especies emergentes de peces marinos

- ◆ Fomentar la investigación y el desarrollo tecnológico de las especies.
- ◆ Estudios de capacidades ambientales de los sitios donde se sitúen las actividades referidas.
- ◆ Planeación y organización general del conjunto de empresas.
- ◆ Vigilancia ambiental continua.
- ◆ Fomentar la vinculación científico-empresarial para la realización de pruebas a escala precomercial de las nuevas especies con potencial de cultivo.
- ◆ Dar preferencia a ayudas y subvenciones ligadas a proyectos para las producciones de semilla.
- ◆ Dar preferencia a ayudas y subvenciones a proyectos de engorda que utilicen especies cuya semilla se haya producido en laboratorio.
- ◆ Impulsar la capacitación técnica mediante cursos y talleres.
- ◆ Conducir las ayudas y subvenciones hacia los planes nacionales por cultivo.

5.3.3. Orientaciones Estratégicas para el Desarrollo de Planes de Manejo Integral del Cultivo de Moluscos

5.3.3.1. Diagnóstico general

El cultivo de moluscos bivalvos es una actividad atractiva en términos de rendimiento económico e impacto ecológico, al no requerir de instalaciones especiales, ni alimento balanceado. La semilla puede colectarse del medio natural o se produce en el laboratorio y se engorda en artes de cultivo que les brindan protección de depredadores mientras se alimentan de la productividad primaria, convirtiéndola en biomasa proteica de alta calidad para consumo humano.

El nivel de desarrollo de la actividad en el país es bajo si se considera el enorme potencial que ofrece el inventario de cuerpos de agua existentes, particularmente en el Pacífico mexicano. La industria acuícola nacional de

moluscos se sustenta principalmente en especies nativas, incluyendo gasterópodos como el abulón (*Haliotis rufescens*, *H. fulgens* y *H. corrugata*) y bivalvos como el ostión japonés (*Crassostrea gigas*), el ostión de placer (*C. corteziensis*), el ostión americano del Golfo de México (*C. virginica*), el mejillón de aguas templadas (*Mytilus galloprovincialis*), la concha nácar (*Pteria sterna*), la almeja catarina (*Argopecten ventricosus*) y la almeja mano de león (*Nodipecten subnodosus*). Recientemente se han iniciado esfuerzos experimentales para el cultivo de pulpo.

En el cultivo de abulón se aplica tecnología hiperintensiva y se producen juveniles de muy alto valor en el mercado internacional. El sistema de producción demanda una inversión significativa para su instalación y operación, con plazos largos de recuperación. Se tiene un alto nivel de integración porque las granjas, ubicadas en tierra, producen semilla y la engordan.

La ostricultura está soportada casi totalmente en el ostión japonés *C. gigas*, que es una especie introducida al país hace 30 años. El cultivo puede ampliarse a las regiones Pacífico Norte y Pacífico Sur, mediante la producción de semilla y engorda de ostión de placer *C. corteziensis*.

En el Golfo de México se realiza el semicultivo del ostión americano *C. virginica*, mediante la colecta de semilla silvestre y el manejo acuícola-pesquero de bancos naturales. En el Pacífico se realiza el cultivo de concha nácar *Pteria sterna* a partir de semilla silvestre y, en menor medida, de laboratorio, produciéndose perlas de alto valor comercial.

Los pectínidos tienen un lugar importante en la acuicultura nacional. Más de 15 grupos sociales y privados han cultivado almeja mano de león *N. subnodosus* con semilla producida en laboratorio. Por otro lado, se realizaron esfuerzos importantes en programas de manejo acuícola y de repoblamiento de almeja catarina *A. ventricosus*. A pesar de que se cuenta con tecnologías de producción de semilla y engorda a nivel comercial, las condiciones del mercado y la competencia con la pesquería han limitado su desarrollo.

Existen trabajos científicos relacionados con la producción experimental de semilla y la engorda de más de 15 especies de moluscos bivalvos nativos con potencial para el cultivo intensivo, como el callo de hacha (*Atrina maura* y *P. rugosa*), el mejillón de aguas tropicales (*Modiolus capax*), la almeja chocolata (*Megapitaria aurantiaca* y *M. squalida*), la almeja pata de mula (*Anadara multicosata*, *A. tuberculosa* y *A. grandis*), la madreperla (*P. mazatlanica*) y la almeja voladora (*Pecten vogdesi*), entre otras. Entre los gasterópodos estudiados puede citarse al caracol reina *Strombus gigas*, con potencial para cultivo la región del Caribe. Sin embargo, la información es limitada y no ha permitido evaluar su potencial para la integración de tecnologías de cultivo.

5.3.3.1.1. Aspectos económicos

Los cultivos industriales de alto rendimiento que se realizan en México son principalmente de ostión ubicándose en la región Pacífico Norte. Ha habido intentos para el cultivo de abulón en Baja California, pero su desarrollo es muy incipiente, ya que el cultivo de abulón demanda grandes inversiones con ciclos de siembra/cosecha de 2 a 3 años, mientras que el cultivo de ostión tiene ciclos anuales y menor requerimiento de inversión, por lo que puede ser desarrollado por pequeños productores, que en esta forma obtienen piezas individuales de 9-12 cm. El cultivo de almeja mano de león se proyecta a dos años, partiendo de semilla de laboratorio de 3-4 mm, para producir callos de 50-60 g, mientras que el cultivo de almeja catarina se proyecta a un año, a partir de semilla de 3-4 mm, para producir callos de 6.8 g.

5.3.3.1.2. Medio ambiente

El cultivo intensivo de gasterópodos como el abulón (*Haliotis spp.*) es una actividad en pleno desarrollo, en donde es necesario evaluar la capacidad del entorno para recibir los efluentes de las granjas intensivas en tierra, apoyada en la asimilación de nitrógeno y fósforo por los mantos de macroalgas, que a su vez, son utilizadas como forraje natural para la especie.

Los bivalvos son consumidores primarios que aprovechan la productividad natural y la materia orgánica particulada de los cuerpos de agua en los que habitan, convirtiéndola en proteína de alta calidad para consumo humano. Bien estructurado desde el punto de vista ambiental, el cultivo de bivalvos actúa como biofiltro, reduciendo la carga orgánica del agua y los riesgos de eutrofización de los ecosistemas costeros. Una parte del material filtrado es ingerido, asimilado y excretado como heces. Otra parte es aglutinada en una mucosidad y expulsada en forma de pseudo-heces, que se convierten en paquetes de alimento disponibles para consumidores no-filtradores. Los bivalvos se ubican en el primer nivel de la trama trófica, son excelentes productores de biomasa proteica, pero son igualmente sensibles al deterioro ambiental, de manera que su presencia y desarrollo natural pueden asociarse al estado de salud de los cuerpos lagunares.

5.3.3.1.3. Desarrollo Social

Tanto el ostión japonés como el ostión de placer *C. corteziensis*, ofrecen alternativas de cultivo rentable y con beneficio social, tanto a nivel empresarial tecnificado como a escala de granjas familiares y parques. Lo mismo es aplicable a la mano de león y la almeja catarina. Por su parte, el semicultivo del ostión americano en las regiones Golfo de México y Golfo Caribe es también artesanal y autogenerador de empleos.

5.3.3.1.4. Desarrollo tecnológico

El cultivo intensivo de abulón (*Haliotis spp.*) aplica tecnología hiperintensiva de vanguardia. El producto se obtiene a partir de semilla producida en el laboratorio y engordada en tanques con flujo abierto de agua de mar. Los organismos se alimentan principalmente con macroalgas que se colectan en el mar, pero también se utiliza alimento balanceado que se importa o se produce localmente.

La ostricultura intensiva nacional se basa en el cultivo del ostión japonés, una especie introducida de aguas templado-frías (*C. gigas*). La industria ha

sufrido pérdidas importantes por mortalidades masivas relacionadas (1) con fluctuaciones naturales en la temperatura del agua, fuera de su intervalo de termotolerancia; (2) con la introducción de patógenos en larvas y semilla importada. Actualmente se desconoce el nivel de impacto que pudiesen tener éstas en las poblaciones naturales de ostión de placer y de otros ostiones nativos, debido a la transmisión horizontal de agentes infecciosos provenientes de *C. gigas*. Lo que resulta evidente es que la industria ostrícola tendrá que enfrentar y solucionar estos problemas, tomando el ejemplo de otros sectores productivos (camarón, puerco, pollos, agricultura).

El riesgo de mortalidades masivas en el ostión cultivado subsistirá mientras los laboratorios continúen importando larva oculada o "fijadora" de laboratorios norteamericanos. Es necesario que la semilla se produzca en el país, con procesos de buenas prácticas de manejo, certificadas a partir de reproductores seleccionados mediante un programa de mejoramiento genético.

Existen cultivos comerciales de otros bivalvos nativos como el mejillón (*Mytilus galloprovincialis*), concha nácar (*Pteria sterna*) y almeja catarina (*Argopecten ventricosus*), a partir de semilla captada del medio natural y cultivos de escala piloto-comercial de almeja mano de león (*Nodipecten subnodosus*) con semilla producida en laboratorios de investigación. Se requieren los estudios de validación y escalamiento productivo.

5.3.3.1.5. Desarrollo jurídico

En el caso del ostión japonés, se tiene un control y seguimiento de permisos y concesiones deficiente. Esto ha originado problemas derivados de la exportación de producto no certificado. Es necesario establecer proceso normativos eficientes que fomenten el cumplimiento de leyes y normas, buscando propiciar el éxito productivo de los cultivos. Por otro lado, es importante analizar los objetivos de los permisos de acuicultura de fomento y las concesiones de áreas para el cultivo, en función a procesos de

capacitación técnica del personal operativo y de certificación ambiental del proceso, así como de la calidad fisiológica del organismo y de ausencia de patógenos de importancia comercial.

5.3.3.1.6. Desarrollo institucional

No existe un suministro confiable de semilla de ostión certificada y libre de patógenos en el país, y tampoco se tiene un control adecuado de la introducción de larvas y semillas de laboratorios extranjeros. A la fecha no se cuenta con suficientes laboratorios certificadores del producto para consumo nacional y para exportación.

5.3.3.2. Visión del cultivo

Tener una industria acuícola competitiva y diversificada, basada en la producción autosuficiente de semilla certificada de moluscos bivalvos nativos y en la aplicación de tecnologías amigables con el ambiente, a escala industrial-empresarial y artesanal-familiar, con alta rentabilidad económica y social, en cuerpos de agua certificados, obteniendo un producto de excelente calidad e inocuidad, que satisface los estándares del mercado nacional e internacional.

El cultivo de moluscos debe ser competitivo y altamente rentable, concentrándose principalmente en las regiones Pacífico Norte y Pacífico Sur del país. Esto puede incrementar sensiblemente el consumo interno de mariscos y la exportación de productos acuícolas. Para ello, debe basarse prioritariamente en la producción de especies nativas, de acuerdo con la vocación ecológica de los cuerpos lagunares y zonas costeras, sin causar un impacto ambiental negativo, al aprovechar, de manera sostenible, la productividad natural y coadyuvando a la reducción de la carga orgánica proveniente de fuentes urbanas, agrícolas, pecuarias, turísticas y acuícolas.

La visión busca que el cultivo de moluscos sea desarrollado tanto por empresas altamente tecnificadas como por productores sociales artesanales,

bajo el esquema de granjas familiares y parques acuícolas, apoyados con programas de promoción, capacitación y fomento. Para ello, debe tenerse un nivel aceptable en el dominio tecnológico del ciclo de vida de las especies cultivadas, en un entorno que favorece una estrecha relación entre las entidades de gobierno, la academia y los productores. En base a eso, la visión plantea la existencia de laboratorios de producción de semilla de gasterópodos (abulón) y bivalvos nativos (mano de león, ostión de placer, callo de hacha, ostión de placer, ostras perleras) que demanda la industria, lo que repercute en un desarrollo sostenido, creciente y diversificado en el uso de las capacidades ambientales, con rentabilidad económica y beneficio social, y generando productos con alto valor agregado y calidad para el consumidor.

Por otro lado, deberá existir al menos un laboratorio con capacidad para producir semilla certificada de ostión japonés para satisfacer el mercado nacional, bajo un estándar de calidad asociado a un programa de manejo y selección de reproductores con pedigrí. El laboratorio puede, además, producir larva fijadora de alta calidad, para operar una red de laboratorios regionales de ciclo incompleto o postas de fijación remota, que a su vez producen semilla de ostión japonés para consumo regionalizado.

Otros laboratorios del sector social y privado, deberán producir semilla de almeja mano de león, ostión de placer y ostión americano para cultivo en las regiones Pacífico Norte, Pacífico Sur y Golfo de México, respectivamente, bajo un estándar de calidad nacional, asociado a un programa de manejo y selección de reproductores.

Se pretende que los productores acuícolas desarrollen su actividad eficientemente, bajo un marco normativo y legal que promueva la inversión para el desarrollo sustentable de la industria con alta rentabilidad económica y beneficio social. El sistema de licenciamiento para el cultivo, fundamentado en actividades de investigación, desarrollo tecnológico y capacitación, favorece y estimula el desarrollo de proyectos innovadores de producción comercial, con tecnología de frontera.

Para lograr la confianza de productores y público en general, en las instituciones que promueven el desarrollo y transferencia de tecnología para la innovación y diversificación de la producción de manera ecológicamente sustentable, se deberán establecer los mecanismos que garanticen la equidad de oportunidades para el desarrollo empresarial y social, con reglas claras para la competencia y el desarrollo equilibrado, la reducción progresiva de la captura ilegal, de las prácticas monopólicas y la competencia desleal.

5.3.3.3. Objetivos

Fomentar la generación de conocimiento de frontera, así como el desarrollo, innovación y transferencia de tecnología para impulsar el desarrollo del cultivo de moluscos nativos potencialmente cultivables en el país, como una medida de diversificación de la actividad acuícola, que actualmente está enfocada principalmente al camarón.

Fomentar y apoyar la inversión pública, social y privada en materia de desarrollo e innovación tecnológica para la producción de semilla de moluscos, sobre la base de que la captación de semilla silvestre, cuando es posible, presenta considerables fluctuaciones regionales e interanuales, mientras que la producción en laboratorio permite estabilizar las variables del proceso productivo.

Promover y apoyar la participación del sector productivo en proyectos de validación y escalamiento de tecnologías experimentales desarrolladas por universidades y centros de investigación para el desarrollo y consolidación de actividades productivas en materia de cultivo de moluscos

5.3.3.4. Estrategias

Apoyar con recursos gubernamentales la optimización tecnológica mediante el establecimiento de programas de investigación orientada a resolver los problemas del escalamiento en la producción de semillas.

Fomentar la participación del sector social e industrial en la producción de semillas y en la engorda de moluscos nativos, mediante el apoyo complementario de recursos financieros que permitan la capacitación y la apropiación tecnológica.

Fomentar la rentabilidad social de la fase de engorda de especies no conocidas a suficiencia.

Desarrollar un programa para el establecimiento de pies de cría domesticados de las diferentes especies, adaptados a las condiciones de cada región, que permitan establecer programas de mejoramiento genético.

Desarrollar estrategias para la comercialización de nuevas especies en los mercados nacional e internacional, mediante la creación de asociaciones de productores apoyadas por las instancias de fomento al desarrollo industrial y a la exportación.

5.3.3.5. Algunas acciones sugeridas

Corto Plazo

Dar preferencia, en los apoyos gubernamentales, a proyectos de producción de semilla, ya que es el insumo básico del cultivo y es, en la actualidad, una actividad de riesgo.

Promover la inversión privada y social, y el desarrollo de proyectos de innovación tecnológica y escalamiento productivo para las especies que actualmente se cultivan a escala comercial, como ostión japonés, abulón y ostión americano. Incorporar programas de selección de pies de cría y manejo genético.

Promover y apoyar el desarrollo de proyectos de validación y escalamiento productivo para el cultivo de mano de león, ostión de placer, callo de hacha y ostras perleras. Mejorar la sobrevivencia durante la fase de producción de semilla, mediante la definición de requerimientos

nutricionales y de parámetros fisicoquímicos, e incorporar procesos de selección de pies de cría y de manejo genético.

Fomentar la vinculación academia-empresa para la realización de proyectos de escalamiento piloto para el cultivo de especies potenciales.

Fomentar el desarrollo de nuevo conocimiento para la integración de zootecnias para el cultivo de las especies con potencial, como *Haliotis cracherodii*, *Modiolus capax*, *Pteria sterna*, *Pinctada mazatlanica*, *Pecten vogdesi*, *Megapitaria squalida*, *M. aurantiaca*, *Anadara multcostata*, *A. grandis*, *A. tuberculosa*, *Crassostrea iridescens*, *Octopus maya* y *Strombus gigas*, entre otras.

Promover la capacitación de cuadros técnicos mediante cursos y talleres de entrenamiento.

Mediano y largo plazo

- ◆ Estudios de capacidades ambientales de los sitios donde se sitúen las actividades referidas.
- ◆ Estudios de impacto ambiental y vigilancia ambiental continuos.
- ◆ Conducir las ayudas y subvenciones hacia los planes nacionales por cultivo.
- ◆ Dar preferencia a ayudas y subvenciones con proyectos de engorda que utilicen especies cuya semilla se haya producido y certificado en laboratorio, a partir de pies de cría genéticamente seleccionados

5.3.3.7. Cultivo de Ostión del Golfo de México

El cultivo de *Crassostrea virginica* es muy importante por el volumen que aporta al mercado y por su amplia aceptación en el mercado interno.

Tabla de diagnóstico del cultivo de ostión del Golfo de México

Económico	Ambiental	Social	Tecnológico	Institucional	Legal
<ul style="list-style-type: none"> • Baja calidad y precio mínimo en el mercado. No se puede exportar • Amplia demanda en estados del Golfo de México y centro del país. Genera empleos • Pocas empresas se dedican a darle valor agregado. • Buen candidato para industrializar. Competencia con importaciones. • El mercado está dominado por intermediarios. 	<ul style="list-style-type: none"> • No existe adecuado control de siembras. • Algunas zonas de cultivo no se pueden certificar. • La interacción cosecha repoblamiento no es clara. • Existe contaminación Industrial, doméstica y por petróleo. 	<ul style="list-style-type: none"> • La caída de la producción en Veracruz afectó empleos. • De la actividad dependen muchas familias. 	<ul style="list-style-type: none"> • Se fija semilla del medio natural. • Desarrollar la producción de semillas en laboratorio. • Se requieren depuradoras para evitar coliformes. • Modernizar la actividad. 	<ul style="list-style-type: none"> • Desorganización del sector social. • La participación del sector salud es deficiente. • Buscar inversión privada. • No llegan recursos de inversión. 	<ul style="list-style-type: none"> • Aplicar ley por contaminación de cultivos. • Solucionar los conflictos PEMEX-osticultores.

Análisis FODA del cultivo de ostión del Golfo de México

Fortalezas	Oportunidades	Debilidades	Amenazas
<ul style="list-style-type: none"> • Se conoce la tecnología para cultivo y depuración. • Se dispone de personal capacitado en el cultivo. • Hay instituciones de investigación con capacidad de abordar los retos tecnológicos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Mercado interno insatisfecho. • Posibilidades de integración de unidades de producción cooperativa a estructuras de mayor nivel organizativo. • Posibilidades de participación de otras instancias de gobierno e instituciones académicas. 	<ul style="list-style-type: none"> • No existe adecuado control de siembras. • No se tiene seguridad en el suministro de la semilla silvestre • Carencia de planes de manejo de cuerpos de agua costeros. • Carencia de esquemas eficientes de administración de las pesquerías. • Prácticas antiguas de cultivo. • Insuficiencia en la asistencia técnica que dificulta la asimilación tecnológica y mayores niveles de productividad. • Carencia de medios técnicos y materiales para proporcionar valor agregado. 	<ul style="list-style-type: none"> • Deterioro ambiental acelerado. • Mortalidades masivas por epizootias y deterioro ambiental. • Mayor presión de comunidades para ingresar a las pesquerías. • Aportes fluviales contaminantes

Acciones sugeridas para fortalecer el cultivo de ostión del Golfo de México

- ◆ Estudios de ordenamiento para el manejo integrado de cuerpos de agua asociados al cultivo.
- ◆ Estudios para el diagnóstico, seguimiento y control de la calidad ambiental en los cuerpos de agua.
- ◆ Fortalecimiento de los comités técnicos por cuerpo de agua costero como instancia de desarrollo incluyente.
- ◆ Estudio de la red de valor para la identificación de mercado y planes de negocios de al menos un cluster (en la región) para la producción intensiva con semilla de laboratorio.
- ◆ Actualización de las tecnologías y procedimientos operativos para la ostricultura intensiva de *C. virginica*.
- ◆ Depuradoras de ostión en los Estados de Veracruz y Tabasco.
- ◆ Laboratorio productor de semilla de ostión americano *C. virginica*, con especial énfasis en mejoramiento genético, control sanitario y estandarización de calidad de semilla.

5.3.3.8. Cultivo de Ostión de Placer

Especie: *Crassostrea corteziensis*

Regiones: Pacífico Norte y Pacífico Sur

Tabla de diagnóstico del cultivo de ostión de placer

Económico	Ambiental	Social	Tecnológico	Institucional	Legal
<ul style="list-style-type: none"> • Laboratorios oficiales y privados que pueden producir semilla a pequeña escala • Mercado insatisfecho que no puede cubrir la pesquería • Buenos resultados en la engorda de semilla suelta en Sin., Son., y Oax. • Recuperación económica anual • Alto valor en el mercado nacional. Posibilidades de exportación si proviene de zonas certificadas o es depurado. 	<ul style="list-style-type: none"> • Especie nativa. • Actividad de bajo impacto sin problemas ambientales • Capacidad ambiental para asimilar granjas intensivas. • Posible transmisión horizontal de patógenos importados con la semilla de ostión japonés. • No existen estudios de capacidad de carga o de degradación de fondos • Colapso de las poblaciones silvestres y disminución de las pesquerías • Gran disponibilidad de sitios aptos para el cultivo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Requiere de proyectos empresariales y sociales generadores de empleos. • Tecnología artesanal demanda mano de obra. • Interés por nuevos ostricultores • Proyectos de pequeña escala viable a nivel familiar artesanal. 	<ul style="list-style-type: none"> • Tecnología de producción de semilla y engorda comercial en fase de escalamiento. • Potencial de cultivo industrial de alto rendimiento para semilla. • Promover la producción nacional de semilla, junto con programas de selección genética de reproductores. • Se puede producir semilla para cultivo intensivo en canastas y costales, y semilla en concha madre para cultivo en sartas. • Potencial de cultivo en granjas camaronícolas, como biofiltros. 	<ul style="list-style-type: none"> • Centros productores de semilla subutilizados, operando como postas de fijación • Hay laboratorios para escalamiento. • Se requiere producción de semilla certificada libre de patógenos. • Pobre seguimiento ha propiciado introducción de patógenos con la importación ostión japonés. • Se requiere un programa nacional de certificación de aguas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Aplicar normatividad para certificación de aguas que permita exportación

Análisis FODA del cultivo de ostión de placer

Fortalezas	Oportunidades	Debilidades	Amenazas
<ul style="list-style-type: none"> • Especie nativa de alto valor en el mercado regional. • Tecnología de producción de semilla y de engorda a talla comercial en proceso de escalamiento. • Infraestructura, disponible para validación y escalamiento de la producción de semilla. • Potencial de cultivo de alto rendimiento en lagunas costeras y granjas camaronícolas. • Actividad de bajo impacto ecológico. • Potencial para el cultivo comercial en las regiones Pacífico Norte y Pacífico Sur. 	<ul style="list-style-type: none"> • Disminución de las poblaciones naturales, y de las pesquerías. • Mercado interno insatisfecho y posibilidades de exportación. • Viable la producción de semilla de programas de selección genética de reproductores adaptados a condiciones locales. • Existen laboratorios experimentales para escalamiento tecnológico, operados en comodato o transferidos a empresas, gobiernos estatales y centros de investigación. • Proyectos de pequeña escala viables a nivel familiar artesanal o con estructuras de mayor nivel organizativo. • Participación de gobierno e instituciones académicas con los grupos productores. • Disponibilidad de sitios aptos para el cultivo comercial. • Desarrollo incluyente bajo el modelo de parques ostrícolas. • Potencial para proyectos empresariales y sociales generadores de empleo. 	<ul style="list-style-type: none"> • No se garantiza el suministro suficiente y oportuno de semilla para proyectos comerciales. • No existen estudios de capacidad de carga o indicadores de degradación de fondos. • Para comercializar la producción en granjas camaronícolas, podría requerirse la depuración. • No hay cuerpos de agua certificados PMSMB en los sitios potenciales. • Insuficiente conocimiento de epizootias comerciales. 	<ul style="list-style-type: none"> • Posible contagio con patógenos introducidos con larva y semilla de ostión japonés importada. • Impacto negativo de efluentes agrícolas.

Acciones sugeridas para fortalecer el cultivo de ostión de placer

- ◆ Estudios de ordenamiento para el manejo integrado de cuerpos de agua para ostricultura intensiva.
- ◆ Estudios para el diagnóstico, seguimiento y control de la calidad ambiental en los cuerpos de agua seleccionados.
- ◆ Producción de semilla certificada a partir de programas de mejoramiento genético, en centros ostrícolas existentes, con la colaboración Gobierno-Academia-Empresa,
- ◆ Desarrollar redes de valor y planes de negocios para clusters ostrícolas en el Sur de Sonora, Sinaloa, Nayarit y Oaxaca.
- ◆ Estudios de reconversión productiva ostrícola para agrupaciones sociales que cultivan *C. corteziensis* en Jalisco, Michoacán y Chiapas.
- ◆ Proyecto tipo para plantas depuradoras de ostión de placer *C. corteziensis* en Sonora y Sinaloa.

5.3.3.9. Cultivo de Ostión Japonés

Especies: *Crassostrea gigas*

Región: Pacífico Norte

Tabla de diagnóstico del cultivo de ostión japonés

Económico	Ambiental	Social	Tecnológico	Institucional	Legal
<ul style="list-style-type: none"> ● Cultivo intensivo de alto rendimiento. ● Se importa larva fijadora para reducir costos al producir semilla. ● Pocas oportunidades de comercialización. ● No hay producto pesquero competitivo. ● Recuperación económica anual. ● Alto valor en el mercado. ● Cierres en la frontera de EUA. ● Mortalidades masivas colapsan proyectos comerciales. ● Calidad de semilla deficiente promueve importaciones de mejor calidad y supervivencia 	<ul style="list-style-type: none"> ● Especie exótica adaptada al NW del país. ● Actividad consolidada, sin problemas ambientales severos. ● Capacidad de cultivo intensivo. ● Riesgos de epizootias de larva y semilla importada. ● Sin estudios de capacidad de carga e impacto en fondos. ● Disponibilidad de sitios aptos para el cultivo comercial. ● No se han establecido poblaciones naturales. ● Producto con calidad de exportación. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Proyectos empresariales y sociales. ● Tecnología demandante de mano de obra. ● No existen comités técnicos incluyentes por zona de cultivo. ● Interés de incorporación de nuevos ostricultores. ● Proyectos viables a nivel familiar artesanal. ● Existen grandes parques acuícolas o grupos de productores. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Es indispensable la semilla de laboratorio. ● Dominio en la producción de semilla y engorda comercial. ● Hay laboratorios productores de semilla. ● No hay criterios de control de calidad para la semilla. ● Se produce semilla suelta y en concha madre para diferentes sistemas de engorda y presentación del producto. ● No existe producción nacional de semilla certificada, junto a un programa de selección genética de reproductores. ● No hay control genético de pies de cría, se importa larva fijadora. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Centros productores de semilla subutilizados como postas de fijación. ● No hay centros productores de semilla certificada libre de patógenos. ● Insuficiencia de laboratorios certificadores. ● No hay un programa nacional, con recursos del estado, para certificación de cuerpos de agua utilizables para ostricultura. ● PMSMB con capacidad para certificación de aguas y producto para mercado nacional e importación, con recursos de los productores. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Exportación ilegal de producto no-certificado ● Peligran los permisos de exportación legalmente establecidos. ● En la región Pacífico Norte se tienen áreas certificadas nacionales e internacionales para comercialización

Análisis FODA del cultivo de ostión japonés

Fortalezas	Oportunidades	Debilidades	Amenazas
<ul style="list-style-type: none"> ● Cultivo intensivo de alto rendimiento. ● Dominio tecnológico de producción de semilla y de engorda. ● Actividad consolidada, sin problemas ambientales. ● Producción de semilla suelta y en concha madre para diferentes sistemas de engorda. ● Desarrollo incluyente bajo el modelo de parques ostrícolas. ● Proyectos empresariales y sociales generadores de empleo. ● El 90% de la producción se consume en fresco con buena aceptación por el consumidor. ● Calidad de exportación cuando proviene de aguas certificadas. ● PMSMB para certificación de aguas y producto para mercado nacional e importación. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Mercado interno insatisfecho. ● Infraestructura subutilizada aprovechable para la producción de semilla. ● Integración de unidades de producción familiar a estructuras de mayor nivel organizativo tipo parque o cluster. ● Participación de instancias de gobierno e instituciones académicas en relaciones sinérgicas. ● Disponibilidad de sitios aptos para el cultivo comercial. ● Interés de incorporación de nuevos ostricultores. ● Proyectos viables a nivel familiar artesanal. ● Infraestructura y capacidad tecnológica para la producción de semilla certificada, paralela a un programa de selección genética de reproductores. ● Dominio tecnológico en la producción de semilla y engorda comercial. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Importación de larva para producir semilla, generando dependencia del exterior. ● Faltan estudios de capacidad de carga o de degradación de fondos. ● Control y seguimiento ineficiente de siembras (origen y características de la semilla). ● La calidad organoléptica solo se garantiza durante invierno-primavera. ● Oportunidades para comercialización, frente a la oferta masiva de ostión americano. ● Comercialización de producto de áreas no certificadas en el mercado nacional. ● Opciones económicas para la industrialización. ● Bajo perfil gerencial de los productores sociales limita los ingresos por ventas e incrementa costos. ● No hay control de la introducción de patógenos derivada de la importación de larva fijadora. ● Centros productores de semilla subutilizados y operando como postas de fijación remota. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Introducción de epizootias con larva y semilla importada, causando mortalidades masivas y pérdidas económicas. ● No hay control en la calidad ni adecuado seguimiento de la semilla sembrada. ● Riesgos de cierre de frontera (EUA) en respuesta a malas prácticas de manejo en áreas certificadas

Acciones sugeridas para fortalecer el cultivo de ostión japonés

- ◆ Estudios de ordenamiento para el manejo integrado de cuerpos de agua para ostricultura intensiva.
- ◆ Estudios para el diagnóstico, seguimiento y control de la calidad ambiental en los cuerpos de agua seleccionados.
- ◆ Producción de semilla certificada de ostión a partir de programas de mejoramiento genético en centros ostrícolas existentes, con la

- colaboración Gobierno-Academia-Empresa.
- ◆ Desarrollar redes de valor y planes de negocios para clusters de ostión japonés *C. gigas* en B.C.S. y Sonora.
 - ◆ Estudios de reconversión productiva ostrícola para agrupaciones sociales.
 - ◆ Actualización de tecnologías y procedimientos operativos en los centros ostrícolas, con especial énfasis en mejoramiento genético, control sanitario, y estandarización de la calidad de semilla. Manuales técnicos de operación.

5.3.3.10. Cultivo de Mejillónes

Especies: *Mytilus galloprovincialis* y *M. capax*
Región Pacífico

Tabla de diagnóstico del cultivo de mejillón

Económico	Ambiental	Social	Tecnológico	Institucional	Legal
<ul style="list-style-type: none"> • Demanda para consumo humano que no puede cubrir la pesquería. • Producto cultivado con calidad superior al capturado y disponible todo el año. • Posibilidades de exportación si proviene de zonas certificadas. • Mercado como alimento en la maduración de reproductores de camarón. 	<ul style="list-style-type: none"> • Especie de aguas templadas del NW. • Especie invasiva debido a su alto potencial reproductivo. • No existen estudios de capacidad de carga o de degradación de fondos. • Disponibilidad de sitios para el cultivo comercial, en BC y porción Norte de BCS. 	<ul style="list-style-type: none"> • Potencial para proyectos empresariales de gran escala. • Tecnología industrial demandante de mano de obra calificada. 	<ul style="list-style-type: none"> • Dominio tecnológico en la engorda comercial. • Las artes de cultivo son a la vez colectoras de semilla silvestre que permiten la autosuficiencia en BC. • Se puede producir semilla de la especie tropical <i>M. capax</i> para el cultivo en el Golfo de California y región Pacífico Sur. • Potencial de <i>M. capax</i> para cultivo en cuerpos lagunares receptores de los efluentes de granjas camaronícolas, con beneficio adicional como biofiltros. 	<ul style="list-style-type: none"> • Hay laboratorios piloto y experimentales para escalamiento tecnológico y producción de semilla de mejillón tropical <i>M. capax</i> • Se requiere desarrollar y consolidar la producción de semilla certificada libre de patógenos en el país. 	<ul style="list-style-type: none"> • Aplicar normatividad para certificación de aguas que permita exportación

Análisis FODA del cultivo de mejillón

Fortalezas	Oportunidades	Debilidades	Amenazas
<ul style="list-style-type: none"> • El cultivo de <i>M. galloprovincialis</i> no depende de la producción de semilla en laboratorio. • Existe mercado. La calidad del producto de cultivo supera al mejillón de pesca. • Mercado potencial como ingrediente en dietas de maduración de camarón. • Dominio en la tecnología de engorda a talla comercial. • Se tiene infraestructura, tecnología y capacidad institucional para validación y escalamiento comercial de la producción de semilla de la especie tropical <i>M. capax</i>. • Se puede producir semilla suelta y en concha madre para sistemas de engorda. • Cultivo industrial de alto rendimiento en lagunas costeras y granjas camaronícolas. • Bajo impacto ecológico, sin problemas ambientales. • Potencial para el cultivo comercial en las regiones Pacífico Norte y Pacífico Sur. 	<ul style="list-style-type: none"> • Colapso de las poblaciones y disminución de las pesquerías de ostión de placer. • Mercado interno insatisfecho y posibilidades de exportación para producto de zonas certificadas o tratado en plantas depuradoras. • Factible la producción nacional de semilla, paralela a un programa de selección genética de reproductores adaptados a condiciones locales. • Hay laboratorios piloto y experimentales para desarrollo y escalamiento tecnológico. Ya se ha producido semilla de mejillón tropical <i>M. capax</i>. • Participación de instancias de gobierno e instituciones académicas con los grupos productores. • Disponibilidad de sitios aptos para el cultivo comercial de ambas especies. • Posibilidades de desarrollo incluyente bajo el modelo de parques acuícolas con la especie tropical, en aguas protegidas o granjas. • Potencial para proyectos empresariales y sociales generadores de empleo para la especie tropical. 	<ul style="list-style-type: none"> • Variabilidad en las condiciones oceanográficas puede abatir la captación de semilla silvestre para proyectos comerciales. • No existen estudios de capacidad de carga o indicadores de degradación de fondos. • Para comercializar la producción en granjas camaronícolas para consumo humano podría requerirse la depuración. 	<ul style="list-style-type: none"> • No existen estudios básicos para desarrollar el cultivo del mejillón tropical <i>M. capax</i>. • No existen estudios de mercado para el mejillón tropical <i>M. capax</i>

Acciones sugeridas para fortalecer el cultivo de mejillón

- ◆ Desarrollo tecnológico para la producción de semilla en el laboratorio y cultivo a talla comercial del mejillón tropical *M. capax* en condiciones estuarinas y de granja camaronícola, en colaboración con empresarios y productores sociales, en el sur de la región Pacífico Norte y en la región Pacífico Sur.

5.3.3.11. Cultivo de Ostras Perleras

Especies: Concha Nácar *Pteria sterna* y Madreperla *Pinctada mazatlanica*
 Regiones Pacífico Norte y Pacífico Sur

Tabla de diagnóstico del cultivo de ostras perleras

Económico	Ambiental	Social	Tecnológico	Institucional	Legal
<ul style="list-style-type: none"> • Especies productoras de perlas de alto valor en el mercado. • Hay mercado nacional e internacional de perla oscura (concha nácar). • Competencia con productores de perla clara (madreperla). • Productos de valor agregado con orfebrería mexicana. • Subproductos comercializables como nácar y carne. 	<ul style="list-style-type: none"> • La concha nácar es una especie nativa. • Actividad de bajo impacto sin problemas ambientales. • Capacidad ambiental para asimilar clusters de granjas de cultivo. • Colapso de las poblaciones silvestres de madreperla. • Poblaciones silvestres de concha nácar para colecta de semilla. • Disponibilidad de sitios aptos para el cultivo comercial en BCS y Sonora. • No tiene restricciones de tipo sanitario. 	<ul style="list-style-type: none"> • Proyectos empresariales y sociales generadores de empleo. • La tecnología demanda mano de obra calificada. • Viable el manejo de parques perlícolas tipo clusters generando productos con valor agregado. 	<ul style="list-style-type: none"> • Dominio tecnológico en producción de semilla para concha nácar. • Tecnología desarrollada para media perla y perla redonda en concha nácar. • Buenos resultados en el cultivo comercial de concha nácar en Sonora, con semilla silvestre colectada del medio. • Buenos resultados en el cultivo comercial de concha nácar en BCS con semilla de laboratorio. 	<ul style="list-style-type: none"> • Instituciones con laboratorios para optimizar la tecnología de producción de semilla. • Falta consistencia. Se ha obtenido baja respuesta institucional en apoyo a proyectos perlícolas en BCS. 	<ul style="list-style-type: none"> • Definir criterios para concesiones de granjas submarinas y su interacción con otras industrias.

Análisis FODA del cultivo de ostras perleras

Fortalezas	Oportunidades	Debilidades	Amenazas
<ul style="list-style-type: none"> • El nombre Perlas de La Paz se asocia a calidad del producto en épocas pasadas. • Dominio en la tecnología de cultivo y perlificación para perla libre y media perla (concha nácar). 	<ul style="list-style-type: none"> • Accesibilidad al mercado regional, nacional e internacional. • Factible la producción de semilla (concha nácar) en laboratorio. • Posibilidades de desarrollar parques perlícolas con 	<ul style="list-style-type: none"> • No se garantiza el suministro suficiente y oportuno de semilla silvestre para proyectos comerciales. • Insuficiente conocimiento de 	<ul style="list-style-type: none"> • Cambios ambientales pueden hacer variar la disponibilidad de semilla silvestre. • Producciones masivas de otros países pueden

continúa...

Fortalezas	Oportunidades	Debilidades	Amenazas
<ul style="list-style-type: none"> • Actividad de bajo impacto ecológico, sin problemas ambientales. • Potencial para el cultivo comercial en la región Pacífico Norte, específicamente en la costa oriental de BCS y costas tropicales del Pacífico. • Producto no perecedero con gran potencial de agregación de valor mediante trabajos artesanales y de orfebrería. 	<ul style="list-style-type: none"> • estructuras tipo cluster. • Posibilidades de participación de instancias de gobierno e instituciones académicas con los grupos productores. • Hay disponibilidad de sitios aptos para el cultivo comercial de ostras perleras. • Asociación con productores de otras especies de moluscos para producir organismos pre-injertados. • Recuperación de bancos naturales de madreperla por influencia de granjas perleras. 	<ul style="list-style-type: none"> • epizootias potenciales. • La recuperación económica de las inversiones en términos de retorno de capital es a un plazo mayor de 3 años. • Faltan programas de gobierno para promover las perlas mexicanas con denominación de origen. 	<ul style="list-style-type: none"> • reducir precios y disminuir ingresos y rentabilidad. • Fenómenos meteorológicos pueden destruir instalaciones de cultivo.

Acciones sugeridas para fortalecer el cultivo de ostras perleras

- ◆ Fomento al desarrollo de parques de perlicultura.
- ◆ Desarrollo tecnológico para la producción de semilla de madreperla y concha nácar en el laboratorio.
- ◆ Estudios de potencial de crear una red de valor y planes de negocios para clusters acuícolas de perlicultura.
- ◆ Promover la denominación de origen del producto perlero.
- ◆ Recomendable generar pies de cría y selección genética de reproductores.
- ◆ Asociación de los cultivos con el cultivo de otras especies.

5.3.3.12. Cultivo de Abulones

Especies: Abulón Rojo *Haliotis Rufescens* y Abulón azul *Haliotis fulgens*
Región Pacífico Norte

Tabla de diagnóstico del cultivo de abulones

Económico	Ambiental	Social	Tecnológico	Institucional	Legal
<ul style="list-style-type: none"> Alta calidad de los productos procesados nacionales. Abasto suficiente de insumos y equipos. Mercado deprimido y controlado por intermediarios. Inversiones con periodos de recuperación prolongados. Aprovechar las marcas nacionales de envasado que tienen alto prestigio. Altos costos de operación. 	<ul style="list-style-type: none"> Condiciones naturales favorables. Especies de alta calidad. Bajo impacto ambiental. Posibilidad de contribuir a la recuperación de existencias silvestres en forma directa e indirecta. Desconocimiento de la efectividad de los programas de repoblación. 	<ul style="list-style-type: none"> Sector social participativo e interesado en la actividad. Infraestructura para la producción de semilla, propiedad del sector social, con problemas operativos. Buena percepción general de la actividad entre las comunidades. 	<ul style="list-style-type: none"> Dominio de las tecnologías de producción de semilla y engorda. Buenas posibilidades de disminución de costos y aumento de la producción por adopción de sistemas de recirculación. 	<ul style="list-style-type: none"> Falta de servicios básicos en buena parte de los sitios potenciales. Existe infraestructura para investigación y desarrollo. 	<ul style="list-style-type: none"> Normatividad sanitaria insuficiente. Incertidumbre legal de acceso al recurso sargazo y a reproductores

Análisis FODA del cultivo de abulones

Fortalezas	Oportunidades	Debilidades	Amenazas
<ul style="list-style-type: none"> Productos de alta calidad. Condiciones naturales favorables para el cultivo. Dominio de las tecnologías de producción de semilla y engorda. Abasto suficiente de insumos y equipos. Producción acuícola continua. Infraestructura para investigación y desarrollo. Interés del sector social en la preservación el recurso. Capacidad instalada subutilizada. 	<ul style="list-style-type: none"> Aprovechar las marcas nacionales de envasado que tienen alto prestigio. Consolidar una empresa integradora para comercialización. Buenas posibilidades de disminución de costos y aumento de la producción por adopción de sistemas de recirculación. Investigación y desarrollo mediante convenios con instituciones nacionales e internacionales. 	<ul style="list-style-type: none"> Actividad acuícola incipiente. Mercado deprimido y controlado por intermediarios. Poca participación gubernamental para el fomento de la actividad. Incertidumbre legal de acceso al recurso sargazo y a reproductores. Inversiones altas y riesgosas, con periodos de recuperación prolongados. Normatividad sanitaria insuficiente. Falta de servicios básicos en buena parte de los sitios potenciales. Necesaria la electrificación de la zona Pacífico Norte de Baja California Sur y subsidio a la energía eléctrica. 	<ul style="list-style-type: none"> Disminución de precios de mercado por parte de los competidores. Conflictos sociales por el acceso a sargazo y reproductores de abulón. Enfermedades. Impactos climáticos negativos asociados a la presencia del fenómeno de "El Niño".

Acciones sugeridas para fortalecer el cultivo de abulones

- ◆ Consolidar una empresa integradora que permita mejorar condiciones de comercialización.
- ◆ Promover con las empresas nacionales la comercialización de abulón enlatado, como un producto de alta calidad, alternativo y distinto al de la pesquería, sin menoscabo del producto y prestigio tradicional de la marca.
- ◆ Proporcionar certidumbre legal para el acceso al uso de sargazo y de reproductores.
- ◆ Vinculación con instituciones de investigación y CONACyT para proyectos de investigación y desarrollo, incluyendo los programas de repoblación.
- ◆ Apoyar al sector social en proyectos de engorda comercial.

5.3.3.13. Cultivo de Almeja Mano de León

Especies: *Nodipecten subnodosus*

Región Pacífico Norte (B.C. y B.C.S.)

Tabla de diagnóstico del cultivo de almeja mano de león

Económico	Ambiental	Social	Tecnológico	Institucional	Legal
<ul style="list-style-type: none"> • Laboratorios oficiales y privados producen semilla. • Mercado insatisfecho nacional e internacional que no puede cubrir la pesquería. • Resultados en la engorda precomercial en BC y BCS con semilla de 	<ul style="list-style-type: none"> • Especie nativa. Solo se captura a escala comercial en BCS. • Actividad de bajo impacto sin problemas ambientales. • Cultivos masivos pueden impactar positivamente áreas de pesca mediante aporte de larvas. • No existen estudios de capacidad de carga o indicadores 	<ul style="list-style-type: none"> • Potencial para proyectos empresariales y sociales generadores de empleo. • Tecnología artesanal demandante de mano de obra • Interés permanente de incorporación de nuevos acuicultores 	<ul style="list-style-type: none"> • Tecnología de producción de semilla y engorda precomercial en proceso de escalamiento. • No se garantiza la producción de semilla para proyectos de engorda comercial. • Promover la producción nacional de 	<ul style="list-style-type: none"> • Hay laboratorios piloto y experimentales para escalamiento de la producción de semilla. • Desarrollar y consolidar la producción en el país, de semilla certificada libre de patógenos. • No existe programa institucional para desarrollo del cultivo integral, 	<ul style="list-style-type: none"> • Certeza legal de concesiones y permisos de acuicultura de fomento.

continúa...

Económico	Ambiental	Social	Tecnológico	Institucional	Legal
laboratorio. • Recuperación económica bianual. • Especie de alto valor, se exporta el callo sin problemas o restricciones de tipo sanitario.	de degradación de fondos. • Colapso de las poblaciones silvestres y disminución de las pesquerías. • Hay disponibilidad de sitios aptos para el cultivo comercial en BC y BCS.	• Proyectos de pequeña escala viables a nivel familiar artesanal. • El manejo de parques acuícolas tipo cluster es viable en cuerpos lagunares.	semilla, paralela a un programa de selección genética de reproductores.	priorizando regiones y cuerpos lagunares. • Zona de reserva de la biósfera favorece la actividad acuícola y de repoblamiento. • Apoyo a la comercialización.	

Análisis FODA del cultivo de almeja mano de león

Fortalezas	Oportunidades	Debilidades	Amenazas
• Especie nativa de alto valor en el mercado internacional. • Callos grandes de 50 a 200 g para el mercado gourmet. • Dominio de la tecnología de producción de semilla y de engorda a talla comercial en BC y BCS. • Se tiene infraestructura, tecnología y capacidad institucional para validación y escalamiento comercial de la producción de semilla. • Actividad de bajo impacto ecológico, sin problemas ambientales. • Potencial para el cultivo comercial en la región Pacífico Norte, específicamente en la costa Pacífico de BC y BCS.	• Colapso de las poblaciones y disminución de las pesquerías de mano de león. • Mercado insatisfecho a escala regional, nacional e internacional. • Hay laboratorios piloto y experimentales para escalamiento tecnológico • Producción nacional de semilla, paralela a un programa de selección genética de reproductores. • Proyectos de pequeña escala a nivel familiar artesanal. • Desarrollo de unidades de producción familiar con estructuras de mayor nivel organizativo. • Participación de instancias de gobierno e instituciones académicas con los grupos productores. • Disponibilidad de sitios aptos para el cultivo comercial. • Desarrollo incluyente bajo el modelo de parques acuícolas. • Zona de reserva de la biosfera favorece la actividad acuícola y de repoblamiento. • Potencial para proyectos empresariales y sociales generadores de empleo.	• Demanda insatisfecha de semilla por grupos interesados en el cultivo. • No se garantiza el suministro suficiente y oportuno de semilla para proyectos comerciales. • No existen estudios de capacidad de carga o indicadores de degradación de fondos. • Insuficiente conocimiento de potenciales epizootias, depredadores y parásitos. • No existe un programa institucional para la planeación integral del desarrollo del cultivo, priorizando regiones y cuerpos lagunares.	• No existen estudios de capacidad de carga o indicadores de degradación de fondos. • Depredación importante en determinados sitios sin el adecuado control y seguimiento del cultivo, lo que puede incrementar costos.

Acciones sugeridas para fortalecer el cultivo de almeja mano de león

- ◆ Estudios de ordenamiento para el manejo integrado de cuerpos de agua para el cultivo, incluido el diagnóstico, seguimiento y control de la calidad ambiental en los sitios seleccionados.
- ◆ Producción de semilla certificada de almeja mano de león, mediante programas de mejoramiento genético Gobierno-Academia-Empresa, en laboratorios y centros de investigación existentes.
- ◆ Estudios para la conformación de una red de valor y planes de negocios para clusters acuícolas, para almeja mano de león *N. subnodosus* en Baja California y Baja California Sur.
- ◆ Estudios de reconversión productiva acuícola para agrupaciones sociales en Baja California Sur.

5.3.3.14. Cultivo de Almeja Catarina

Especie: *Argopecten ventricosus*

Regiones Pacífico Norte y Pacífico Sur

Tabla de diagnóstico del cultivo de almeja catarina

Económico	Ambiental	Social	Tecnológico	Institucional	Legal
<ul style="list-style-type: none"> • Alto valor en el mercado regional y nacional de presentación de callo y precocida. • Fluctuaciones del precio por competencia con la pesca y en el mercado de exportación. • Altos costos de producción en relación con la pesca. • Producción y cosecha programables, no sujetas a los vaivenes de la industria pesquera. 	<ul style="list-style-type: none"> • Especie nativa. • Actividad de bajo impacto sin problemas ambientales. • No existen estudios de capacidad de carga o indicadores de degradación de fondos. • El callo se exporta sin limitaciones de tipo sanitario. 	<ul style="list-style-type: none"> • Potencial para proyectos empresariales y sociales generadores de empleo. • Tecnología artesanal e industrial demandante de mano de obra. • Proyectos de pequeña escala viables a nivel familiar artesanal. 	<ul style="list-style-type: none"> • Buen nivel de dominio tecnológico en la producción de semilla y engorda comercial. • Buenos resultados en la engorda de semilla silvestre y de laboratorio. • Disponibilidad de sitios aptos para el cultivo comercial con fase inicial suspendida y liberación de juveniles libres en el fondo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Conflictos de interés entre concesionarios acuícolas y pescadores. Se requieren planes de capacitación al sector. 	<ul style="list-style-type: none"> • Régimen de concesión de uso del agua genera conflictos con la explotación pesquera.

Análisis FODA del cultivo de almeja catarina

Fortalezas	Oportunidades	Debilidades	Amenazas
<ul style="list-style-type: none"> • Especie nativa de alto valor en el mercado regional, nacional y de exportación. • El callo se exporta sin limitaciones de tipo sanitario. • Dominio en la tecnología de producción de semilla y de engorda extensiva. • Existe infraestructura y tecnología para producción masiva de semilla. • Actividad de bajo impacto ecológico, sin problemas ambientales. • Potencial para el cultivo comercial en las regiones Pacífico Norte y Sur. • Producción y cosecha programables, no sujetas a los vaivenes de la industria pesquera. 	<ul style="list-style-type: none"> • Mercado interno insatisfecho y posibilidades de exportación. • Producción de semilla para escalas nacional e internacional. • Participación de instancias de gobierno e instituciones académicas con los grupos productores. • Hay gran disponibilidad de sitios aptos para el cultivo comercial. • Posibilidades de desarrollo incluyente bajo el modelo de parques de maricultura. 	<ul style="list-style-type: none"> • No se garantiza el suministro suficiente y oportuno de semilla para proyectos comerciales. • Variabilidad en la captación de semilla silvestre. • No existen estudios de capacidad de carga o indicadores de degradación de fondos. • Altos costos de producción en relación a la pesca. • No hay diferenciación con el callo de pesca en el mercado de exportación (EUA). • Producto genérico poco diferenciado ("commodity") a nivel internacional. 	<ul style="list-style-type: none"> • Alta competencia estacional con el producto de la pesquería en el mercado internacional. • Fluctuaciones estacionales del precio por competencia con la pesca.

Acciones sugeridas para fortalecer el cultivo de almeja catarina

- ◆ Generación de red de valor y planes de negocios para clusters de maricultura en Baja California Sur, en cofinanciamiento con el sector productivo, para el cultivo comercial de almeja catarina considerando la siembra y preengorda en suspensión y la engorda libre en el fondo, a partir de semilla de laboratorio.

5.3.3.15. Cultivo de Hacha China

Especie: Hacha China *Atrina maura*
Regiones Pacífico Norte y Pacífico Sur

Tabla de diagnóstico del cultivo de hacha china

Económico	Ambiental	Social	Tecnológico	Institucional	Legal
<ul style="list-style-type: none"> • Demanda insatisfecha para consumo humano que no puede cubrir la pesquería. • Existencia de un mercado regional de alta demanda. • Producto de cultivo con valor elevado y calidad similar al de captura y disponible todo el año. • Especie con altas posibilidades de exportación sin problema sanitario. • Expectativas de cultivo con bajos costos y buena supervivencia. • El cultivo demanda mano de obra y puede manejarse a escala de granjas familiares o por empresas grandes. 	<ul style="list-style-type: none"> • Especie termo-tolerante de amplia distribución. • Cultivos masivos pueden impactar positivamente áreas de pesca mediante aporte de larvas. • Capacidad del cultivo para asimilar descargas de granjas camaronícolas. • No existen estudios de capacidad de carga o indicadores de degradación de fondos. • Disponibilidad de sitios para el cultivo en áreas protegidas del Pacífico Mexicano. • La presión sobre las poblaciones naturales es fuerte. 	<ul style="list-style-type: none"> • Potencial para proyectos empresariales de gran escala. • Potencial para proyectos familiares a pequeña y mediana escala. • Posibilidad de organización de los productores en parques de maricultura. • El cultivo demanda mano de obra calificada (p. ej. buceo). 	<ul style="list-style-type: none"> • Buen nivel de dominio tecnológico en la engorda piloto-experimental. • Requiere mejor nivel de conocimiento científico y tecnológico para escalar la producción de semilla en laboratorio a nivel comercial. • Potencial de <i>A. maura</i> para cultivo en cuerpos lagunares receptores de los efluentes de granjas camaronícolas, con beneficio adicional como biofiltros. 	<ul style="list-style-type: none"> • Hay laboratorios piloto y experimentales utilizables para escalamiento tecnológico y producción de semilla de <i>A. Maura</i>. • En el país no hay producción de semilla certificada libre de patógenos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Régimen de concesión de uso del agua puede generar conflictos con la explotación pesquera.

Análisis FODA del cultivo de hacha china

Fortalezas	Oportunidades	Debilidades	Amenazas
<ul style="list-style-type: none"> • Potencial de exportación sin problemas sanitarios. • Dominio de la tecnología de engorda a talla comercial. • Cultivos experimentales con alto rendimiento en lagunas costeras y bahías protegidas. • Se cuenta con grandes cuerpos de agua para el cultivo comercial en las regiones Pacífico Norte y Sur. • Existe infraestructura, y capacidad institucional para desarrollar y escalar la producción de semilla. • Actividad de bajo impacto ecológico, sin problemas ambientales. 	<ul style="list-style-type: none"> • Existe una demanda insatisfecha del producto por lo que su costo es elevado. • Disminución progresiva de las poblaciones y de las pesquerías de hacha china. • Mercado interno insatisfecho y posibilidades de exportación para producto de zonas certificadas. • Producción nacional de semilla, paralela a un programa de selección genética de reproductores adaptados a condiciones regionales. • Laboratorios piloto y experimentales para escalamiento tecnológico. • Participación de instancias de gobierno e instituciones académicas con los grupos productores. • Disponibilidad de sitios aptos para el cultivo comercial de esta especie. • Desarrollo incluyente bajo el modelo de parques acuícolas, en aguas protegidas o granjas. • Potencial para proyectos empresariales y sociales generadores de empleo. 	<ul style="list-style-type: none"> • No existe oferta de semilla para sustentar cultivos comerciales. • La captación de semilla del medio es fluctuante para consolidar el despegue de esta actividad. • No existen estudios integrales para el desarrollo de proyectos o parques de maricultivo. • No hay experiencias de producción comercial sostenida. 	<ul style="list-style-type: none"> • Desbordamiento social de recolectores furtivos. • Posibles conflictos de traslapamiento entre zonas de cultivo y zonas de pesca.

Acciones sugeridas para fortalecer el cultivo de hacha china

- ◆ Estudios de escalamiento en la producción de semilla en el laboratorio y cultivo a talla comercial del hacha china *A. maura* en condiciones estuarinas y asociadas a granjas camaronícolas, en colaboración con empresarios camaronícolas y productores sociales, en las regiones Pacífico Norte y Sur.

5.3.4. Orientaciones Estratégicas para el Desarrollo de Planes de Manejo Integral del Cultivo de Camarón

5.3.4.1. Diagnóstico general

El cultivo de camarón constituye la actividad acuícola más importante en México, en particular por la contribución que hace al valor de la producción y por el dinamismo de su crecimiento en los últimos años en la región noroeste del país. Los mercados nacionales y de exportación son bien conocidos y se tienen identificados aquellos segmentos en que se visualizan oportunidades para la comercialización con ventajas competitivas. Se trata de una actividad con rasgos industriales que ha generado una red de valor con industrias colaterales importantes de bienes y servicios. Asimismo la industria cuenta con madurez y un nivel de organización que permite avanzar hacia esquemas de mayor integración.

La problemática principal se centra en el rápido crecimiento de la producción, que incrementa la oferta más rápido que la demanda. Esto ha repercutido en la caída de precios en los tamaños que produce la actividad acuícola, particularmente por el rápido incremento en los costos de producción, asociados al desarrollo limitado de la cadena de proveedores de insumos, a severas bajas en la producción por mortalidades causadas por enfermedades, a la implantación de esquemas de producción de baja densidad, y al uso de bienes y servicios ambientales en ecosistemas que han sufrido deterioro por la alta incidencia de las actividades agropecuarias. Adicionalmente, se destaca que el modelo tecnológico semi-intensivo prevaleciente opera con un gradiente de rendimientos que apenas se acercan a una tonelada por hectárea en zonas afectadas por las epidemias. Por otra parte, la camaronicultura en México ha recibido críticas por los problemas de impacto ambiental que genera, a pesar de que la eutrofización de ecosistemas y la modificación del hábitat están profundamente influenciados por otras actividades humanas, históricamente más antiguas. En el ámbito institucional, puede destacarse

la multiplicidad de dependencias que pueden intervenir en la regulación de la actividad, ocasionando conflictos con el sector productivo.

5.3.4.2. Visión del cultivo

El desarrollo sustentable de la actividad constituye la oportunidad para la fundación de una red de valor que utiliza de manera incluyente y eficiente los bienes y servicios ambientales, impulsa, mediante la innovación tecnológica, el desarrollo de empresas con capacidad de diversificación, promueve el empleo especializado, y aporta productos alimenticios diferenciados de alta calidad nutricional para la alimentación humana.

5.3.4.3. Objetivos

Lograr el ordenamiento de la actividad camaronícola que contribuya a garantizar su sustentabilidad, fomentando la integración sectorial, revirtiendo procesos de deterioro ambiental, preservando ecosistemas aún no afectados, y aprovechando las oportunidades que ofrecen los mercados nacional e internacional para hacerla más competitiva.

5.3.4.4. Estrategias

Integrar la red de valor.

Fortalecer la diferenciación de productos.

Desarrollar proveedores de bienes y servicios.

Integrar las redes de conocimiento a la red de valor para generar la innovación que facilite el desarrollo sustentable de la actividad.

Desarrollar instituciones incluyentes para el ordenamiento de los ecosistemas que proveen los bienes y servicios ambientales a la industria.

Fortalecer los Comités de Sanidad Acuícola para disminuir los eventos epidémicos y sus efectos.

5.3.4.5 Análisis FODA del Cultivo de Camarón

Especies: *Penaeus vannamei*; *Penaeus stylirostris*

Producto principal de aguas salinas en volumen y valor de alcance nacional
Regiones Pacífico Norte, Pacífico Sur, Golfo de México y Golfo-Caribe

Tabla de diagnóstico del cultivo de camarón

Económico	Ambiental	Social	Tecnológico	Institucional	Legal
<ul style="list-style-type: none"> • Industria consolidada. • Mercado de exportación con lento crecimiento en presentaciones tradicionales poco diferenciadas. • Mercado de exportación con rápido crecimiento para productos altamente diferenciados. • Mercado favorable en países de Europa oriental y países en desarrollo. • Mercado interno de 20,000 millones de dólares para productos altamente diferenciados. • Demanda interna insatisfecha y con marcada estacionalidad. Sobreoferta de postlarvas en invierno-primavera. • Buena capacidad de procesamiento. • Precios a la baja de las tallas de acuicultura. • Estudios de benchmarking muestran costos elevados en los insumos de la industria mexicana con respecto a otros países. 	<ul style="list-style-type: none"> • Oferta limitada de servicios de sanidad acuícola. • Se desconoce la capacidad ambiental de algunas cuencas. • Problemas de diseminación de epizootias. • Cuencas con bajos rendimientos y paralización de hasta el 50% de las empresas. • Cuencas con síntomas de eutrofización por exceso de materia orgánica, N y P. • Cuencas con problemas de salinización. • Presiones de frontera en algunas áreas de biodiversidad. • Estudios de impacto ambiental a nivel de subcuencas. • Hay uso de SIGs para la planeación. • Hay propuestas de manejo para reducir riesgos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Participación de los sectores social y privado. • Industria creciente con industrias colaterales y prestación de algunos servicios. • Uso de modelos de producción de bajo índice de empleo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Inconsistencias en las granjas de engorda por altas mortalidades asociadas a enfermedades. • Tecnología mayormente semiintensiva con rendimientos de 1 ton/ha. • Dominio tecnológico para la producción de semilla con calidad aceptable. • Hay tecnología para la intensificación con reducción del impacto ambiental. • Hay programas de manejo genético. 	<ul style="list-style-type: none"> • Hay comités de sanidad integrados por las instituciones y la industria. • Hay instituciones preparadas para el diagnóstico patológico. • Organizaciones de productores dispersas y desintegradas 	<ul style="list-style-type: none"> • Problemas de delimitación de la ZOFEMAT y terrenos ejidales o particulares. • La actividad se encuentra regulada desde múltiples instancias de gobierno.

Análisis FODA del cultivo de camarón

Fortalezas	Oportunidades	Debilidades	Amenazas
<ul style="list-style-type: none"> • Buena oferta de insumos básicos. • Infraestructura productiva importante. • Sector en rápido proceso de maduración. • Industria y empresas comercializadoras bien consolidadas. • Red de laboratorios, plantas, granjas y de comercialización. • Buena capacidad de procesamiento en congelado. • Dominio tecnológico para la producción de semilla de buena calidad. • Hay tecnología intensiva eficiente y de bajo impacto ambiental. • Hay programas de mejoramiento genético. • Hay comités de sanidad integrados por las instituciones y la industria. • Hay instituciones preparadas para el diagnóstico patológico con laboratorios acreditados. • Es un producto que cotiza en el mercado de futuros. 	<ul style="list-style-type: none"> • Mercado de exportación con rápido crecimiento para productos altamente diferenciados. • Mercado favorable en países emergentes de Europa oriental y países en desarrollo en proceso de urbanización e incremento de los ingresos. • Mercado interno de 20,000 millones de dólares para productos altamente diferenciados. • Demanda interna insatisfecha y creciente. • Es factible avanzar hacia procesos de integración. • Disponibilidad de tecnologías más eficientes, de menor impacto ambiental, y mejor control sanitario. • Hay tecnologías de alto rendimiento y eficiencia. • Hay conciencia del sector productivo sobre la importancia de la sustentabilidad. 	<ul style="list-style-type: none"> • Falta de integración institucional. • Mercado de exportación con lento crecimiento para presentaciones tradicionales, poco diferenciadas. • Marcada estacionalidad en la producción por falta de ciclos continuos. Sobreoferta de postlarvas en invierno-primavera. • Los estudios de benchmarking muestran que hay costos elevados en los principales insumos de la industria mexicana con respecto a otros países. • Inconsistencias en las granjas de engorda por altas mortalidades asociadas a enfermedades. • Producción semiintensiva con bajo rendimiento (1 ton/ha) e infraestructura subutilizada. • Imagen negativa desde el punto de vista ambiental. • El camarón de acuicultura, se maneja como producto poco diferenciado ("commodity"). 	<ul style="list-style-type: none"> • Gravamen especial (dumping) al camarón de exportación. • Volatilidad de los precios en el mercado interno. • Riesgos epidémicos (epizootias). • Presión de grupos ambientalistas. • Precios a la baja de la tallas de acuicultura. • Fragilidad del mercado. • Problemas actuales y potenciales de eutrofización en los cuerpos lagunares. • Cuencas con problemas de salinización por falta de plantación hidráulica. • Cuencas con presiones de frontera con áreas de biodiversidad.

Análisis FODA del cultivo de camarón (continuación)

Fortalezas	Oportunidades	Debilidades	Amenazas
<ul style="list-style-type: none"> • Hay experiencia en estudios de impacto ambiental de las subcuencas. • Hay uso de SIGs para la planeación. • Hay métodos, grupos y experiencias para la planificación. • Especies de alta calidad nutricional, apreciado sabor y apreciadas en el mercado. 	<ul style="list-style-type: none"> • Posible expansión de la producción y extensión de la actividad a la zona tropical. • Aprovechamiento de fondos para la investigación biológica. 	<ul style="list-style-type: none"> • Organizaciones de productores dispersas y desintegradas. • Asistencia técnica insuficiente. • Desarticulación entre la comercialización y la producción. • Oferta de servicios de sanidad acuícola limitada. • Se desconoce la capacidad ambiental de algunas cuencas. • Uso de tecnologías ineficientes en el uso de capacidades ambientales. • Cuencas con bajos rendimientos y paralización de hasta el 50% de las empresas. • No hay claridad en el sector sobre el cómo resolver el problema ambiental. • Deficiente control de epizootias a nivel preventivo y correctivo. • Monocultivo. • Susceptible a epidemias. 	

Acciones sugeridas para fortalecer el cultivo de camarón

- ◆ Integrar la red de valor de camarón.
- ◆ Incentivar la innovación de la industria procesadora para aumentar el grado de diferenciación de los productos.
- ◆ Privilegiar el desarrollo y la innovación en las subcuencas donde haya esfuerzos de integración y de ordenamiento, además del criterio de marginación.

- ◆ Incentivar el desarrollo de granjas en la zona tropical del Pacífico Sur y Golfo de México que permita abastecer de producto a la red de valor para la estación enero-mayo, incrementando el uso de capacidad instalada en laboratorios de la Región Pacífico Norte.
- ◆ Privilegiar el desarrollo y la innovación en las subcuencas donde haya esfuerzos de integración y de ordenamiento, además del criterio de marginación.
- ◆ Iniciar el reordenamiento hidráulico de las cuencas para ordenar tomas y descargas.
- ◆ Realizar acuerdos de aguas limpias con otros sectores usuarios de las cuencas, para garantizar la calidad de éstas.
- ◆ Promover dentro de la industria del cultivo del camarón la adopción de un compromiso para utilizar tecnologías que garanticen la mitigación del impacto de aguas residuales.
- ◆ Propiciar adaptaciones tecnológicas que incorporen esquemas de recirculación, sedimentación, biofiltración, o cultivos en serie.
- ◆ Modernizar los laboratorios para garantizar la producción de postlarvas de mayor edad.
- ◆ Promover un acuerdo con la industria de alimentos balanceados para la mejora continua de las formulaciones que permita aumentar la eficiencia de uso de los alimentos.
- ◆ Inducir a la industria para cambiar la práctica del boleado a la práctica del uso de alimentadores.
- ◆ Desarrollar un programa de acreditación del personal de las granjas para garantizar que tengan los conocimientos necesarios para la aplicación de buenas prácticas.
- ◆ Desarrollar proveedores de equipos de aireación, generadores eléctricos y otros equipos e insumos necesarios para la industria.
- ◆ Fomentar la infraestructura eléctrica en aquellas cuencas que realicen esfuerzos de ordenamiento e integración.
- ◆ Promover la adopción de tecnologías que hagan más eficiente el uso del suelo, con mejor ingeniería en las granjas.
- ◆ Mejorar el índice de empleo mediante el uso de tecnología intensiva. Agrupar a los pequeños productores en clusters de granjas familiares.

- ◆ Promover la integración horizontal de las granjas en cada una de las cuencas incluyendo a la sociedad de las mismas en el desarrollo.

5.3.5. Orientaciones Estrategicas para el Desarrollo de Planes de Manejo Integral del Cultivo de Langosta de Agua Dulce

5.3.5.1. Diagnóstico del cultivo de langosta de agua dulce

La langosta de agua dulce, *Cherax quadricarinatus*, es un acocil Australiano que fue introducido en México a principios de los 90's por la Secretaría de Pesca. Actualmente existe una industria incipiente, con granjas de producción comercial en varios estados de la República. La principal producción proviene del estado de Tamaulipas. La especie tiene características deseables para el cultivo, que incluyen su adaptabilidad a condiciones ambientales variadas, alta fecundidad y capacidad reproductiva, alta velocidad de crecimiento, la ausencia de enfermedades de importancia comercial, buena aceptación en el mercado, alto valor comercial y la disponibilidad de tecnologías amigables con el ambiente para el cultivo en condiciones controladas. Las limitantes para el desarrollo del cultivo incluyen la falta de volúmenes adecuados de semilla (juveniles), falta de personal capacitado en el medio productivo y canales de comercialización poco desarrollados. Por otro lado, el cultivo de la especie ofrece excelentes perspectivas de desarrollo en México, ya que la especie puede cultivarse en la mayoría de las regiones productivas del país, requiere niveles limitados de agua para su cultivo, es una excelente alternativa para el establecimiento de proyectos combinados con la agricultura para el aprovechamiento eficiente del agua y existe capacidad de transferencia tecnológica en instituciones nacionales de investigación.

5.3.5.2. Visión del cultivo

El cultivo de langosta de agua dulce australiana ofrece la posibilidad de desarrollo de nuevas estrategias de producción agro-acuícola que permitirán

diversificar la base productiva de amplias regiones del país. Su desarrollo permitirá la creación de nuevas redes de valor con una especie de alto valor comercial, que utiliza tecnologías de producción amigables con el ambiente, generadoras de empleo y económicamente rentables, y que pueden aplicarse en esquemas de producción industrial o de clusters familiares.

5.3.5.3. Objetivos

1. Desarrollar una nueva industria productiva en el país, a partir del cultivo de una especie introducida de alto valor comercial.
2. Transferencia de la tecnología de producción del sector CYT al sector productivo.
3. Capacitación del sector productivo en la tecnología de cultivo.
4. Establecer canales de distribución y comercialización del producto en el mercado interno regional, y desarrollar la capacidad de exportación del producto.
5. Optimizar la tecnología de producción mediante el apoyo de programas de investigación orientada en instituciones nacionales.

5.3.5.4. Estrategias

1. Establecer granjas demostrativas en los estados cuya localización corresponde a las regiones adecuadas para el cultivo de la especie.
2. Desarrollar un programa para el establecimiento de pies de cría domesticados, adaptados a las condiciones de cada región, que permitan establecer un programa de mejoramiento genético.
3. Fomentar la participación del sector social e industrial en la producción de la especie, mediante el apoyo complementario de recursos financieros que permitan la apropiación tecnológica.
4. Apoyar la optimización tecnológica mediante el establecimiento de programas de investigación orientada a resolver los problemas que se presenten en la industria.
5. Desarrollar estrategias de mercadeo y establecer canales de comercialización en el mercado interno e internacional, mediante la

creación de asociaciones de productores apoyadas por las instancias de fomento al desarrollo industrial y a la exportación.

Análisis FODA del cultivo de langosta de agua dulce

Especie: *Cherax quadricarinatus*

Especie introducida de aguas tropicales

Tabla de diagnóstico del cultivo de langosta de agua dulce

Económico	Ambiental	Social	Tecnológico	Institucional	Legal
<ul style="list-style-type: none"> • Alto precio (10-20 US/Kg.). • Mercado nacional (turismo) e internacional insatisfecho. • Creación de nueva red de valor. • Existe una pequeña producción (Tamps., Ver., Col., Sin Chih. y Mor.). 	<ul style="list-style-type: none"> • Especie introducida. • Tecnología amigable con el ambiente. • Opción de uso eficiente de agua en bicultivos con agricultura. • Requiere protocolos de seguimiento del manejo. • Cultivo altamente sustentable. 	<ul style="list-style-type: none"> • Creación de puestos de trabajo bien remunerados. • Reconversión laboral (agricultura>acuicultura). • Falta de técnicos y gerentes capacitados. • Factibilidad de generación de clusters familiares. 	<ul style="list-style-type: none"> • Existe tecnología altamente eficiente. • Granjas de ciclo completo que no requieren de la compra de crías. 	<ul style="list-style-type: none"> • Poca información sobre la especie en entidades de fomento. • Trámites largos y poco claros. • Deficiente planeación y organización del cultivo. • Se busca mejorar la integración de proveedores tecnológicos con los productores e inversionistas potenciales. 	<ul style="list-style-type: none"> • Normatividad deficiente. • Múltiples dependencias intervienen en los trámites. • Estrategia limitada de importación de pies de cría seleccionados.

Análisis FODA del cultivo de desarrollo langosta de agua dulce

Fortalezas	Oportunidades	Debilidades	Amenazas
<ul style="list-style-type: none"> • Conocimiento de su biología. Fácil manejo, rápido crecimiento, tolerante a variaciones ambientales, reproducción simple y alta calidad nutricional. • Gran aceptación en el mercado nacional e internacional. Alto valor comercial. • Tecnología ya desarrollada, que integra todo el proceso productivo, altamente eficiente. 	<ul style="list-style-type: none"> • Creación de pies de cría domesticados, adaptados a las condiciones del país. • Posible expansión de la actividad a la mayor parte de los estados del país. • Desarrollo de cultivo industrial (gran escala). • Desarrollo del cultivo en clusters familiares. • Desarrollo de cultivo sustentable, integrado con 	<ul style="list-style-type: none"> • Especie introducida. • Conocimiento limitado de enfermedades potenciales. • Falta de conocimiento de impactos al medio por escapes accidentales. • Inversión significativa por ha. • Carencia de personal nacional calificado. • Falta de planeación general de la actividad. 	<ul style="list-style-type: none"> • Enfermedades potenciales, a partir de otras especies en cultivo. • Escapes accidentales por uso de sistemas de producción deficientes. • Incertidumbre en la calidad de juveniles producidos a partir de reproductores locales sin programa de selección genética.

continúa...

Fortalezas	Oportunidades	Debilidades	Amenazas
<ul style="list-style-type: none"> • Manejo sistemático pero flexible que puede ser transferido fácilmente al sector usuario. • Interés de productores e inversionistas. • Programas de ayudas federales. • Demanda creciente e insatisfecha. • Creación de puestos de trabajo para distribución y comercialización. 	<p>agricultura para uso eficiente de agua.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Eficientar la producción con programa de mejoramiento genético a partir de pies de crías seleccionados. • Crear una nueva red de valor. • Desarrollo de mercado nacional e internacional. • Diversificación de productos de alto valor (vgr. Vivo, colas, mudado, IQF, preparado). • Generación de marcas para mercados altamente especializados. 	<ul style="list-style-type: none"> • Tramitación fragmentada para adquisición de permisos. • Desconocimiento de la demanda real del producto. • Mercado nacional e internacional no desarrollado. Falta de información del producto en el mercado, y de precios y sus fluctuaciones. • Canales de comercialización limitados. • Falta de promoción nacional. • Contribución porcentual baja en términos productivos al resto de actividades acuícolas. • Población nacional con bajo poder adquisitivo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Competencia potencial por producción internacional y otros productos sustitutos.

Acciones sugeridas para fortalecer el cultivo de langosta de agua dulce

- ◆ Fomentar la transferencia tecnológica disponible en centros de investigación.
- ◆ Apoyar el desarrollo de la industria con aportación complementaria de programas federales y estatales.
- ◆ Apoyar el establecimiento de domesticación de pies de cría seleccionados, respaldados por centros de investigación y entidades de fomento.
- ◆ Establecer un centro de producción de semilla seleccionada.
- ◆ Impulsar programas de entrenamiento y capacitación técnica de productores e inversionistas potenciales.
- ◆ Desarrollar canales de acopio, procesado y comercialización para el desarrollo del mercado para la especie.

5.4 Orientaciones Estratégicas para el Desarrollo de Programas Estatales de Manejo Integrado de la Acuicultura

Esquema conceptual del modelo de desarrollo sustentable de la acuicultura

El modelo tiene como propósito establecer las bases para el desarrollo sustentable de los cultivos acuícolas que se desarrollen en los estados del país, partiendo de la situación de las zona costera, las cuencas y subcuencas hidráulicas donde se van a desarrollar las granjas y las mejores experiencias internacionales.

Estos términos de referencia permitirán a los estados aplicar un modelo coherente de desarrollo integral, ordenado e incluyente, para garantizar la sustentabilidad de los cultivos que se emprendan. Ello permitirá el desarrollo acuícola ordenado de las cuencas, de conformidad con las capacidades ambientales. La integración del sector productivo del estado a las redes de valor le permitirá ser eficiente y competente, de conformidad con las más altas normas de protección ambiental, así como incluir en el desarrollo de las cuencas a los miembros de la sociedad, a través de su participación en los comités de cuenca, las granjas familiares., y del empleo bien remunerado en proyectos industriales.

Los Estados que promuevan cultivos acuícolas a través de sus Secretarías de Desarrollo y Pesca y Acuicultura, integrarán Programas Estatales de Cultivo para cada sistema-producto de conformidad con los siguientes términos de referencia:

Modelo para el desarrollo ordenado, integral e incluyente de los cultivos a desarrollar.

El modelo incluye diez pasos para su implantación:

1. Integración y desarrollo de programas estatales

Integración de programas estatales para el desarrollo ordenado y sustentable de los cultivos que se desarrollen en los estados que integran las cinco regiones acuícolas del país.

Integrantes del programa estatal:

- ◆ Instituciones federales, estatales y municipales
- ◆ Agencias de desarrollo
- ◆ Asociaciones de productores
- ◆ Instituciones académicas
- ◆ Organizaciones no gubernamentales

Funciones del programa:

- ◆ Establecimiento de bases para el desarrollo de cuencas acuícolas.
- ◆ Integración de comités integrados para el desarrollo y manejo de las cuencas.
- ◆ Delimitación de la zona acuícola de las cuencas.
- ◆ Determinación del modelo de desarrollo de las cuencas.
- ◆ Planificación de las cuencas.
- ◆ Establecimiento de sistemas de licenciamiento.
- ◆ Desarrollo de plataformas tecnológicas.
- ◆ Integración de programas anuales operativos.
- ◆ Implantación de sistemas integrados de control.
- ◆ Desarrollo de un sistema para el monitoreo integral de las cuencas.
- ◆ Promoción de la certificación y de la acreditación ambiental para el desarrollo sustentable.

2. Definición y diagnóstico de cuencas hidrológicas.

Tiene como propósito central la delimitación de fronteras de la zona acuícola en cada cuenca, y la integración de toda la información que requiera el programa para tomar decisiones en un sistema estatal de información geográfica.

Estudios de zonificación

Se establece la zonificación general de las áreas potenciales para el desarrollo de la actividad y su relación con el resto de las actividades que se desarrollan en la zona costera, con el fin de evitar conflictos de interés y desarrollar dentro de un ordenamiento territorial. La zonificación por

cuenca hidrográfica contribuye a que exista un ordenamiento y un desarrollo sustentable, ya que es en ellas donde se hace un uso común de los recursos.

La conformación de distritos de cultivo, que son manejados por los comités establecidos en el Programa Estatal permite que cada una de las cuencas que conforman el sistema sea estudiada y planificada en forma individual, de acuerdo a modelos de zonificación que utilicen Sistemas de Información Geográfica.

Estudios de capacidad ambiental

La evaluación de capacidad ambiental y de límites de cambio aceptables para la asimilación de nitrógeno, fósforo y materia orgánica, así como la identificación de las fuentes emisoras actuales pueden permitir conocer la ventana de oportunidad para desarrollar actividades emisoras de estos residuos sin propiciar desequilibrios en el medio. Esta se puede llevar a cabo mediante la adopción de un modelo funcional por cuenca hidrográfica basado en un modelo de balance de masa (por ejemplo, el Land-Ocean Interactions in the Coastal Zone, LOICZ). Existen diferentes tipos de estudio que deben realizarse para definir la capacidad ambiental.

- ◆ Estudios Hidrográficos.
- ◆ Estudios microclimáticos.
- ◆ Estudios ecológicos.
- ◆ Estudios de propiedad del suelo.

3. Evaluación de la capacidad de carga de las cuencas acuícolas en función de la capacidad ambiental.

Tiene como propósito definir el grado de extensión y de intensificación de la cuenca acuícola de conformidad con la capacidad ambiental de la cuenca, así como del modelo de desarrollo que permita mantener una producción sustentable. Establece:

- ◆ Evaluación de la capacidad de carga.

- ◆ Adopción de un sistema de cultivo único para la cuenca.
- ◆ Integración de un esquema de manejo.
- ◆ Definición de estándares operativos.
- ◆ Definición de estándares de ingeniería.

4. Planificación integral de la cuenca

Tiene como propósito que las unidades productivas se instalen de conformidad con el ordenamiento territorial establecido en los estudios de zonificación. Busca que las tomas de agua y los drenes se establezcan de manera colectiva de conformidad con el modelo funcional, que el proyecto cumpla los estándares de ingeniería establecidos en el Programa Estatal, y que se cuente con un proyecto ejecutivo de la planificación integral de la cuenca. Incorpora;

- ◆ Diseño de la red hidráulica de tomas y descargas.
- ◆ Fraccionamiento de la zona acuícola.
- ◆ Diseño integral de la estanquería o sistema de producción.
- ◆ Diseño de la red eléctrica.
- ◆ Diseño de la red de comunicaciones y accesos.
- ◆ Determinación de las zonas de amortiguamiento.
- ◆ Diseño de la red de servicios.

5. Sistema de licenciamiento

Tiene como propósito establecer las reglas y niveles para permitir la operación de la cuenca, a través de la implantación de un Sistema de Licenciamiento de tres niveles que incorpora: las evaluaciones de impacto ambiental, los sistemas constructivos y los sistemas operativos, los cuales deben estar conformes con leyes y normas ambientales a nivel federal y estatal, y las normas adoptadas por el propio Programa. El licenciamiento se divide en:

Licenciamiento ambiental previo (LAP). La implantación del sistema de licenciamiento previo en conformidad con la zonificación general, la

zonificación por cuenca, el ordenamiento territorial y la legislación municipal, estatal y federal.

Licenciamiento ambiental de instalación (LAI). Implantación de un sistema de licenciamiento de construcción, como un atributo de las autoridades ambientales estatales, revisado por el programa, para que garantice que el modelo de ingeniería del proyecto este conforme con la zonificación por cuenca y con las normas de ingeniería adoptadas por el programa en materia de tratamiento de efluentes y sistemas de recirculación.

Licenciamiento ambiental de operación (LAO). Adopción de sistema de licenciamiento anual de operación, un atributo de la autoridad ambiental estatal quien, en conjunto con el programa estatal, condicionará la operación de las granjas a la adopción de una plataforma tecnológica, un programa de capacitación, un programa de operación de buenas prácticas de manejo y un sistema de monitoreo regulado por el propio programa.

6. Plataforma tecnológica

Tiene como propósito garantizar el abastecimiento de insumos críticos para el proceso de producción, integrar cadenas que permitan garantizar, en la medida de lo posible, la producción regional de dichos insumos, y acreditar a los proveedores de las cuencas en el cumplimiento de normas y estándares. Además del sistema productivo, incorpora:

- ◆ Granjas de reproductores (pie de cría/ mejora miento genético).
- ◆ Laboratorios productores de postlarvas, crías y semillas de calidad.
- ◆ Sistemas de transporte de animales vivos, adultos y juveniles.
- ◆ Plantas de alimentos que aprovechen insumos regionales de alto valor nutricional.
- ◆ Fábricas de aireadores y alimentadores.
- ◆ Plantas de procesamiento certificadas.
- ◆ Proveedores de insumos.
- ◆ Laboratorios analíticos acreditados.

7. El programa de operación

Mediante este instrumento, el Programa Estatal involucra a las asociaciones de productores para definir el cronograma operativo, a nivel de unidad de cultivo (estanque, jaula, tanque, sarta, línea, etc.), y regula la relación con los proveedores de insumos para las granjas, ordenando éste mercado.

8. Sistema integrado de control

Permite el uso eficiente de la capacidad de carga mediante el control de insumos, el control del proceso y el control de residuos.

Control de insumos:

Programa de mejoramiento genético. Permite a los laboratorios de reproducción tener un seguimiento de líneas o familias que garanticen el insumo y además lo mejoren, en función a alguna característica deseable, como crecimiento o resistencia a enfermedades.

Control de calidad de la semilla. Adopción de un sistema de control de calidad de postlarvas, semillas, juveniles, alevines o crías, según sea el caso, que contemple el compromiso de los productores en el proceso, control de talla, edad y mecanismos de transporte a las granjas, orientados a disminuir la mortalidad en las primeras etapas de engorda. Es importante considerar el desarrollo de un programa de innovación de los laboratorios de producción de postlarvas, semillas o crías, para satisfacer los requerimientos de la industria, de conformidad con las necesidades establecidos en el programa de operación.

Ingeniería del sistema de producción. Contempla la adopción de un programa de control de calidad de las compañías constructoras de sistemas de cultivo, que garantice la funcionalidad y cumplimiento de normas, del modelo de ingeniería de las granjas. Se pretende, particularmente, la adopción de un modelo de ingeniería en las granjas que minimice las descargas de materia orgánica, nitrógeno y fósforo, así como otros compuestos que pueden ser nocivos al ambiente.

Control de calidad de alimentos. Adopción de un sistema de control que permita aumentar la eficiencia de uso del alimento y reducir el impacto al ambiente, de tal forma que se establezca un compromiso de los productores de alimentos balanceados con la actividad, para mejorar la digestibilidad y reducir el costo de la formulación, mediante el uso de insumos de alta calidad y disponibilidad local.

Programa de capacitación. Este instrumento esta orientado a que el personal que labore en las granjas, o sistemas de producción, debe estar acreditado por el programa estatal, a fin de que conozcan el modelo de operación a implementar. Dicha capacitación podrá realizarse en centros de investigación, unidades de extensionismo, creadas para ese propósito, o en granjas comerciales, con expertos debidamente acreditados.

Control de procesos:

Tiene como propósito garantizar el desarrollo sustentable, mediante la adopción de las mejores prácticas de manejo.. Para ello se contempla:

- ◆ Implantación de manuales de procedimientos para cumplir con los estándares operativos de la cuenca.
- ◆ Implantación de normas obligatorias.
- ◆ Implantación de normas voluntarias.
- ◆ Adopción de códigos de conducta.
- ◆ Implantación de sistemas de buenas prácticas.
- ◆ Implantación del sistema de control de puntos críticos para evitar riesgos.

Control de residuos:

Su propósito es contribuir al desarrollo sustentable del sistema productivo, mediante la adopción de buenas prácticas de manejo de residuos.

- ◆ Manejo integrado de nutrientes (por ejemplo, con sistemas heterotróficos).
- ◆ Utilización de residuos para generar valor agregado (compostas,

biocombustibles).

- ◆ Transformación de impactos negativos en positivos (bi-cultivos).
- ◆ Manejo integrado de los desechos de las granjas.
- ◆ Manejo de las aguas residuales (plantas de tratamiento).

9. Implantación de un sistema de monitoreo

Tiene como propósito medir las variables críticas que tienen que ver con el ambiente. Permite hacer un diagnóstico anual que proporcione los elementos para la certificación y acreditación ambiental, así como las recomendaciones necesarias para establecer medidas de mitigación, realizar mejoras en el programa de operación, y definir necesidades de innovación tecnológica, para su adopción de acuerdo a las necesidades de la cuenca.

Conexión entre el monitoreo periódico de las cuencas y el Sistema de Información geográfica

Con objeto de mantener el monitoreo de las subcuencas, es necesario involucrar a los usuarios de los bienes y servicios ambientales en la generación de la información necesaria para dar seguimiento ambiental a la cuenca y aportar elementos para la toma de decisiones del comité. Esto incluye:

- ◆ El monitoreo de las unidades de producción.
- ◆ El monitoreo de las fuentes emisoras de residuos en la cuenca.
- ◆ El monitoreo de la cuenca.
- ◆ La integración de la información obtenida en las bases de datos del sistema de información geográfica.
- ◆ La elaboración del diagnóstico anual del estado ambiental de la cuenca.
- ◆ La propuesta de recomendaciones al comité de manejo de la cuenca para el siguiente ciclo de producción.

10. Implantación de un sistema de certificación ambiental

Buscar la certificación de las granjas sobre la base de los más altos estándares ambientales de los organismos nacionales e internacionales. (ISO 14000, códigos de conducta establecidos por ONGs como la Alianza Acuícola Global (Global Aquaculture Alliance -GAA-)).

Implantación de Programas Estatales de Cultivo para cada Sistema-Producto

El Programa de Cultivo para cada Sistema-Producto en el aspecto ambiental es el instrumento que aplica el modelo de ordenamiento a nivel de las cuencas y sub-cuencas hidráulicas del Estado, de conformidad con el Programa Rector de Pesca y Acuicultura, el Plan Regional de Pesca y Acuicultura y el Plan de Manejo del Sistema-Producto. En el aspecto , es el instrumento que cataliza los esfuerzos regionales de desarrollo y los integra a las redes de valor para asegurar la eficiencia y la competencia del sector productivo del estado. En el aspecto social es el instrumento que incluye a la sociedad en el desarrollo, promoviendo el empleo, las granjas familiares, las iniciativas sociales y los comités de manejo de las cuencas.

Términos de referencia del documento que define e implanta el Programa Estatal de Cultivo:

1. Diagnóstico

Es fundamental definir las oportunidades que representa para el estado el desarrollo del sistema-producto, las fortalezas con que cuenta, las debilidades que deberán ser superadas y las amenazas que deberán ser enfrentadas, de conformidad con los planes de manejo establecidos para el país y las condiciones de las cuencas del estado.

Como parte del diagnóstico, es importante valorar el sistema-producto que será desarrollado, la modalidad tecnológica que será adoptada, las cuencas más favorables, los bienes y servicios ambientales que serán aprovechados y, en su caso, los resultados obtenidos en las experiencias

previas de su aplicación en el estado. A partir de esto, será posible estimar la producción y los ingresos potenciales, así como el número de empresas y empleos (directos e indirectos) a generar. Por otro lado, es importante definir los beneficiarios y los beneficios que se esperan con la implantación del programa en términos económicos y sociales.

2. Objetivos del Programa Estatal

- ◆ Implantar un programa de impulso del sistema-producto como alternativa de desarrollo sustentable para el estado
- ◆ Contar con un instrumento orgánico que permita coordinar el desarrollo del sistema-producto en las cuencas del estado, con la participación de las instituciones públicas, sociales y privadas.
- ◆ Promover el ordenamiento de la actividad, identificando, dimensionando y planeando las áreas propicias y prioritarias para el desarrollo de proyectos bajo el principio de la protección ambiental.
- ◆ Fomentar el desarrollo de granjas acuícolas de carácter familiar, empresarial y social a través de la relación con los instrumentos vinculados al financiamiento, la asistencia técnica, la capacitación, organización e infraestructura.
- ◆ Promover líneas de financiamiento, créditos e incentivos fiscales para la inversión en la actividad de producción y las actividades de soporte.
- ◆ Fomentar la integración del sistema-producto con las redes de valor.
- ◆ Promover inversiones en infraestructura, investigación, extensión y formación de recursos humanos relacionados con el sistema-producto.

3. Estrategias

Tomando en consideración los Planes de Manejo a nivel nacional, las condiciones económicas, sociales y ambientales de las cuencas que serán desarrolladas, así como el análisis de fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas, deberán establecerse las estrategias que seguirá el Programa Estatal del Sistema-Producto para cumplir los objetivos planteados.

4. Plan de operaciones

Coordinación Estatal del Programa

Las Secretarías de Acuicultura y Pesca, o de Desarrollo y Fomento, de los estados, en conjunto con el Consejo Estatal de Acuicultura y Pesca designarán una Coordinación Estatal, con autonomía para implantar las acciones del Programa.

La coordinación estará compuesta por representantes de las instituciones que tendrán una participación efectiva en la planeación e implantación del programa en el sector productivo. Las Secretarías de Acuicultura y Pesca, o de Desarrollo y Fomento, de los estados invitarán a aquellas instituciones que, por su pertinencia, deben participar en el programa, para fortalecer las acciones de las instituciones gubernamentales en los aspectos económicos, sociales, ambientales y tecnológicos, así como a representantes de los productores involucrados en el sistema-producto.

Los miembros de la Coordinación Estatal del Programa propondrán un Coordinador General, para su aprobación por la Secretaría de Estado. La Coordinación Estatal del Programa será responsable de la planeación general de la actividad, la recopilación de la información, la propuesta de normas voluntarias específicas de aplicación estatal para el Sistema-Producto, análisis de nuevos proyectos, negociación de líneas de crédito para el sector productivo, búsqueda de recursos para investigación y asistencia técnica, organización y capacitación de productores, transferencia de tecnologías, seguimiento de las obras y del proceso productivo, establecimiento de controles sanitarios, conexión de los productores con las Redes de Valor, monitoreo de la actividad y actualización de las bases de datos integradas al sistema de información geográfica.

La Coordinación Estatal deberá mantener un vínculo estrecho con los gobiernos municipales y los responsables de la asistencia técnica, y deberá actuar de conformidad con los lineamientos del Plan Nacional de Manejo del Sistema-Producto, los Planes Regionales de Pesca y Acuicultura, las normas establecidas y la normatividad voluntaria establecida por el propio programa.

La Coordinación Estatal del programa promoverá la organización de los productores en cada una de las cuencas del estado, participara en la constitución y operación de los Comités de Manejo Integrado de cuencas hidrológicas, y promoverá el uso ordenado de los bienes y servicios ambientales, cuidando que los otros sectores garanticen la calidad de las aguas, y que los productores del Sistema-Producto hagan uso de tecnologías limpias, buenas practicas y códigos de conducta responsable.

5. Plataforma tecnológica para lanzar el programa

En este punto deberá definirse la infraestructura disponible y la necesaria para apoyar el desarrollo del Sistema-Producto, enfatizando; la infraestructura hidráulica y eléctrica; los laboratorios disponibles para el aprovisionamiento de postlarvas, semillas o crías; las plantas dedicadas a la producción de alimentos balanceados; los servicios para el monitoreo ambiental; y la asistencia técnica, desarrollo tecnológico e investigación que pueden dar soporte a la actividad.

La implantación de los sistemas de cultivo y laboratorios asociados puede ser:

- ◆ De carácter empresarial.
- ◆ De carácter familiar.
- ◆ De carácter social.

Por otro lado, la integración a las Redes de Valor permite establecer:

- ◆ Promoción de créditos e incentivos.
- ◆ Investigación y desarrollo tecnológico.
- ◆ Formación de recursos humanos.
- ◆ Cumplimiento del ordenamiento ambiental.
- ◆ Apoyos institucionales.

6. Monitoreo de la actividad

Es necesario establecer mecanismos para monitorear la actividad del sector. Para ello, el Programa Estatal establece mecanismos de registro de la información que permiten modular el proceso de desarrollo del sistema-producto. Entre los factores a considerar se encuentran los niveles de producción, variables ambientales y de descarga del sistema productivo, precios y volúmenes comercializados.

7. Acciones preventivas y correctivas

Cuando la información generada por el Programa Estatal muestra cambios en la manera que el sistema-producto se comporta, es necesario contar con medidas preventivas o correctivas.

Dentro de las medidas preventivas se consideran el empleo de buenas prácticas de manejo, control rutinario de parámetros de producción y el uso de procesos de mejora continua de la producción. Sin embargo, en ocasiones el sistema es afectado por acciones externas (o internas) que modifican las condiciones de producción, requiriendo de soluciones correctivas a fin de minimizar el impacto de dichas fuerzas. Dichas acciones siempre deberán ser consensuadas en los Comités, respondiendo al interés común de la cuenca.

Estrategias para que los Programas Estatales de Cultivo implanten el modelo

- ◆ Integración de comités integrados para el desarrollo y manejo de las cuencas.
- ◆ Delimitación de la zona acuícola de las cuencas.
- ◆ Determinación del modelo de desarrollo de las cuencas.
- ◆ Planificación de las cuencas.
- ◆ Establecimiento de sistemas de licenciamiento.
- ◆ Desarrollo de plataformas tecnológicas.
- ◆ Integración de programas anuales operativos.
- ◆ Implantación de sistemas integrados de control.

- ◆ Desarrollo de un sistema para el monitoreo integral de las cuencas.
- ◆ Promoción de la certificación y de la acreditación ambiental para el desarrollo sustentable.

5.5 Orientaciones Estratégicas para la Regionalización y Desarrollo de Planes Regionales de Acuicultura

La regionalización y el desarrollo de planes regionales

Objetivos de la regionalización:

Desconcentrar la administración del sector acuícola nacional, lo que permite una reducción del gasto corriente, maximizando la operatividad y calidad de servicio al sector.

Dar mejor atención al sector acuícola (marino y de aguas interiores) para establecer bases realistas y sólidas que maximicen el desarrollo socio-económico del sector.

Implementar políticas cercanas a la realidad de cada región y potenciar el desarrollo sectorial integral y sustentable, ya que cada región tiene su propia problemática y un potencial diferenciado. Se pretende optimizar sus ventajas comparativas.

Optimizar el uso de personal, recursos, tecnología, instrumentos e información de que dispone el sector, mediante ejercicios de planeación estratégica y toma de decisiones.

Diagnóstico Regional

A diferencia de otros países en donde el 60% de la población está asentada en la zona costera, México solo cuenta con 13% de habitantes en la costa. Sin embargo, la tendencia natural es hacia la migración hacia las costas, lo que incrementará la demanda para otras actividades, como el turismo, además de la pesca y acuicultura.

Diversas actividades económica afectan las regiones costeras:

- ◆ Golfo de México. Problemas asociados con la industria petrolera, principalmente en la sonda de Campeche en donde se extrae el 70% del crudo mexicano.

- ◆ Caribe Mexicano. Fuerte desarrollo turístico y elevado índice de crecimiento poblacional.
- ◆ Pacífico Sureste. Zonas focales de desarrollo turístico e instalaciones portuarias, industriales y pesqueras.
- ◆ Pacífico Noroeste. Presión potencial por el aumento de la actividad turística y la implementación del megaproyecto Mar de Cortéz (escalera náutica).
- ◆ Golfo de California. Sujeto a presión potencial causada por el desarrollo turístico y la escalera náutica. En su costa continental, existen alteraciones ambientales derivadas del conflicto intersectorial entre agricultura, acuicultura y crecimiento urbano.

La sustentabilidad ambiental para el ordenamiento de la industria acuícola es una necesidad, no solamente desde el punto de vista defensivo frente a los cuestionamientos de las organizaciones ambientales, sino para evitar los riesgos de desbordamiento inherentes al desarrollo, así como para demostrar a la opinión pública en datos reales, los beneficios que esta industria aporta a la sociedad.

Recomendaciones de para la gestión integrada por regiones de las cuencas hidrológicas y la zona costera de México

La política nacional hacia la zona costera del país se fundamentará en la conservación de los ecosistemas y de sus recursos naturales, así como en el desarrollo sustentable de las actividades productivas y de los asentamientos humanos. El concepto de desarrollo sustentable admite un gradiente de posibilidades de uso y manejo de los recursos, que incluye los extremos de protección (no uso) y aprovechamiento (uso intensivo).

A continuación se presentan, clasificadas por temas, las propuestas específicas de política de lo que podría constituir la agenda de la sustentabilidad de la zona costera de México, así como las líneas de acción para cada una de ellas. Tres aspectos fundamentales constituyen los ejes de la política de manejo de la zona costera: integración del manejo, regionalización de la zona costera y diversificación de opciones. Se considera que a partir de estos temas torales la política de manejo será más

apropiada a las condiciones ambientales, socioeconómicas, políticas y culturales del país.

Recomendaciones: institucionales y administrativas

1. *Estrategia de Gestión Integrada de las Zonas Costeras.* Esta estrategia deberá modificar los enfoques tradicionales en los que se basan las políticas sectoriales, tratando de integrar lo ambiental, lo económico y lo social en el Plan Nacional de Desarrollo. Esto exige diseñar un programa especial transversal que determine contenidos de los programas sectoriales respectivos, desde una perspectiva territorial de sustentabilidad de las costas. En el mismo sentido, en los ámbitos estatal y municipal deberá realizarse un esfuerzo similar y complementario, y vincular su operación a través de los instrumentos de planeación, programáticos y legales.
2. *Creación del Programa Ambiental Especial de Gestión Integrada de la Zona Costera.* Debe integrar un diagnóstico general, ahora inexistente, que presente una visión de conjunto y de largo plazo sobre la zona costera del país, que oriente o defina los mecanismos administrativos e institucionales que permitan la integración de políticas, así como la coordinación y concertación entre los sectores involucrados (gubernamentales, productivos y académicos), la participación social y los mecanismos de evaluación del programa.
3. *Creación de Programas Regionales* de acuerdo con la definición de zona costera mexicana (Programa de Gestión Integral para la Zona Costera del Golfo y Caribe, del Pacífico Sur, del Golfo de California y del Pacífico Norte) que respondan a las especificidades de cada región y atiendan eficientemente las necesidades y los problemas económicos, sociales y ambientales regionales de la zona costera del país.
4. *Esquema de Desconcentración y Descentralización.* Las atribuciones legales operativas y las decisiones que atiendan a situaciones locales, deberán ocurrir en el propio ámbito local, con procesos y mecanismos transparentes y con capacidad legal para resolver los conflictos. La descentralización debe diseñarse de modo tal que se

- compartan atribuciones y se obligue a la participación de los diferentes actores sociales y económicos en las tareas de evaluación.
5. *Creación de estructuras orgánicas de coordinación y vinculación sectorial a escala federal, estatal y municipal.* Su conformación es el complemento del esquema de descentralización, así como la garantía de que los sectores de fomento y regulación intervengan directamente en la planeación, regulación y evaluación de las acciones de gobierno en las zonas costeras y que, además, tengan ligas institucionales que las obliguen a la interrelación. El diseño de estas estructuras debe valorar la incorporación de figuras tales como el gabinete presidencial, la comisión intersecretarial o fideicomisos públicos, entre otros.
 6. *Consideración del Ordenamiento Territorial* como instrumento eje de todas las políticas sectoriales y transversales gubernamentales que incluya lo natural, lo social y lo productivo, así como sus interacciones (todos los tipos de ordenamientos existentes y que se aplican a la zona costera).
 7. *Creación de espacios institucionales de participación social* orientados hacia las zonas costeras. Es indispensable fortalecer los procesos de participación social para que a su vez se fortalezcan la planeación y la evaluación a través de mecanismos institucionales locales para atender conflictos y resolverlos, teniendo como premisa la conciliación y la concertación de intereses (por ejemplo: juntas de conciliación o procuradurías sociales).
 8. *Elaboración de instrumentos económicos, financieros y fiscales.* Es indispensable contar con instrumentos que den certidumbre y seguridad jurídica en el largo plazo, cuya aplicación deberá destinarse primordialmente al proceso de desarrollo sostenible de las regiones costeras. Aunque es importante que la asignación de recursos a los estados se haga con base en su propia captación fiscal, la federación no debe poner en un segundo plano la transferencia de recursos a zonas económicamente deprimidas, para no acentuar los desequilibrios regionales del desarrollo.
 9. *Estrechar los vínculos de cooperación internacional.* Es indispensable

promover este tipo de relaciones ya que algunos de los problemas que se enfrentan en la zona costera tienen origen en otros países, o viceversa, algunos problemas que esos países padecen se originan en nuestro país.

Recomendaciones sobre el marco legal y jurídico

Creación de un marco jurídico para la zona costera que integre y vincule las distintas políticas e instrumentos que inciden en la gestión de la zona costera. Esto exige, tanto a nivel local como federal, reformas fiscales y de códigos civiles, a través de reformas constitucionales, para establecer jurídicamente, conceptos, estrategias e instrumentos específicos que den sustento legal en materia de planeación nacional, propiedad y competencia, en los que el término de sustentabilidad se inserte y sirva como punto de partida para el andamiaje jurídico en los tres órdenes de gobierno y en sus diferentes temas sectoriales.

Para ello se considera necesaria la creación de:

1. Figuras jurídicas orientadas a la gestión de las zonas costeras que representen modificaciones estructurales a los instrumentos de coordinación, concurrencia y colaboración entre la federación, los estados y los municipios.
2. Reformas a las leyes reglamentarias para incorporar el concepto de manejo integral de zonas costeras como estrategia transversal y establecer así disposiciones normativas específicas.
3. Reforma a los códigos fiscales para que sean las regiones costeras las que se beneficien directamente de la recaudación.
4. Conjunto de reformas legales orientadas a un mejoramiento de la aplicación de la ley. En materia de conservación y aprovechamiento sustentable de las zonas costeras, todos los esfuerzos de mejoramiento del marco jurídico serán insuficientes si no se mejora la aplicación de la ley. Es indispensable que no persistan los vacíos de ejecución y las constantes violaciones al estado de derecho, en cuanto a la zona costera se refiere.

Recomendaciones para la gestión económica

Desarrollo regional sustentable en las zonas costeras.

1. Valoración de impactos económicos, sociales y ambientales derivados del deterioro de los ecosistemas costeros.
2. Valoración económica del capital natural, de tecnologías alternativas y de servicios ambientales.
3. Evaluación de opciones de solución específicas en términos de costo beneficio.
4. Elaboración de instrumentos de fomento económico bajo criterios de sustentabilidad, delimitando responsabilidades y esquemas de concurrencia de los tres niveles de gobierno para el respaldo presupuestal y el proceso de instrumentación.

Enfoque regional integral

Permite evitar visiones sectoriales parcializadas, es promovido y adoptado por los tres órdenes de gobierno y los demás grupos de interés, a fin de conciliar intereses, y reducir la visión de dominio territorial y sectorial.

1. *Diagnósticos regionales.* La reducción de desequilibrios deberá identificar las limitantes y ventajas comparativas interregionales para determinar las posibles acciones desde los distintos campos de intervención (pública, privada y social).
2. *Conciliación de intereses y visión propia.* La política de zona costera deberá conciliarse con la política económica, a fin de alentar la consecución de la visión deseada.

Sustentabilidad en los distintos ámbitos regionales y locales (conservación y desarrollo).

La política de manejo de la zona costera deberá incluir aspectos de segregación espacial (zonificación) y temporal de las actividades (reglamentación y normas), así como criterios para la realización de mejores prácticas en las actividades económicas. Los modelos de ordenamiento y regulación de las actividades económicas deberán ser neutrales (evitar los

sesgos y satanizaciones) y desmitificar temáticas sobredimensionadas actualmente (fundamentalismos ecologistas o indigenistas).

Descentralización para la gestión del desarrollo regional.

1. Definición de las regiones desde perspectivas descentralizadas; definir una política de desarrollo económico regional a partir de grupos sociales, mediante el fortalecimiento de la capacidad de gestión local (presupuestos, decisiones, facultades, entre otros) y el impulso a mecanismos de gestión regional -asociaciones de municipios o comunas- que superen las visiones centralizadas en la orientación del desarrollo.
2. Reconocer la posible convivencia de actividades económicas, a partir de las mejores prácticas que pueda adoptar la actividad en cada región.
3. Revisión de los modelos de planeación que convencionalmente han dominado en México. (El determinismo geográfico, regional o cultural, ha provocado la cancelación de opciones productivas en diversas partes del país o el incremento de los problemas ambientales a escala regional.)

Integración de cadenas productivas

Se busca la complementariedad económica, asociada a la diversificación de actividades, bienes y servicios con valor agregado en las regiones. Para aprovechar y diversificar las actividades productivas, los bienes y los servicios es indispensable evaluar, desde el punto de vista ecológico, social y económico, el valor de los recursos de los ecosistemas costeros. Esto implica:

1. ***Estudios de viabilidad económica de proyectos productivos.*** Deberá considerarse la asignación de un valor económico a los impactos ambientales de cada proyecto e incluirlos como un costo en los estudios económicos.
2. ***Apoyar proyectos productivos que promuevan la integración de cadenas*** (proveeduría de insumos regionales, vinculación de localidades dentro de la región, entre otros.) mediante estímulos fiscales y apoyos financieros.

Reformulación

Es necesario modificar reglamentos internos y facultades administrativas, y formular nuevos arreglos institucionales entre los tres niveles de gobierno para la promoción de inversiones (nacionales e internacionales) y la gestión local en mercados nacionales e internacionales adecuados y factibles.

Promover una distribución equitativa de los beneficios del desarrollo

El desarrollo debe considerar a los pobladores locales, no sólo a los prestadores de servicios, e impulsar el mejoramiento del ingreso y su distribución en las economías locales. Esto implica, entre otras cosas:

1. Establecer programas de actividades alternativas para los casos en que los recursos costeros de los cuales dependen economías locales se encuentren sobreexplotados, e implantar, al mismo tiempo, programas de recuperación.

Vinculación con la política académica

Es fundamental abrir líneas de investigación que mejoren y creen metodologías apropiadas de valoración económica de recursos.

Incentivos e instrumentos económicos para la conservación

Para lograr la diversificación de productos, el incremento del valor agregado, el uso de tecnologías alternativas y mejores prácticas de planificación y manejo sustentable, es necesario impulsar la inclusión de mecanismos de certificación que impulsen el consumo de productos o servicios ajustados al cumplimiento de factores que aseguren la sustentabilidad de la actividad.

Reasignación de presupuestos a regiones y localidades

A través del establecimiento de mecanismos que garanticen el retorno de un importante porcentaje de los recursos derivados del pago de impuestos, derechos, aprovechamientos o productos fiscales, a la región de origen, y que estos se orienten a su aplicación en proyectos de manejo integral de la zona costera, será posible incentivar programas de protección y fomento de la actividad.

Recomendaciones sobre gestión social y cultural

1. ***Lograr la participación activa de la sociedad*** orientada hacia la obtención de un equilibrio entre los beneficios económicos, sociales y ambientales en la zona costera a través de:

- a) Creación de mecanismos para garantizar la participación ciudadana en la elaboración e implantación de los instrumentos de planeación y regulación.
- b) Promoción de reformas necesarias para ampliar y fortalecer la participación pública.
- c) Promoción de procesos democráticos para la toma de decisiones.
- d) Promoción de una cultura de derecho a la información.

2. ***Elaboración de políticas con consenso social***, a través de:

- a) Creación de espacios intersectoriales para la atención y resolución de conflictos.
- b) Instrumentación de programas locales de manejo.
- c) Promoción de la toma de decisiones ponderando los beneficios económicos sociales y ambientales.
- d) Establecimiento de mecanismos de capacitación, difusión y educación ambiental.
- e) Elaboración de diagnósticos de la zona costera, con la participación de la sociedad civil.
- f) Elaboración de herramientas y desarrollo de destrezas para el seguimiento, que permitan evaluar los resultados de los programas de manejo.
- g) Creación de una cultura de corresponsabilidad en la toma de decisiones.
- h) Revalorización de los proyectos locales de desarrollo, para que los actores locales participen desde la idea hasta la ejecución del proyecto.
- i) Impulsar programas de generación de empleos acuícolas bien remunerados que busquen evitar la pérdida de la cultura local por la necesidad de empleos mal pagados (por ejemplo, en el sector de servicios turísticos). Vincular este lineamiento con los programas

de educación ambiental, que promuevan la valoración de los elementos nativos y únicos de la zona costera y de las regiones costeras del país.

3. **Reconocimiento de los usos y costumbres** de las poblaciones locales en el aprovechamiento de los recursos naturales, siempre y cuando consideren condiciones u orientaciones sustentables y mantengan los niveles de armonía social.

4. **Favorecer la participación de grupos minoritarios y organizaciones no gubernamentales** a través de la instrumentación de alternativas de uso para los habitantes de la zona costera.

5. Integrar el concepto de género en la representación de la sociedad en la toma de decisiones.

Recomendaciones sobre gestión académica

1. Fortalecimiento de programas de investigación y postgrado para la zona costera, a través de:

- a) Creación de fondos para la investigación relacionada con el desarrollo acuícola sustentable en la zona costera (entre otros, para el desarrollo y validación de indicadores ambientales).
- b) Unificación y homogeneización de criterios de evaluación de proyectos entre agencias evaluadoras y de manejo.
- c) Desarrollo de programas interdisciplinaria a nivel licenciatura y postgrado relacionados con el desarrollo acuícola en la zona costera.
- d) Creación, promoción y fortalecimiento de revistas científicas nacionales arbitradas, que cumplan con los criterios internacionales de calidad.
- e) Creación de comités de evaluación, promoción y desarrollo de la investigación en el manejo de la acuicultura en la zona costera.
- f) Vinculación de los programas de investigación y docencia con los proyectos y necesidades de los sectores productivo y público, y desarrollo de programas de investigación que generen información

directa para el manejo de la acuicultura en las zonas costeras, diseñados de manera conjunta con las instituciones administrativas (usuarios) y apoyados con fondos mixtos.

- g) Promoción de la creación de programas de educación, a distintos niveles, que consideren la integración de diferentes áreas del conocimiento (por ejemplo ecología-derecho, acuicultura-administración), para formar profesionistas que puedan integrarse al sector público y que sirvan de enlace entre los sectores, para el desarrollo de la acuicultura. La academia, conjuntamente con los sectores público y privado, puede implementar Diplomados en Acuicultura Sustentable y Gestión Ambiental Costera. Es importante que estos programas sean impartidos de manera interdisciplinaria. Asimismo, se recomienda trabajar de manera modular, resolviendo problemas reales y de importancia regional que presenten los usuarios de la zona costera. Se propone desarrollar estos programas de acuerdo con la regionalización del país (por unidades de manejo) e integrarlos a la estrategia nacional.

2. Fortalecimiento, creación, actualización y acceso a bases de datos e inventarios, a través de:

- a) Creación de los canales o vías oficiales para el acceso y consulta a las bases de datos existentes.
- b) Favorecer la creación de bases de datos nacionales con instituciones responsables de la colección de información, su mantenimiento y acceso.
- c) Establecer mecanismos de evaluación de la información disponible, para poder determinar fortalezas y debilidades.

3. Fortalecimiento de vinculación intersectorial, a través de:

- a) Establecer un programa de becas para que estudiantes y académicos realicen estancias de trabajo en dependencias gubernamentales e integrar los objetivos y programas de estas dependencias al proceso de formación de los alumnos. Asimismo establecer la participación de grupos de instancias de gobierno dentro de instituciones

académicas.

- b) Fortalecer los vínculos con otros países para fomentar el intercambio académico en el tema de la acuicultura costera.
- c) Establecer y fortalecer los canales de comunicación entre los sectores académico, gubernamental y social, así como implantar mecanismos de coordinación entre las políticas públicas que aplican las diferentes dependencias en materia de investigación, garantizando criterios comunes de promoción y evaluación.
- d) Promover la simplificación administrativa.
- e) Promover la eficiencia en la comunicación intersectorial.

4. *Difusión y vinculación con el público*, mediante:

- a) Ampliar o crear espacios de difusión sobre la acuicultura como un bien de seguridad nacional en los medios masivos.
- b) Promover la vinculación con las organizaciones que operan programas de divulgación del desarrollo sustentable.
- c) Generar materiales para el sector educativo.
- d) Crear o fortalecer programas de educación de desarrollo sustentable en las zonas costeras.

		Análisis Regional. Aspectos prioritarios					
		Económico	Social	Ambiental	Tecnológico	Normativo	Institucional
Región Pacífico Norte	Mercados: Regional Fronterizo California-Arizona EUA, Japón, Europa	Camarón Ostión Moluscos Peces marinos Tilapia-Bagre Trucha Langostía AD	Desarrollo de empresas y granjas familiares	Interacción con agroindustria	Investigación: CIBNOR, CIAD, UAS, ICML, UABC UABCS, UNISON, ITESM, ITSON, CICIMAR, CIIDIR, CICESE.	Cámaras, CONAPESCA	Gob. Edos.
Región Pacífico Sur	Mercados: Regional, Guadalajara, EUA, Japón, Europa	Camarón Ostión Peces marinos Trucha Carpa Tilapia-Bagre Langostía AD	Empresas y granjas familiares	Interacción con turismo	CRIPS (2) UNIMAR UAG	Cámaras, CONAPESCA	Gob. Edo.
Región Centro	Mercado Regional México, D. F.	Trucha Carpa Tilapia-Bagre Langostía AD	Empresas y granjas familiares	Urbes Industria Agroindustria	IPN UNAM UAM	Cámaras, CONAPESCA	Gob. Edo.
Región Golfo de México	Mercados Regional Fronterizo Tejas Monterrey-México Europa	Camarón Ostión Peces marinos Trucha Carpa Tilapia-Bagre Langostía AD	Empresas y granjas familiares	Industria Urbes Agroindustria	CRIPS (2) UANL, UAT, UV, ITMAR	Cámaras, CONAPESCA	Gob. Edo.
Región Caribe	Mercados Regional Florida Europa	Camarón Ostión Peces marinos Tilapia-Bagre	Empresas y granjas familiares	Turismo	CRIPS (2) CINVESTAV UNAM U. Marista		
Nacional	Integrar redes. Mercado interno.	Crecimiento basado en demanda	Inclusión Manejo integrado	Ordenamiento por cuencas y subcuencas	Innovación Tecnologías eficientes	Normas voluntarias	Concertación

6

ACCIONES ORIENTADAS AL DESARROLLO SUSTENTABLE DEL SECTOR ACUICOLA

6.1 Acciones de Articulación

6.1.1 Acciones en el eje económico

Acciones genéricas

- ◆ Impulsar sistemas de certificación de origen, sanidad, inocuidad, bioseguridad, y funcionalidad de los productos acuícolas.
- ◆ Impulsar sistemas de certificación de sustentabilidad de los procesos de producción.
- ◆ Desarrollo de proveedores nacionales de reproductores con pedigrí; postlarvas, semillas y crías; alimentos amigables; servicios ambientales acreditados.

Acciones específicas

- ◆ Consolidar una empresa integradora que permita mejorar condiciones de comercialización.(Cultivo de abulón).

- ◆ Promover con las empresas nacionales la comercialización de abulón enlatado, como un producto de alta calidad, alternativo y distinto al de la pesquería, sin menoscabo del producto y prestigio tradicional de la marca. (Cultivo de abulón).
- ◆ Estudios de red de valor y planes de negocios para clusters de maricultura, para el cultivo comercial de almeja catarina, considerando la preengorda de semilla en suspensión y la engorda libre en el fondo. (Cultivo de Almeja Catarina)
- ◆ Estudios de red de valor y planes de negocios para clusters acuícolas, para almeja mano de león *N. subnodosus* en Baja California y Baja California Sur. (Cultivo de Almeja Mano de León).
- ◆ Estudios de reconversión productiva acuícola para agrupaciones sociales, para almeja mano de león *N. subnodosus*. (Cultivo de Almeja Mano de León).
- ◆ Integrar la red de valor de camarón. (Cultivo de Camarón).
- ◆ Privilegiar el desarrollo y la innovación en las subcuencas donde haya esfuerzos de integración y de ordenamiento, además del criterio de marginación. (Cultivo de Camarón).
- ◆ Incentivar el desarrollo de granjas en la zona tropical del Pacífico Sur y Golfo de México que permita abastecer a la red de valor de producción para la estación de enero a mayo, incrementando el uso de capacidad instalada en laboratorios de la Región Pacífico Norte. (Cultivo de Camarón).
- ◆ Desarrollar proveedores de equipos de aireación, generadores eléctricos. (Cultivo de Camarón).
- ◆ Fomentar la infraestructura eléctrica en aquellas cuencas que realicen esfuerzos de ordenamiento e integración. (Cultivo de Camarón).
- ◆ Estudio de red de valor para la identificación de mercado y planes de negocios de al menos un cluster (en la región) para la producción intensiva en jaulas o granjas, que incluya a productores familiares promovidos por el programa de acuicultura rural. (Cultivo de Carpa).
- ◆ Apoyar el desarrollo de la industria con aportación complementaria de programas federales y estatales. (Cultivo de langosta de agua dulce).
- ◆ Desarrollo de canales de comercialización para nuevos productos.

- (Cultivo de langosta de agua dulce).
- ◆ Estudios de red de valor y planes de negocios para clusters ostrícolas, para ostión de placer *C. corteziensis*. (Cultivo de ostión de placer).
 - ◆ Estudios de reconversión productiva ostrícola para agrupaciones sociales, para el ostión de placer *C. corteziensis*. (Cultivo de ostión de placer).
 - ◆ Proyecto tipo para planta depuradora de ostión de placer *C. corteziensis*. (Cultivo de ostión de placer).
 - ◆ Estudios de red de valor y planes de negocios para clusters ostrícolas, para ostión japonés *C. gigas* en B.C.S. y Sonora. (Cultivo de ostión japonés).
 - ◆ Estudios de reconversión productiva ostrícola para agrupaciones sociales, para ostión japonés *C. gigas*. (Cultivo de ostión japonés).
 - ◆ Estudio de red de valor para la identificación de mercado y planes de negocios de al menos un cluster (en la región) para la producción intensiva con semilla de laboratorio. (Cultivo de ostión del Golfo).
 - ◆ Puesta en marcha de por los menos dos depuradoras de ostión. (Cultivo de ostión del Golfo).
 - ◆ Fomento al desarrollo de parques de perlicultura. (Cultivo de ostras perleras).
 - ◆ Estudios de red de valor y planes de negocios para clusters acuícolas de perlicultura. (Cultivo de ostras perleras).
 - ◆ Promover la denominación de origen del producto perlero. (Cultivo de ostras perleras).
 - ◆ Asociación de los cultivos iniciales con el cultivo de otras especies. (Cultivo de ostras perleras).
 - ◆ Dar preferencia ayudas y subvenciones ligadas con proyectos para las producciones de semilla. (Cultivo de peces marinos).
 - ◆ Dar preferencia a ayudas y subvenciones para proyectos de engorda que utilicen especies cuya semilla se haya producido en laboratorio. (Cultivo de peces marinos).
 - ◆ Estudio de red de valor para la identificación de mercado y planes de negocios de al menos un cluster para la producción intensiva en jaulas o granjas, que incluya a productores familiares promovidos por el

- programa de acuacultura rural. (Cultivos de tilapia y bagre).
- ◆ Apoyo a las iniciativas de integración de los productores. (Cultivo de truchas).
- ◆ Dirigir las ayudas y subvenciones hacia los planes nacionales por cultivo. (Cultivo de peces marinos).

6.1.2. Acciones en el eje social

Acciones genéricas

- ◆ Promover la fundación y consolidación de Comités de manejo integrado de los cultivos, Comités de manejo integrado de las cuencas hidrológicas, Comités de gestión de los Programas Estatales de cultivo y Comités regionales de sanidad acuícola.
- ◆ Fomentar la creación de distritos acuícolas en las subcuencas.
- ◆ Promover la organización de los productores con una cultura acuícola empresarial.
- ◆ Impulsar la capacitación, el grado de calificación técnica de los trabajadores y la acreditación de competencias laborales en la industria acuícola.
- ◆ Promover foros de consulta ambiental a nivel municipal y estatal.

Acciones específicas

- ◆ Apoyar al sector social en proyectos de engorda comercial. (Cultivo de Abulón)
- ◆ Impulsar la capacitación técnica mediante cursos y talleres. (Cultivo de Peces marinos).
- ◆ Desarrollar un programa de acreditación del personal de las granjas para garantizar que tengan los conocimientos necesarios para garantizar buenas prácticas de manejo. (Cultivo de Camarón).
Mejorar el índice de remuneración por empleo, mediante el uso de tecnología intensiva (Cultivo de Camarón).
- ◆ Agrupar a los pequeños productores en clusters de granjas familiares (Cultivo de Camarón).
- ◆ Promover la integración horizontal de las granjas en cada una de las

- cuencas, incluyendo a la sociedad de las mismas en el desarrollo. (Cultivo de Camarón).
- ◆ Fortalecimiento de los comités técnicos por embalse como instancia de desarrollo incluyente. (Cultivo de Carpa).
 - ◆ Participación de Gobiernos estatales e instituciones académicas en la operación de centros acuícolas y en proyectos productivos específicos. (Cultivo de Carpa).
 - ◆ Impulsar programas de entrenamiento y capacitación técnica de productores e inversionistas potenciales. (Cultivo de Langosta de Agua Dulce).
 - ◆ Fortalecimiento de los comités técnicos por cuerpo de agua costero como instancia de desarrollo incluyente. (Cultivo de Ostión del Golfo).
 - ◆ Fortalecimiento de los comités técnicos por embalse como instancia de desarrollo incluyente. (Cultivo de Tilapia).
 - ◆ Apoyar al sector productivo en proyectos de consolidación de infraestructura de laboratorio, validación y escalamiento tecnológico para producción de semilla de moluscos nativos. (Cultivo de pectinidos: Almeja mano de león y almeja Catarina).
 - ◆ Apoyar al sector productivo en proyectos de consolidación de infraestructura de laboratorio, para validación y escalamiento tecnológico para la producción de semilla de moluscos nativos. (Cultivo de ostión de placer).
 - ◆ Apoyar al sector productivo y centros de investigación en proyectos de investigación y desarrollo, para la selección genética y producción de pies de cría con pedigrí (Cultivo de ostión *C. gigas* y *C. corteziensis*).
 - ◆ Apoyar al sector productivo social y privado en proyectos conjuntos de engorda comercial, mediante el manejo integral de cuerpos de agua bien delimitados. (Cultivo de Pectínidos Almeja Mano de león y Catarina).

6.1.3. Acciones en el eje ambiental

Acciones genéricas

- ◆ Elaborar y ejecutar planes de manejo integrado para cada cultivo.
- ◆ Realizar un análisis del inventario ambiental y su estado de conservación o transformación
- ◆ Promover el establecimiento de un marco ambiental legal adecuado (estudios de impacto ambiental), sustentado en un sistema de licenciamiento de tres niveles, basados en la compatibilidad del proyecto con el espacio natural, el control ambiental del proceso de construcción del proyecto, y la operación del proyecto bajo estándares de sostenibilidad ambiental.
- ◆ Realizar acuerdos interinstitucionales para elaborar planes de manejo integrado de las cuencas hidrológicas con desarrollo acuícola.
- ◆ Realizar un acuerdo con la industria acuícola para el uso de tecnologías limpias, la certificación del uso de buenas practicas, la certificación ISO14000 y la adopción de códigos de conducta.
- ◆ Realizar estudios de ordenamiento para el manejo integrado.
- ◆ Realizar acuerdos con los gobiernos estatales para la adopción de: Los planes de manejo integrado de cada uno de los cultivos acuícolas que se fomenten en el estado; el modelo de ordenamiento para el desarrollo acuícola en los estados (ver términos de referencia); y la planificación integrada de cuencas acuícolas.
- ◆ Elaborar acuerdos con los gobiernos estatales para promover y fomentar la acuicultura en cuencas que cuenten con estudios de planificación.
- ◆ Elaborar una SIG que sirva de plataforma común para integrar los estudios de planificación de cuencas con áreas potenciales para desarrollo de la acuicultura, el proceso de licenciamiento y la información resultante del monitoreo de las cuencas.
- ◆ Reconocimiento a nivel de cuenca o subcuenca de las presiones naturales o humanas, con influencia en la zona costera.
- ◆ Identificación de las áreas litorales óptimas para el cultivo de moluscos, crustáceos y peces.

- ◆ Zonificación y planificación de sitios cuyo propósito sea la acuicultura.
- ◆ Difusión o elaboración de manuales de buenas prácticas de manejo, para cultivos específicos de moluscos, crustáceos y peces.

Acciones específicas

- ◆ Estudios de ordenamiento para el manejo integrado de cuerpos de agua para el cultivo, incluido el diagnóstico, seguimiento y control de la calidad ambiental en los sitios seleccionados. (Cultivo de pectínidos: Almejas Mano de León y Catarina).
- ◆ Estudios de capacidades ambientales de los sitios donde se sitúen los cultivos. (Cultivo de Atún y Jurel).
- ◆ Iniciar el ordenamiento hidráulico de las cuencas, incluyendo tomas y descargas. (Cultivo de Camarón).
- ◆ Realizar acuerdos de aguas limpias con los otros sectores usuarios de las cuencas, para garantizar la calidad del agua, sugerir el uso de sistemas de riego agrícola presurizado, uso mínimo de pesticidas y plantas de tratamiento de aguas residuales. (Cultivo de Camarón).
- ◆ Estudios de ordenamiento para el manejo integrado de cuerpos de agua principales. (Cultivo de Carpa, Tilapia y Bagre). Estudios para el diagnóstico, seguimiento y control de la calidad ambiental en los cuerpos de agua. (Cultivo de Carpa, Tilapia y Bagre).
- ◆ Estudios de ordenamiento para el manejo integrado de cuerpos de agua para ostricultura intensiva. (Cultivo de Ostión de Placer). Estudios para el diagnóstico, seguimiento y control de la calidad ambiental en los cuerpos de agua seleccionados. (Cultivo de Ostión de Placer).
- ◆ Estudios para el diagnóstico y seguimiento de la presencia de patógenos en las poblaciones de ostión naturales (Ostión de Placer, *C. corteziensis*) y cultivadas (Ostión japonés, *C. gigas*).
- ◆ Estudios de ordenamiento para el manejo integrado de cuerpos de agua para ostricultura intensiva. (Cultivo de Ostión japonés).
- ◆ Estudios para el diagnóstico, seguimiento y control de la calidad ambiental en los cuerpos de agua seleccionados. (Cultivo de Ostión japonés).

- ◆ Estudios de ordenamiento para el manejo integrado de cuerpos de agua principales. (Cultivo de Ostión del Golfo).
- ◆ Estudios para el diagnóstico, seguimiento y control de la calidad ambiental en los cuerpos de agua. (Cultivo de Ostión del Golfo).
- ◆ Estudios de capacidades ambientales de los sitios donde se sitúe el sistema de cultivo. (Cultivo de peces marinos).
- ◆ Estudios continuos de impacto y vigilancia ambiental. (Cultivo de peces marinos).
- ◆ Planeación y organización general del conjunto de empresas en las cuencas. (Cultivo de peces marinos).
- ◆ Estudios de ordenamiento para el manejo integrado de cuerpos de agua. (Cultivo de Tilapia, Carpa, Bagre).
- ◆ Estudios para el diagnóstico, seguimiento y control de la calidad ambiental en los cuerpos de agua. (Cultivo de Tilapia)

6.1.4. Acciones en el eje tecnológico

Acciones genéricas

- ◆ Promover proyectos de investigación para conocer los requerimientos nutricionales específicos de las especies de interés acuícola, que permitan mejorar el crecimiento, aumentar la salud, resistir las enfermedades, aumentar la eficiencia y mejorar la funcionalidad.
- ◆ Fomentar el apoyo a proyectos de investigación para conocer la variabilidad de las propiedades nutrimentales de los ingredientes utilizados, y elaborar tablas específicas sobre el perfil nutricional de los ingredientes, la disponibilidad de nutrientes y la energía digerible.
- ◆ Promover proyectos de investigación orientada para el diseño específico de alimentos eficientes, inocuos, amigables y funcionales.
- ◆ Desarrollar investigación orientada sobre la biología de las especies con potencial de cultivo, a fin de desarrollar tecnologías sustentables.
- ◆ Desarrollar canales de comercialización para nuevas especies.
- ◆ Promover acuerdos con los fondos sectoriales y mixtos para el apoyo

de proyectos de investigación básica, que utilicen las especies o los sistemas de interés acuícola como modelo de estudio, en temas estratégicos.

Acciones específicas

- ◆ Fomentar la investigación y el desarrollo tecnológico del cultivo de las siguientes especies: *Lutjanus peru*, *Lutjanus colorado*, *Mycteroperca rosacea*, *Paralichthys californicus*, *Totoaba macdonaldi*, *Lutjanus campechanus*, *Trachinotus carolinus*, *Sciaenops ocellatus*, *Centropomus undecimalis*, *Rachycentrum canadum*. (Cultivo de Peces Marinos).
- ◆ Fomentar la investigación de especies nativas de moluscos bivalvos con potencial de cultivo y de pulpo *Octopus maya* (Cultivo de moluscos).
- ◆ Fomentar la investigación en nutrición, reproducción, enfermedades y parásitos de atún y jurel, así como de los riesgos ambientales (ej. mareas rojas) sobre este tipo de cultivos. (Cultivo de Atun y Jurel).
- ◆ Producción de semilla certificada de almeja mano de león, mediante programas de mejoramiento genético Gobierno-Academia-Empresa, en laboratorios y centros de investigación existentes, así como escalamiento y transferencia tecnológica a engordadores. (Cultivo de Almeja Mano de León).
- ◆ Escalamiento en la producción de semilla en el laboratorio y cultivo a talla comercial del hacha china *A. maura* en condiciones estuarinas y de granja camaronicola, en colaboración con empresarios y productores sociales. (Cultivo de Hacha).
- ◆ Incentivar la innovación de la industria procesadora para aumentar el grado de diferenciación de los productos (Cultivo de Camarón).
- ◆ Promover dentro de la industria del cultivo del camarón la adopción de un compromiso para utilizar tecnologías que garanticen el retorno de aguas residuales limpias. (Cultivo de Camarón).
- ◆ Consolidar el programa de mejoramiento genético entre la industria y los centros de investigación. (Cultivo de Camarón).
- ◆ Establecer estándares de ingeniería y de manejo para garantizar la calidad de agua de los efluentes mediante: recirculación,

- sedimentación, biofiltración y cultivos en serie (Cultivo de Camarón).
- ◆ Modernizar los laboratorios para garantizar la producción de postlarvas de calidad (Cultivo de Camarón).
 - ◆ Promover un acuerdo con la industria de alimentos balanceados para la mejora continua de las formulaciones que permita aumentar la eficiencia de uso de los alimentos (Cultivo de Camarón).
 - ◆ Inducir a la industria para cambiar la práctica de alimentación al boleo por la práctica del uso de alimentadores (Cultivo de Camarón).
 - ◆ Promover la adopción de tecnologías que hagan más eficiente el uso del suelo, con mejor ingeniería en las granjas y mayor profundidad en los estanques. (Cultivo de Camarón).
 - ◆ Diseñar, instrumentar e implantar un sistema de selección genética y distribución de pies de cría para la carpa. (Cultivo de Carpa)
 - ◆ Actualización de las tecnologías y procedimientos operativos en los centros acuícolas, con especial énfasis en mejoramiento genético, control sanitario, y estandarización de la calidad de las crías. (Cultivo de Carpa).
 - ◆ Fomentar la transferencia tecnológica disponible en centros de investigación. (Cultivo de Langosta de Agua Dulce).
 - ◆ Apoyar el establecimiento de domesticación de pies de cría seleccionados, respaldados por centros de investigación y entidades de fomento. (Cultivo de Langosta de Agua Dulce).
 - ◆ Establecer un centro de producción de semilla seleccionada. (Cultivo de Langosta de Agua Dulce).
 - ◆ Desarrollo tecnológico para la producción de semilla en el laboratorio y cultivo a talla comercial del mejillón tropical *M. capax* en condiciones estuarinas y de granja camaronícola, en colaboración con empresarios y productores sociales. (Cultivo de Mejillón).
 - ◆ Producción de semilla certificada de ostión de placer, mediante programas de mejoramiento genético Gobierno-Academia-Empresa, en centros ostrícolas existentes y en proyectos productivos específicos. (Cultivo de Ostión de Placer).
 - ◆ Producción de semilla certificada de ostión, mediante programas de mejoramiento genético Gobierno-Academia-Empresa, en centros

- ostrícolas existentes y en proyectos productivos específicos. (Cultivo de Ostión Japonés).
- ◆ Actualización de las tecnologías y procedimientos operativos en los centros ostrícolas, con especial énfasis en control sanitario, y estandarización de la calidad de semilla. (Cultivo de Ostión Japonés).
 - ◆ Actualización de las tecnologías y procedimientos operativos en la ostricultura para *C. virginica*. (Cultivo de Ostion del Golfo).
 - ◆ Laboratorio productor de semilla de ostión americano *C. virginica* con especial énfasis en mejoramiento genético, control sanitario y estandarización de calidad de semilla. (Cultivo de Ostión del Golfo).
 - ◆ Desarrollo tecnológico para la producción de semilla de madreperla y concha nácar en el laboratorio, con manejo de pies de cría y selección genética de reproductores. (Cultivo de Ostras perleras).
 - ◆ Puesta al día de las tecnologías y procedimientos operativos en los centros acuícolas, con especial énfasis en mejoramiento genético, control sanitario y estandarización de la calidad de alevines. (Cultivo de tilapia).
 - ◆ Promoción de programas de mejoramiento genético en conjunto con productores, para mejorar la talla. (Cultivo de bagre).
 - ◆ Establecer un programa de mejoramiento genético para el cultivo de truchas nativas. (Cultivo de trucha).
 - ◆ Promover la producción de trucha asalmonada. (Cultivo de trucha).
Promover la producción nacional de huevo de truchas. (Cultivo de trucha).

6.1.5. Acciones en el eje jurídico normativo

Acciones genéricas

- ◆ Promover la aplicación de la nueva Ley General de Pesca y Acuicultura.
- ◆ Propiciar la implementación de leyes estatales de Pesca y Acuicultura.
- ◆ Generar certidumbre y reconocimiento legal para la industria.
- ◆ Promover la actualización de los instrumentos legales y normativos relativos al licenciamiento ambiental de empresas acuícolas.

- ◆ Clarificar los procesos para dar acceso y/o exclusividad al aprovechamiento de los recursos acuícolas, dentro de un marco legal.
- ◆ Actualizar las normas sanitarias para la importación de "semillas", privilegiando la producción regional.
- ◆ Actualizar las normas sanitarias para la importación de productos acuícolas similares a las regiones de producción.
- ◆ Actualizar las normas sanitarias para la importación de insumos utilizados directa o indirectamente por la industria acuícola.
- ◆ Actualizar la normatividad obligatoria en materia de elaboración de alimentos para uso acuícola.
- ◆ Lograr acuerdos con los sectores para la adopción de normas voluntarias, códigos de conducta y buenas prácticas de manejo.
- ◆ Incentivar la acreditación de las empresas acuícolas y de sus proveedores en el cumplimiento de la normatividad obligatoria.
- ◆ Incentivar la certificación de las empresas acuícolas y sus proveedores en ISO14000.

Acciones específicas

- ◆ Transparentar el acceso al uso de sargazo y de reproductores de la especie. (Cultivo de Abulón).
- ◆ Proponer la modificación de la Ley de Aguas Nacionales para redefinir las prioridades de uso del agua con fines acuícolas en relación con otras actividades. (Cultivos de trucha, bagre, langosta de agua dulce, carpa y tilapia).

6.1.6. Acciones en el eje Institucional

Acciones genéricas

- ◆ Impulsar acuerdos para garantizar la calidad de agua de los embalses y los sistemas costeros de las cuencas acuícolas.
- ◆ Impulsar acuerdos interinstitucionales con los gobiernos de los estados para elaborar planes de manejo integrado de las cuencas hidrológicas y la creación de Comités de Manejo Integrado para aquellas cuencas con desarrollo acuícola.

- ◆ Realizar un acuerdo con la industria acuícola para el uso de tecnologías limpias, la certificación del uso de buenas prácticas de manejo, la certificación ISO14000 y la adopción de códigos de conducta.
- ◆ Impulsar acuerdos con los gobiernos de los estados para la integración de Programas Estatales para los diferentes cultivos acuícolas que se fomenten, la fundación de comités de manejo integrado de los sistemas de cultivo, y comités de sanidad.

Acciones específicas

- ◆ Vinculación con instituciones de investigación y CONACyT para proyectos de investigación y desarrollo, incluyendo los programas de repoblación. (Cultivo de Abulón).
- ◆ Planeación y organización general del conjunto de empresas por cuenca.
- ◆ Estudios continuos de impacto y vigilancia ambiental.
- ◆ Fomentar la vinculación de los sectores científico y empresarial acuícola para la realización de evaluaciones a escala precomercial de nuevas especies de peces, moluscos y langosta de agua dulce.
- ◆ Conducir ayudas y subvenciones hacia los planes nacionales por cultivo.
- ◆ Participación de gobiernos estatales e instituciones académicas en la operación de centros acuícolas y en proyectos productivos específicos. (Cultivo de tilapia y bagre).

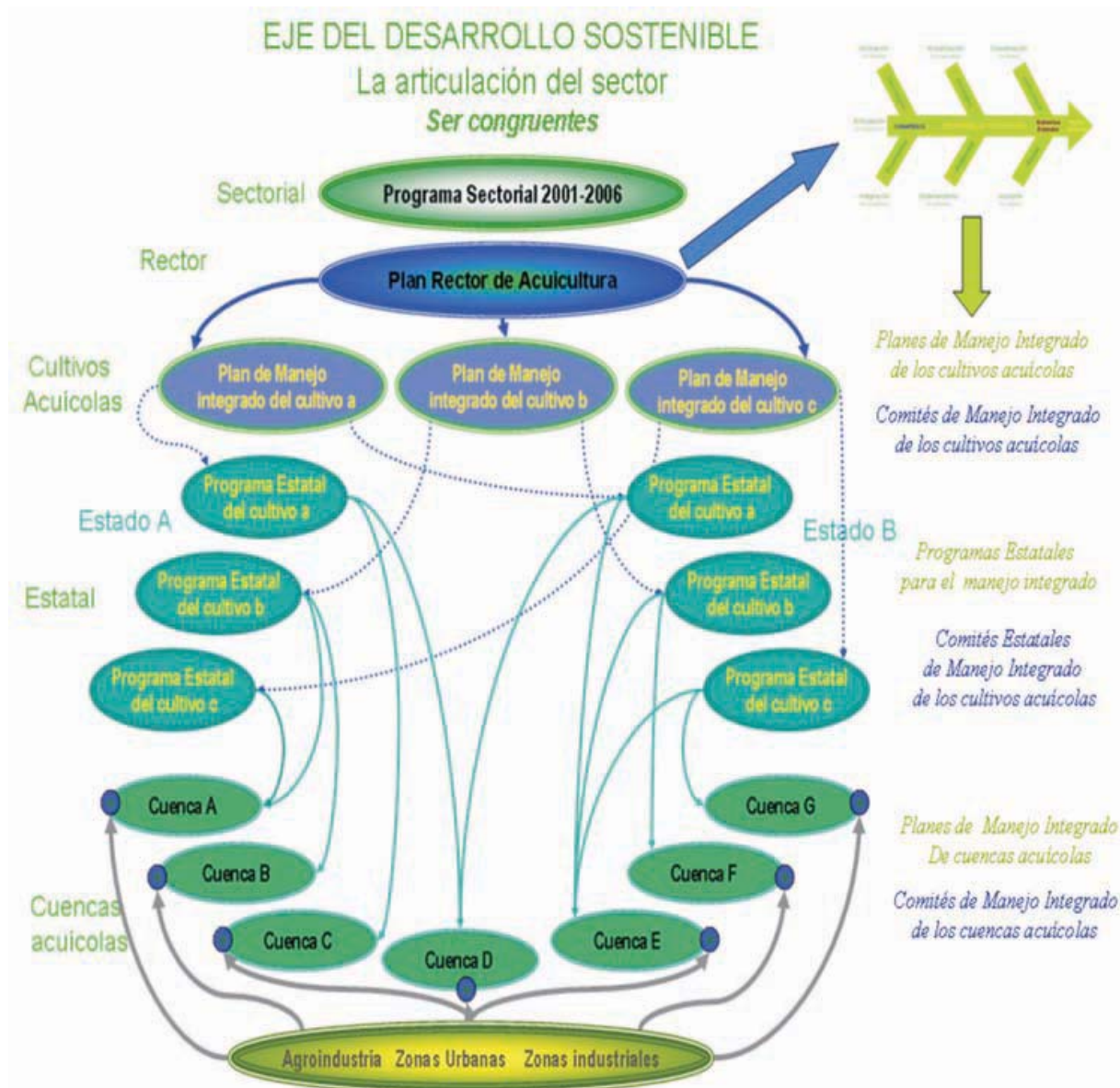
6.1.7. Acciones CONAPESCA

- ◆ Monitorear, evaluar y actualizar el Plan Rector en materia acuícola.
- ◆ Elaborar, evaluar y actualizar los planes regionales.
- ◆ Elaborar, evaluar y actualizar los planes de manejo integrado por cultivo donde se establezcan políticas y objetivos nacionales.
- ◆ Proponer, implantar, monitorear y evaluar indicadores de sustentabilidad.
- ◆ Elaborar y actualizar un Sistema de Información Geográfica que integre la información sobre las cuencas acuícolas del país.

- ◆ Establecer sistemas de acceso a las redes de información acuícola.
- ◆ Realizar diagnósticos actualizados en materia acuícola.

6.2 Acciones de Integración de los Ejes del Desarrollo Sustentable

Integración y ordenamiento



6.2.1 Elaboración de planes de manejo integrado de los cultivos acuícolas

Problema

La actual base de planeación de la acuicultura no contiene elementos que le aseguren sustentabilidad, debido a que no incluye aspectos de desarrollo económico, social y ambiental suficientemente articulados con los aspectos tecnológicos, jurídicos e institucionales, lo que incide en problemas de eficiencia, competencia, orden, inclusión, actualización, eficacia y congruencia.

Impacto

Permitirá disponer de instrumentos de manejo que aseguren la sustentabilidad del desarrollo acuícola, que articulen los ejes del desarrollo, que sirvan de guía rectora para el desarrollo de los programas estatales de cultivos acuícolas y para los agentes que participan en el desarrollo de los cultivos.

Beneficios o ventajas

Articulación de los ejes del desarrollo económico, ambiental, social, tecnológico, jurídico-normativo e institucional en cada uno de los cultivos prioritarios para que la industria acuícola sea congruente con el desarrollo sustentable, tecnológicamente eficiente, económicamente competente, ambientalmente ordenada, socialmente incluyente, legal y normativamente responsable e institucionalmente eficaz.

Marco de Referencia

La carencia de planes de manejo integrado de los cultivos acuícolas no solamente ha incidido en la desarticulación de los diferentes ejes de la actividad, sino en la dispersión y en la falta de criterios uniformes para seleccionar modelos de desarrollo que permitan situar a la industria en una posición de ventaja estratégica. Adicionalmente ha constituido una pérdida de oportunidad para incorporar criterios de planeación para el desarrollo sustentable, internacionalmente válidos, que adicionalmente pueden constituir una herramienta para resolver de manera integral los problemas del sector.

Creación de Comités de Manejo Integrado de los cultivos acuícolas de mayor valor y volumen.

Los cultivos de camarón, tilapia, trucha, carpa, bagre y ostión, representan el mayor volumen y valor de la producción acuícola del país. La creación de los comités será un instrumento para la consolidación de la industria en base a una mayor eficiencia, competencia, inclusión y ordenamiento.

Creación de Comités de Manejo Integrado de los cultivos acuícolas con potencial de expansión.

Los cultivos de atún-jurel, langosta de agua dulce, abulón, mejillón, ostras perleras (concha nácar), almejas mano de león y catarina, han sido desarrollados de manera exitosa a pequeña escala por centros de investigación y universidades, e incluso por algunas empresas y asociaciones de productores. La creación de los comités sentará las bases para evaluar el potencial real de estas especies y en caso afirmativo, promover el crecimiento de la industria con base a la demanda de sus productos.

Revisión y autorización de los términos de referencia para la elaboración de los planes de manejo integrado.

La elaboración de los términos de referencia permitirá garantizar que los planes de manejo integrado incluyan todos los aspectos de la planeación para el desarrollo sustentable, incluyendo los ejes económico, tecnológico, ambiental, jurídico-normativo, social e institucional. De igual manera permitirá incluir elementos de planeación internacionalmente válidos, lo que garantizara que independientemente del cultivo acuícola de que se trate, todos serán manejados bajo criterios y estándares uniformes.

Elaboración de los planes de manejo integrado de los cultivos acuícolas de mayor valor y volumen.

Se recomienda que sean elaborados planes separados para los cultivos de camarón, tilapia, trucha, carpa, bagre y uno solo para el ostión, que integre las tres especies principales (del Golfo, de placer y japonés). De igual manera, dar énfasis a la innovación tecnológica, para implantar modelos

de producción eficientes, programas de mejoramiento genético, integración de redes de valor, definición de límites de cambio aceptables dentro de las cuencas donde se desarrolla la actividad, acreditación y certificación de las empresas en el cumplimiento de normas y modelos de alta inclusión social.

Elaboración de los planes de manejo integrado de los cultivos acuícolas con potencial de expansión.

Se recomienda que sean elaborados planes para los cultivos de atún-jurel, langosta de agua dulce, abulón, mejillón, ostras perleras (concha nácar) y uno solo para el cultivo de pectínidos, que integre las especies principales (mano de león-catarina). Asimismo, dar mayor énfasis a las evaluaciones de capacidades ambientales y capacidad de carga, así como a la elección de un modelo de desarrollo que garantice la sustentabilidad.

Se recomienda que sean elaborados planes para los cultivos de atún-jurel, langosta de agua dulce, abulón, mejillón, ostras perleras (concha nácar) y uno solo para el cultivo de pectínidos, que integre las especies principales (mano de león-catarina). Asimismo, dar mayor énfasis a las evaluaciones de capacidades ambientales y capacidad de carga, así como a la elección de un modelo de desarrollo que garantice la sustentabilidad.

Realizar reuniones de los Comités de manejo integrado para la revisión y adopción de los planes elaborados.

Las reuniones tienen como propósito que los planes elaborados sean adoptados por los integrantes del Comité, sean tomados en cuenta en las acciones de la industria y sirvan como una guía para los Programas Estatales para el manejo integrado de los Cultivos.

Entregar los Planes de Manejo Integrado a los gobiernos de los estados y a las representaciones participantes para su ejecución a todos los niveles. Esta acción permitirá garantizar el que los planes de manejo sean aplicados a nivel estatal en la planeación de las cuencas acuícolas.

Acciones para desarrollar los planes de manejo integrado de los cultivos acuícolas
Creación de los Comités de Manejo Integrado de los cultivos acuícolas de mayor valor y volumen. <i>CMI</i> (Camarón, ostión, tilapia, trucha, carpa y bagre).
Creación de los Comités de Manejo Integrado de los cultivos acuícolas con potencial de expansión . <i>CMI</i> (Atún-jurel, langosta de agua dulce, abulón, mejillón, ostras perleras (concha nácar), almejas mano de león y catarina).
Revisión y autorización los términos de referencia para la elaboración de los planes de manejo integrado.
Elaboración de los planes de manejo integrado de los cultivos acuícolas de mayor valor y volumen (Camarón, ostión, tilapia, trucha, carpa y bagre).
Elaboración de los planes de manejo integrado de los cultivos acuícolas con potencial de expansión (Atún-jurel, langosta de agua dulce, abulón, mejillón, ostras perleras (concha nácar), almejas mano de león y catarina).
Realizar reuniones de los Comités de manejo integrado para la revisión y adopción de los planes elaborados.
Entregar los Planes de Manejo Integrado a los gobiernos de los estados y a las representaciones participantes para su ejecución.
Seguimiento de logros y evaluación de los Planes de Manejo Integrado.
Revisión y actualización anual de los Planes de manejo integrado.

Seguimiento y evaluación de los planes de Manejo Integrado.

La generación de bases de datos y el seguimiento de indicadores de sustentabilidad de tipo económica, tecnológica, ambiental, normativa e institucional, permitirá evaluar el grado de éxito de los planes de manejo integrado y, en su caso, realizar las acciones preventivas y correctivas necesarias.

Revisión y actualización anual de los planes de manejo integrado.

Dado el dinamismo de la industria acuícola, se requiere revisar y actualizar anualmente los planes de manejo integrado con objeto de re-direccionarlos cuando sea necesario, y ajustarlos en función del crecimiento de la industria.

6.2.2 Integración de los Programas Estatales de Manejo integrado de los cultivos acuícolas.

Problema

Existen cultivos acuícolas que se desarrollan en diferentes estados del país sin un modelo coherente que garantice el desarrollo sustentable y que oriente los esfuerzos de una manera integrada. Por otra parte, en cada estado los cultivos acuícolas se realizan en cuencas y subcuencas hidrológicas que aportan bienes y servicios ambientales muy valiosos. La falta de criterios uniformes para la planificación de la acuicultura en las cuencas hidrográficas ha generado en algunas de ellas incertidumbre sobre el uso de esos bienes y servicios, lo que ha generado presiones innecesarias en el ambiente.

Impacto

Los Programas Estatales de Manejo de los Cultivos son el instrumento que permitirá implantar los lineamientos de los Planes de Manejo Integrado de los Cultivos Acuícolas a la realidad de los estados y de las cuencas. Por otro lado, permitirá coordinar los esfuerzos de los tres niveles de gobierno, de las instituciones, las empresas y la sociedad. Permitirá también implantar modelos de desarrollo sustentable a la realidad de las cuencas y subcuencas hidrológicas donde se desarrolla.

Beneficios o ventajas

Permitirán a los estados aplicar un modelo coherente de desarrollo integral, ordenado e incluyente para garantizar la sustentabilidad de los desarrollos que se emprendan. Ello permitirá el desarrollo acuícola ordenado de las cuencas, de conformidad con las capacidades ambientales, la integración del sector productivo del estado a las redes de valor, para ser eficiente y competente de conformidad con las más altas normas de protección ambiental, e incluir en el desarrollo de las cuencas a la sociedad que habita en las mismas, haciéndola participe del desarrollo vía los comités de cuenca, el empleo, las granjas familiares y las iniciativas sociales.

Marco de Referencia

El desarrollo de cada tipo de cultivo acuícola dentro del estado será promovido mediante un Programa Estatal de Manejo del Cultivo Acuícola, el cual adoptará los lineamientos establecidos a nivel nacional en los Planes de Manejo Integrado del Cultivo Acuícola correspondiente, establecerá un modelo para el desarrollo sustentable de cada cultivo en las cuencas acuícolas, coordinará los esfuerzos de los tres órdenes de gobierno, las instituciones y las empresas, e incluirá a la sociedad al desarrollo. Ello garantizará el desarrollo sustentable de la acuicultura.

Realizar acuerdos con los gobiernos estatales para la fundación de los Comités Estatales de Manejo de los Cultivos Acuícolas y la integración de los Programas Estatales de Manejo de los Cultivos Acuícolas.

Acordar con los gobiernos de los estados la adopción de planes de manejo integrado de cada uno de los cultivos acuícolas que se fomenten en el estado, así como el modelo de ordenamiento para el desarrollo acuícola estatal (ver términos de referencia), y la planificación integrada de cuencas acuícolas.

Crear los Comités Estatales de Manejo de los Cultivos Acuícolas.

Son la institución incluyente que permitirá integrar y catalizar los esfuerzos gubernamentales, empresariales y sociales en un desarrollo acuícola ordenado.

Integrantes de los Comités Estatales de Manejo de los cultivos acuícolas:

- Instituciones Federales, Estatales y Municipales
- Agencias de desarrollo
- Asociaciones de productores
- Instituciones académicas
- Organizaciones no gubernamentales

Funciones de los Comités Estatales de Manejo Acuícola

- ◆ Establecimiento de bases para el desarrollo sustentable de las cuencas acuícolas.
- ◆ Adopción de los lineamientos establecidos en los Planes de Manejo

- ◆ Integrado de los Cultivos Acuícolas.
- ◆ Delimitación de la zona acuícola de las cuencas.
- ◆ Determinación del modelo de desarrollo de cuencas.
- ◆ Integración de comités integrados para el desarrollo y manejo de cuencas.
- ◆ Promoción de estudios de evaluación ambiental de las cuencas.
- ◆ Planificación de cuencas.
- ◆ Promoción de estudios de impacto ambiental del desarrollo acuícola a nivel de cuenca.
- ◆ Establecimiento de criterios para el licenciamiento ambiental.
- ◆ Desarrollo de plataformas tecnológicas.
- ◆ Integración de programas anuales operativos.
- ◆ Implantación de sistemas integrados de control.
- ◆ Desarrollo de sistemas para el monitoreo integral de las cuencas.
- ◆ Promoción de la certificación y de la acreditación ambiental para el desarrollo sustentable.

Revisar y autorizar los términos de referencia para la integración de los Programas Estatales de Cultivo.

Se requiere que la integración de los Programas Estatales garantice la adopción de los lineamientos de los Planes de Manejo Integrado, adopte un modelo de desarrollo sustentable y los adapte a la realidad de las cuencas. También, que garantice la coordinación institucional en los tres órdenes de gobierno y la inclusión de la sociedad habitante de las cuencas en el desarrollo.

Integrar los Programas Estatales de Manejo de los cultivos acuícolas.

Se integrará un Programa para cada uno de los cultivos acuícolas que se desarrollen en los estados.

Revisar y autorizar los términos de referencia para la planeación de cuencas acuícolas.

Se pretende que en función de las características de los cultivos que se desarrollen se establezcan términos de referencia para la planeación del desarrollo en las cuencas acuícolas.

Elaborar acuerdos con los gobiernos estatales para promover y fomentar la acuicultura en cuencas y subcuencas que cuenten con estudios de planificación.

Se trata de incentivar la planificación integral en cada una de las cuencas y subcuencas hidrográficas que tengan potencial para un desarrollo importante de cultivos específicos, con el propósito de dimensionar su desarrollo antes de que ocurra, de establecer requerimientos de infraestructura estratégica y evitar desbordamientos futuros en el uso de los bienes y servicios ambientales de las cuencas y subcuencas.

Identificación a nivel estatal de las áreas litorales, cuencas y subcuencas óptimas para el cultivo de moluscos, crustáceos y peces.

Los estados identificarán las cuencas y subcuencas de interés acuícola, los cultivos que se practican y aquellos que potencialmente pueden desarrollarse.

Promover estudios de evaluación de capacidades ambientales de las cuencas y de capacidad de carga.

Para la planificación integral de las cuencas se requiere evaluar las capacidades ambientales, en bienes y servicios, que pueden ser utilizadas por la industria acuícola, particularmente de los servicios de asimilación de nitrógeno, fósforo y materia orgánica, y de bienes ambientales como el agua, el uso de suelo y la cobertura de superficie acuática. Ello permitirá evaluar la relación entre la capacidad de carga, la eficiencia de los modelos de producción y el uso de las capacidades ambientales.

Elaborar una SIG que sirva de plataforma común para integrar la información sobre el desarrollo acuícola.

Esta plataforma servirá para integrar los estudios de planificación de cuencas y subcuencas con áreas potenciales para desarrollo de la acuicultura, el proceso de licenciamiento y la información resultante del monitoreo de las cuencas.

Promover Evaluaciones de Impacto Ambiental a nivel Cuenca.

En aquellas cuencas o subcuencas con desarrollo multiempresarial, los



Licenciamiento ambiental previo (LAP).

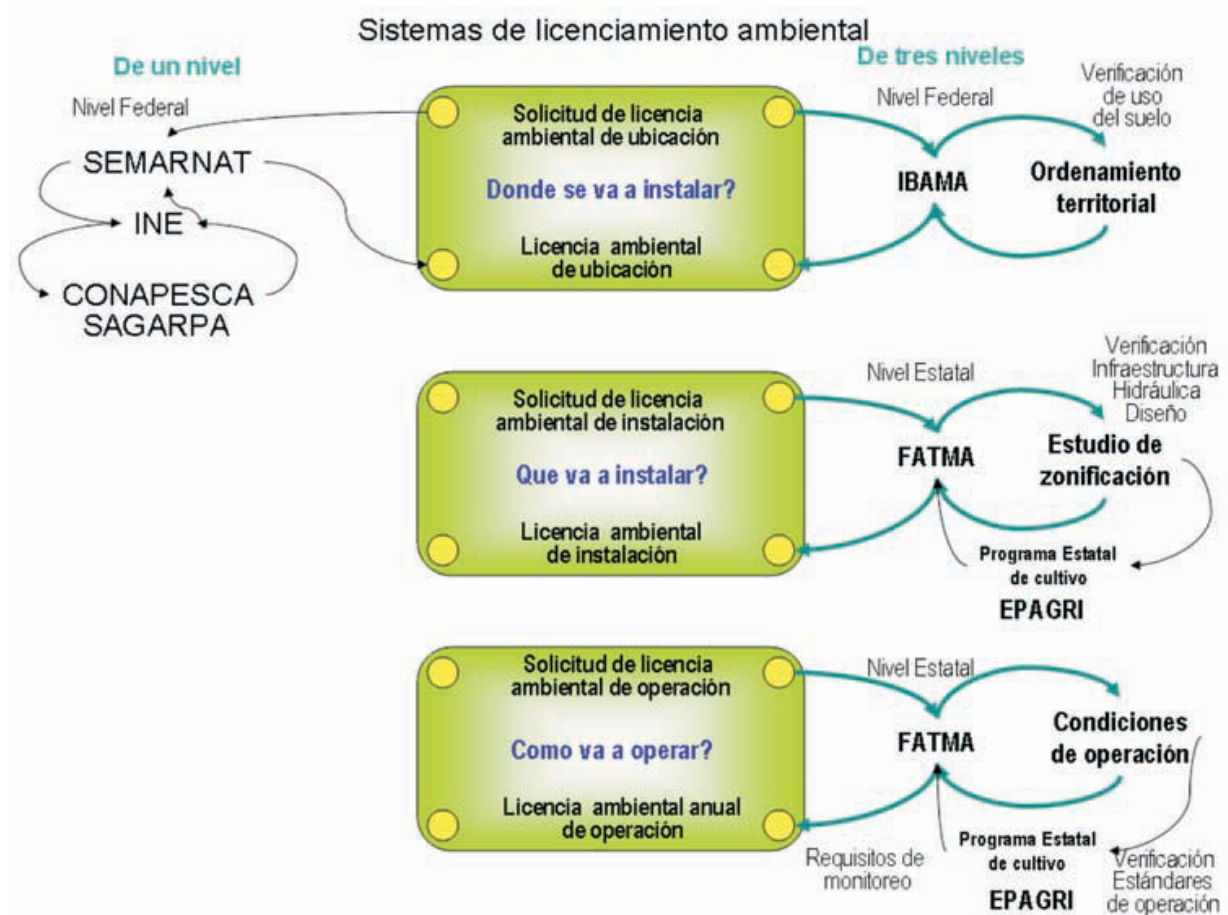
La implantación del sistema de licenciamiento previo en conformidad con la zonificación general, la zonificación por cuenca, el ordenamiento territorial y la legislación municipal, estatal y federal.

Licenciamiento ambiental de instalación (LAI).

Implantación de un sistema de licenciamiento de construcción como un atributo de las autoridades ambientales estatales revisado por el Programa, que garantice que el modelo de ingeniería del proyecto este conforme con la zonificación por cuenca y con las normas de ingeniería adoptadas por los Planes de Manejo Integrado de los Cultivos, en materia de tratamiento de efluentes y sistemas de recirculación.

Licenciamiento ambiental de operación (LAO).

Adopción de un sistema de licenciamiento anual de operación, un atributo de la autoridad ambiental estatal quien, en conjunto con los Programas Estatales de manejo de los Cultivos, condicionará la operación de las granjas a la adopción de una plataforma tecnológica, un programa de capacitación, un programa de operación y un sistema de monitoreo regulado por el propio programa.



Establecer sistemas de monitoreo de la actividad acuícola y del uso que hace de bienes y servicios ambientales.

Dado que algunas capacidades son variables, dependientes de otros factores, y su uso tiende a modificarse con el desarrollo y la eficiencia tecnológica, se requiere monitorear el uso de capacidades ambientales para

controlar la capacidad de carga dentro de los límites de cambio aceptables.

Establecer un proyecto para la certificación sanitaria de cuencas acuícolas. Algunos productos acuícolas requieren de la certificación sanitaria de los cuerpos de agua donde se desarrollan los cultivos. Por otro lado, todos los productos alimenticios requieren garantizar la inocuidad. La certificación de cuerpos de agua es uno de los instrumentos para garantizar la sanidad y la inocuidad de los productos acuícolas.

Acciones para desarrollar los Planes Estatales de Manejo Integrado de los Cultivos Acuícolas
Realizar acuerdos con los gobiernos estatales para la adopción de : P lanes de manejo integrado de cada uno de los cultivos acuícolas que se fomenten en el estado; el modelo de ordenamiento para el desarrollo acuícola en los eEstados (ver términos de referencia); la planificación integrada de cuencas acuícolas
Crear los Comités Estatales de Manejo de los cultivos acuícolas <i>CEM</i> .
Revisar y autorizar los términos de referencia para la integración de los Programas Estatales de Cultivo.
Integrar los Programas Estatales de Manejo de los cultivos acuícolas.
Revisar y autorizar los términos de referencia para la planeación de cuencas acuícolas.
Identificación, a nivel de los estados, de las áreas litorales, cuencas y subcuencas óptimas para el cultivo de moluscos, crustáceos y peces.
Elaborar acuerdos con los gobiernos estatales para promover y fomentar la acuicultura en cuencas y subcuencas que cuenten con estudios de planificación.
Promover estudios de evaluación de capacidades ambientales de las subcuencas y de capacidad de carga de la industria acuícola.
Elaborar un SIG que sirva de plataforma común para integrar la información sobre el desarrollo acuícola.
Promover evaluaciones de impacto ambiental a nivel cuenca.
Revisión del sistema de licenciamiento para la ubicación, instalación y operación de granjas acuícolas.
Establecer sistemas de monitoreo de la actividad acuícola y del uso que hace de bienes y servicios ambientales.
Establecer un proyecto la certificación sanitaria de cuencas acuícolas.

6.2.3. Inclusión de la acuicultura en el Manejo Integrado de las cuencas y subcuencas hidrológicas.

Problema

La mayor parte de los problemas ambientales que se adjudican a la acuicultura no son originados por ella. En las cuencas y subcuencas donde se desarrollan los cultivos acuícolas, las capacidades ambientales son utilizadas también por el sector agroindustrial, las zonas urbanas, industrias diversas y la sociedad que habita las cuencas. Mientras que el uso acuícola de capacidades ambientales del agua para la asimilación de compuestos de nitrógeno, fósforo y materia orgánica son compartidas con los sectores mencionados, éstos adicionalmente vierten al agua otros compuestos que impactan en la producción acuícola. Ello compromete no solo la capacidad de carga de la industria acuícola, sino que también compromete la inocuidad de los productos. Existe un alto potencial hidráulico en los embalses del país, que puede ser utilizado por la acuicultura en la interfase entre los embalses y los sistemas de riego. Actualmente este potencial no es utilizado con seguridad, para el desarrollo acuícola, por problemas de calidad del agua.

Impacto

Esta acción garantizará que el insumo mas importante y estratégico de la acuicultura pueda ser ampliamente utilizado con seguridad, permitiendo que la acuicultura se expanda a todas aquellas cuencas y subcuencas que cuenten con recursos hídricos para el desarrollo de la acuicultura.

Beneficios

La limpieza de las cuencas que demanda el sector acuícola para su desarrollo sustentable, beneficiará a todos los sectores de la sociedad, incluidos los sectores urbano, agrícola, turístico, pesquero y acuícola. Permitirá aprovechar mejor los recursos hidráulicos del país, expandir la actividad acuícola y asegurar la inocuidad de los productos. La adopción de tecnologías limpias en la industria acuícola traerá mejoras significativas en la competitividad y en la eficiencia de uso del agua y el suelo. El cambio del

paradigma de uso al de desarrollo de bienes y servicios ambientales permitirá que la acuicultura contribuya con la sociedad a incrementar las capacidades ambientales.

Marco de Referencia

La inclusión de la acuicultura en el manejo integrado de las cuencas y subcuencas tiene repercusiones muy importantes a nivel nacional no solo en términos del uso de bienes y servicios ambientales, sino en su protección y desarrollo. La acuicultura, igual que el agua de servicio doméstico, requiere ser de alta calidad para garantizar la inocuidad de los productos acuáticos.

Impulsar un acuerdo global intergubernamental, interinstitucional e intersectorial para asumir un compromiso responsable a todos los niveles para la protección ambiental y el desarrollo de bienes y servicios en las cuencas y subcuencas de interés acuícola.

Se trata de inducir a toda la sociedad, a sus instituciones y niveles de gobierno para evolucionar del concepto de uso de bienes y servicios ambientales, al concepto de protección y desarrollo, y cambiar el paradigma de que es una responsabilidad gubernamental y no de toda la sociedad. Para esto, es importante entender que es un tema estratégico con profundas implicaciones económicas y sociales y que, de no hacerlo, se pierde la oportunidad de enfrentar los retos de producción de alimentos, la generación de nuevos empleos y el desarrollo de nuevos negocios.

Realizar acuerdos con la industria acuícola para el uso de tecnologías eficientes y limpias.

Si la sociedad se compromete a mejorar la calidad ambiental de las cuencas, el sector acuícola debe asumir un compromiso responsable ante ésta, de utilizar tecnologías eficientes y limpias que retornen la calidad de agua que la sociedad le esta brindando para su desarrollo. Se pretende impulsar la adopción voluntaria y la certificación del uso de buenas practicas de manejo, la certificación ISO14000 y la adopción de códigos de conducta responsable.

Coadyuvar con los gobiernos estatales, los sectores usuarios de las cuencas y las instituciones relacionadas con los bienes y servicios de las mismas, a la creación de los Comités para el Manejo Integrado de las Cuencas Acuícolas.

La fundación de los Comités por cuenca constituyen un mecanismo de inclusión de la sociedad y una oportunidad de coordinar acciones y catalizar esfuerzos. Se pueden ir formando en aquellas cuencas con un desarrollo múltiple de granjas y empresas para abordar los conflictos de interés en el uso de bienes y servicios, asignar cuotas de uso, acciones de eficiencia, protección y desarrollo de los bienes y servicios ambientales de las cuencas.

Establecer los términos de referencia para la elaboración de planes de manejo integrado de las cuencas y subcuencas hidrológicas de uso acuícola. Se requiere definir el contenido de los planes de manejo integrado de las cuencas y subcuencas acuícolas.

Análisis del inventario ambiental de cuencas y subcuencas de interés acuícola y su estado de conservación o transformación.

Busca identificar en cada una de ellas el estado de los bienes y servicios ambientales que requiere la acuicultura para su desarrollo óptimo.

Reconocimiento a nivel de cuenca o subcuenca de las presiones naturales o humanas, con influencia en la zona costera.

Se requiere identificar las presiones que existen sobre los bienes y servicios utilizados por la acuicultura.

Identificación de cuencas y subcuencas que requieren de estudios de ordenamiento para el manejo integrado.

Se trata de definir aquellas cuencas y subcuencas donde no existan estudios de ordenamiento, o de aquellas en las que existiendo los estudios no contemplen adecuadamente el desarrollo acuícola.

Establecer acuerdos interinstitucionales para realizar estudios de ordenamiento y planes de manejo integrado de las cuencas hidrológicas con

desarrollo acuícola. Se trata de coordinar acciones y sumar esfuerzos para la protección y desarrollo de los bienes y servicios de interés para la acuicultura.

Acciones para desarrollar los Planes Regionales
Impulsar un acuerdo global intergubernamental, interinstitucional e intersectorial para asumir un compromiso responsable a todos los niveles, para la protección ambiental, y el desarrollo de bienes y servicios en las cuencas y subcuencas de interés acuícola
Realizar acuerdos con la industria acuícola para el uso de tecnologías eficientes y “limpias”.
Coadyuvar con los gobiernos de los estados, los sectores usuarios de las cuencas y las instituciones relacionadas con los bienes y servicios de las mismas, a la fundación de los Comités para el Manejo Integrado de las Cuencas Acuícolas. <i>CMI</i>
Establecer los términos de referencia para la elaboración de los planes de manejo integrado de las cuencas y subcuencas hidrológicas de uso acuícola.
Análisis del inventario ambiental de cuencas y subcuencas de interés acuícola y su estado de conservación o transformación.
Reconocimiento a nivel de cuenca o subcuenca de las presiones naturales o humanas, con influencia en la zona costera.
Identificación de cuencas y subcuencas que requieren estudios de ordenamiento para el manejo integrado.
Realizar acuerdos interinstitucionales para realizar estudios de ordenamiento y planes de manejo integrado de las cuencas hidrológicas con desarrollo acuícola.

6.2.4. Desarrollo de redes de valor que integren a la industria acuícola

Problema

La acuicultura enfrenta problemas de desintegración entre la producción y el consumo, y entre las granjas y sus proveedores. Por otro lado, existen problemas relacionados con la estacionalidad en la producción de algunos productos, la comercialización de productos genéricos con bajo nivel de diferenciación, el subdesarrollo del mercado interno, la fragilidad de los mercados de exportación, la volatilidad de los precios, la sensibilidad de los mercados a los temas ambientales, la inocuidad y la bioseguridad, y los riesgos financieros por problemas ambientales y epidémicos.

Impacto

Integración a nivel nacional de proveedores, productores y comercializadores, para los cultivos de camarón, tilapia, trucha, carpa, bagre, ostiones, callos de almeja y ostras.

Beneficios

Mayor competitividad de la industria, fortalecimiento del mercado interno, generación de valor agregado por diferenciación de productos y reducción de costos.

Marco de Referencia:

Desarrollo de la red de valor camarón que integre al cultivo de camarón del Noroeste y de las granjas de la zona tropical.

Se requiere incentivar el desarrollo de granjas de cultivo de camarón en la zona tropical del Pacífico Sur y Golfo de México, para poder abastecer a la red de valor de productos para la estación enero-mayo, incrementando el uso de capacidad instalada en laboratorios de la Región Pacífico Norte.

Estudio para el desarrollo de una red de valor ostión y planes de negocios que incluyan clusters acuícolas de ostión de placer del pacífico *C. corteziensis*, Ostión americano *C. virginica* del Golfo y ostión japonés *C. gigas* en el Noroeste.

y la capacidad de los cuerpos de agua (stocks reproductivos) para la colecta de semilla silvestre o su producción en laboratorio.

Estudios para el desarrollo de una red de valor y planes de negocios para clusters acuícolas de perlicultura.

Es necesaria la adecuada selección de la especie en función de la zona de cultivo y las facilidades y tecnología existentes para la colecta o producción de la semilla, y su adaptabilidad a las condiciones ambientales imperantes. En igual forma, integrar proceso de orfebrería en proyectos tipo cluster con tecnología, equipos e infraestructuras en común.

Estudio para el desarrollo de la red de valor tilapia, e integración de clusters para la producción intensiva en jaulas o granjas, que incluya a productores familiares.

Estudio para el desarrollo de una red de valor trucha e inclusión de clusters de productores familiares.

Estudio para el desarrollo de una red de valor carpas e integración de clusters para la producción intensiva en jaulas o granjas, que incluya a productores familiares.

Estudio para el desarrollo de redes de valor de especies con potencial de escalamiento productivo, (p. ej. langosta de agua dulce, atún-jurel, etc.), con planes de negocios que incluyan el desarrollo de clusters acuícolas y canales de comercialización.

6.2.5. Estudios para fortalecer la infraestructura hidráulica, eléctrica y de comunicaciones de la industria acuícola

Centro-Sur de Sonora Sinaloa *Problema*

Las deficiencias en la infraestructura hidráulica en cuencas y subcuencas costeras con alta presión de desarrollo acuícola generan problemas de

Acciones
Desarrollo de la red de valor camarón que integre la acuicultura de camarón del Noroeste y las granjas de la zona tropical.
Desarrollo de la red de valor tilapia, e integración de clusters para la producción intensiva en jaulas o granjas, que incluya a productores familiares.
Estudio para el desarrollo de una red de valor trucha e inclusión de clusters de productores familiares.
Estudio para el desarrollo de una red de valor carpa e integración de clusters para la producción intensiva en jaulas o granjas, que incluya a productores familiares.
Estudio para el desarrollo de una red de valor ostión y planes de negocios que incluyan clusters acuícolas de ostión de placer del pacífico <i>C. corteziensis</i> , Ostión americano <i>C. virginica</i> del Golfo y ostión japonés <i>C. gigas</i> en el Noroeste.
Estudio para el desarrollo de una red de valor de callo de moluscos, que incluya clusters acuícolas de la almeja mano de león <i>N. subnodosus</i> , almeja catarina y hacha china en la costa Pacífico de Baja California y Baja California Sur,
Estudios para el desarrollo de una red de valor y planes de negocios para clusters acuícolas de pericultura en Baja California Sur y Sonora.
Estudio para el desarrollo de redes de valo de especies emergentes.

calidad de agua, salinización de cuerpos de agua y reducen la capacidad ambiental para asimilar residuos de la industria. Las deficiencias en la infraestructura eléctrica dificultan la innovación de la industria para adoptar modelos de cultivo más eficiente, que requieren de aireación, generando mayor presión sobre el uso de bienes y servicios. Mientras que las deficiencias en la infraestructura de comunicaciones impide la circulación de insumos, productos y personal en la época de lluvias.

Impacto

Se identificarán las necesidades de infraestructura hidráulica, eléctrica y de comunicaciones en cuencas y subcuencas con alta presión de desarrollo acuícola, lo que permitirá sentar las bases para cambiar los modelos de producción.

Beneficios

Contar con la infraestructura adecuada permitirá una reducción de impactos ambientales, mayor eficiencia en el uso de bienes y servicios

ambientales, mayores rendimientos, menores riesgos y ampliación de los ciclos de producción, en zonas donde un segundo ciclo productivo es riesgoso por falta de la infraestructura referida. Particularmente la infraestructura eléctrica es fundamental para incrementar significativamente la producción actual en productos como el camarón y la tilapia.

Marco de Referencia

Históricamente, en el desarrollo de la acuicultura en México, las necesidades de las empresas han rebasado la capacidad de respuesta de proveedores y sistemas, generando modelos de producción ineficientes, altos costos ambientales y un alto grado de dificultad operativa. Este problema se ha generado por una planificación deficiente. Los estudios de planificación permitirán garantizar la calidad de agua de la industria, reducir los riesgos de hipoxia y resolver problemas operativos importantes al movilizar con mayor facilidad insumos, productos y personal durante todo el año.

Elaboración de estudios para fortalecer la infraestructura hidráulica en cuencas y subcuencas acuícolas de alto potencial de desarrollo.

Se pretende identificar problemas de funcionamiento hidráulico en las cuencas, circulación deficiente en cuerpos de agua, necesidades de planificación hidráulica, ordenamiento de drenes, tomas y descargas. También busca identificar oportunidades para desarrollar clusters de granjas familiares de alta tecnología en distritos de riego bajo grandes embalses, para utilizar las descargas de los embalses y regresarlas a los distritos de riego enriquecidas de nutrientes.

Elaboración de estudios para fortalecer la infraestructura eléctrica en cuencas y subcuencas acuícolas de alto desarrollo.

La electrificación es la llave para la acuicultura de alta tecnología. Es necesario identificar las cuencas y subcuencas con alto potencial de desarrollo acuícola para promover proyectos de electrificación que permitan reconvertir los modelos de producción actual a modelos mas eficientes de mayor rendimiento y menor impacto.

Elaboración de estudios para mejorar las comunicaciones en cuencas y subcuencas acuícolas de alto desarrollo.

Se trata de identificar cuencas y subcuencas con alto desarrollo acuícola en los que la falta de buenas comunicaciones dificulta la operación de la industria en detrimento de la producción.

6.2.6. Desarrollo de proveedores de equipos de aireación y de plantas generadoras de energía

Problema

La falta de proveedores nacionales de equipos de aireación y de plantas de generación de energía eléctrica con soporte de partes, refacciones y

Acciones
Elaboración de estudios para fortalecer la infraestructura hidráulica en cuencas y subcuencas acuícolas de alto potencial de desarrollo.
Elaboración de estudios para fortalecer la infraestructura eléctrica en cuencas y subcuencas acuícolas de alto desarrollo.
Elaboración de estudios para mejorar las comunicaciones en cuencas y subcuencas acuícolas de alto desarrollo.

mantenimiento ha sido uno de los factores que ha frenado la evolución de los sistemas de alto rendimiento. En el caso de los equipos de aireación, algunos modelos se consideran prácticamente desechables por la dificultad de mantenerlos lo que desalienta su uso.

Impacto

El desarrollo de proveedores permitirá reducir precios de los equipos, garantizar las partes y el mantenimiento y alentará a la industria acuícola a evolucionar a los modelos de acuicultura de alto rendimiento. La cultura del uso de plantas de emergencia reducirá riesgos para la producción durante los eventos ciclónicos en los que fallan los servicios públicos de electricidad.

Beneficios

Además de detonar nuevos negocios de proveeduría de equipos, partes y

refacciones, la industria acuícola resultara significativamente beneficiada, ya que podrá incrementar la producción sin incrementar las superficies de cultivo. En el aspecto ambiental, podrá hacer un uso más eficiente de bienes y servicios valiosos como el agua y el suelo. Además, permitirá minimizar los riesgos de operación.

Marco de Referencia

La carencia de equipos de aireación y de plantas de emergencia para la generación de energía a precios competitivos y con soporte de partes, refacciones y mantenimiento ha constituido un freno para la innovación de los sistemas de engorda. El desarrollo de proveedores permitirá no solamente generar nuevos negocios de proveeduría, sino que detonará la producción acuícola por la adopción de modelos de alto rendimiento y menor riesgo.

Estudio para el desarrollo de proveedores de equipos de aireación.

Se trata de identificar las necesidades de estos equipos en la industria acuícola, definir el mercado potencial, los requerimientos de eficiencia, durabilidad y mantenimiento para promover nuevos negocios de proveeduría de estos equipos.

Estudio para el desarrollo de proveedores de plantas de emergencia para la generación de electricidad.

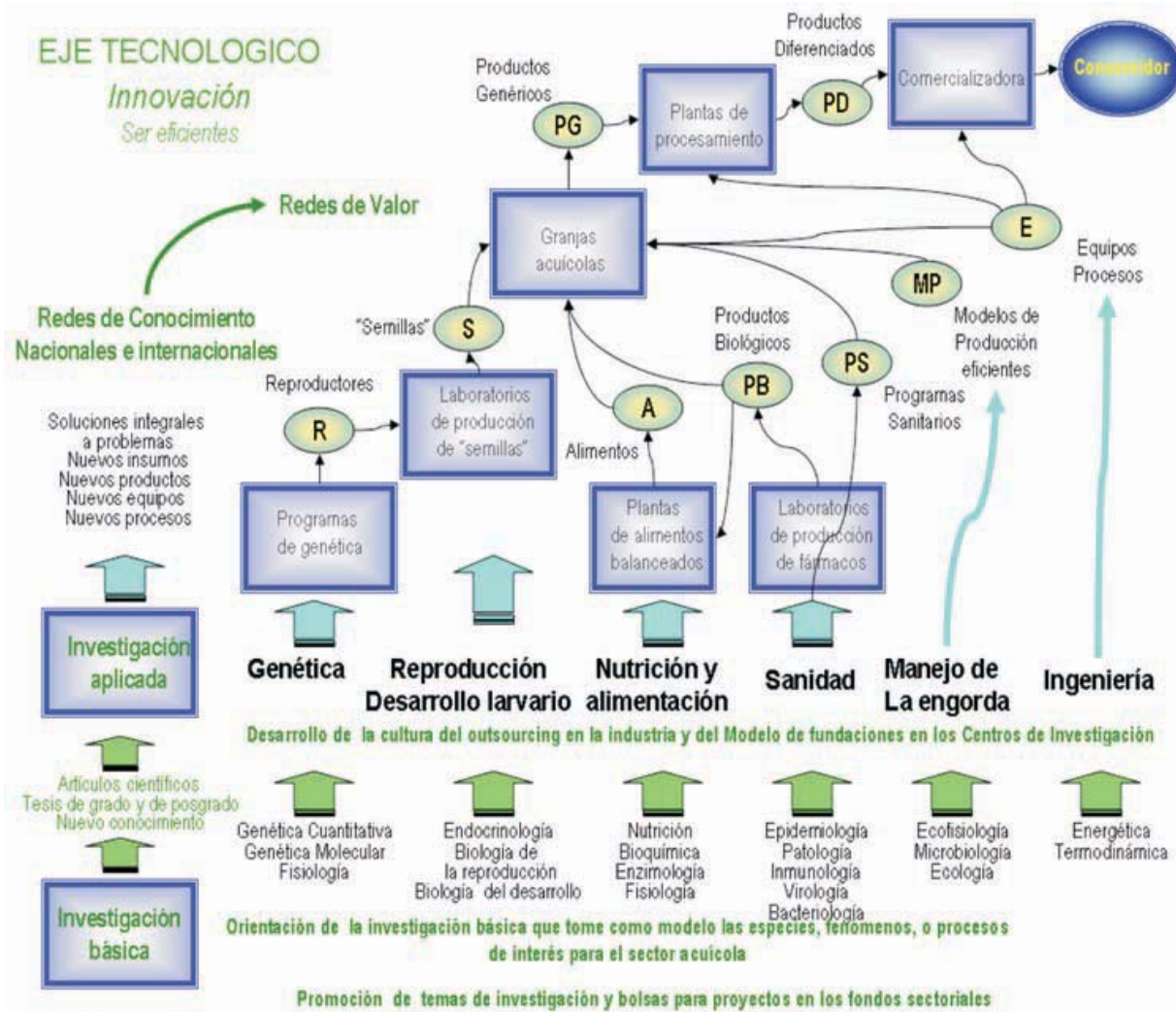
Se trata de identificar el tamaño del mercado y las oportunidades de negocios para proveedores nacionales.

Acciones
Estudio para el desarrollo de proveedores de equipos de aireación.
Estudio para el desarrollo de proveedores de plantas de emergencia para la generación de electricidad.

6.2.7. Integración de las redes de conocimiento a las redes de valor

Problema

La industria acuícola tiene necesidades de investigación básica y aplicada para enfrentar los problemas actuales, los retos futuros, para innovarse, y



para mejorar su eficiencia. La diversificación de la industria requiere desarrollo tecnológico de nuevos cultivos, en muchos de los cuales hay que enfrentar retos que demandan la generación conocimiento nuevo. Las soluciones integrales a los problemas de la acuicultura requieren, por su

complejidad, de la participación múltiple de expertos en diferentes áreas del conocimiento. Por otra parte, las capacidades en investigación orientada que pueden tener impacto en la búsqueda de soluciones a los problemas, en la superación de los retos y en el desarrollo tecnológico, se encuentra dispersa en diferentes instituciones, las cuales han realizado importantes inversiones en el reclutamiento de grupos científicos, en el desarrollo de laboratorios de investigación y en el montaje de capacidades experimentales.

Impacto

La integración de las redes de conocimiento a las redes de valor permitirá utilizar, por un lado, las capacidades de investigación orientada en la búsqueda de soluciones integrales a los problemas y retos de la acuicultura, mientras que por otro permitirá orientar la investigación básica a la generación de nuevo conocimiento para apoyar la innovación, el desarrollo tecnológico y la mejora continua de la eficiencia.

Beneficios

Domesticación de nuevas especies, conformación de pies de cría con control de pedigrí, mejoramiento genético, reproducción controlada, producción de huevos y larvas, desarrollo de semillas certificadas, alimentos amigables, inocuos y sanos, reducción de riesgos sanitarios, sistemas eficientes de manejo de la engorda, uso eficiente de bienes y servicios ambientales, productos diferenciados bioseguros, inocuos y funcionales, nuevos equipos y sistemas de apoyo a la acuicultura.

Marco de Referencia

Los temas de la acuicultura en los que se requiere innovación e investigación orientada son: mejoramiento genético, reproducción y desarrollo larvario, nutrición y alimentación, sanidad, y manejo ecológico de los sistemas de engorda. Cada uno de estos temas requiere la generación de conocimiento nuevo, no solamente para el desarrollo tecnológico del cultivo de nuevas especies, sino para aportar el conocimiento que requiere la innovación de la industria, la solución a sus problemas y el

enfrentamiento de retos para ser eficientes y competentes. La integración de las redes de conocimiento al desarrollo acuícola permitirá conectar a los expertos con los comités del sector acuícola, con las empresas, con sus proveedores y con las instituciones reguladoras. Una ventaja adicional es que, a través de ellas, se pueden conectar grupos de investigación de universidades extranjeras que de manera cotidiana cooperan con las instituciones mexicanas. Esta acción permitirá establecer condiciones estructurales sólidas y un modelo efectivo y eficiente para la relación entre el sector acuícola y los centros de investigación.

Creación del Comité de Investigación orientada (aplicada y básica) para el fortalecimiento de la acuicultura.

Busca integrar a los centros de investigación, las redes de conocimiento, la industria acuícola, sus proveedores y las instituciones gubernamentales para establecer las necesidades de solución de problemas, de innovación y de desarrollo tecnológico.

Elaboración del plan de Investigación orientada (aplicada y básica) para el fortalecimiento de la acuicultura.

Se requiere definir los problemas, retos, necesidades de innovación y de desarrollo tecnológico, los temas prioritarios de investigación aplicada y básica, las capacidades para abordarlos, los objetivos, estrategias y acciones para fortalecer la integración e impulsar al sector acuícola.

Integración de la red de investigación en mejoramiento genético de especies acuícolas.

Se busca integrar a los expertos en los diferentes campos de investigación que puedan contribuir a la domesticación, conformación de pies de cría y el mejoramiento genético de especies acuícolas. Entre otros, incorpora especialistas en las disciplinas de: genética cuantitativa, genética molecular, biología molecular, ingeniería genética y fisiología.

Investigación aplicada en genética acuícola

El cultivo de cualquier especie dependerá de la existencia de pies de cría

óptimos para su reproducción continua y abasto de semilla para siembra. El tamaño del pie de cría, y por tanto la variabilidad genética para caracteres productivos disponible en el conjunto, determinará el potencial de mejoramiento genético en cantidad de mejora posible y calidad asociada a la acumulación de una mínima endogamia en el mismo. La evaluación de la respuesta potencial a la selección puede evaluarse con fines de estudios económicos demostrativos al sector productor a través de la estimación de parámetros genéticos como heredabilidad y correlaciones genéticas. Independientemente de sí estos estudios previos se realizan con fines demostrativos, cada pie de cría debe de ser evaluado para conocer la variabilidad genética existente en el mismo una vez que este se conforma, y para conocer las asociaciones (correlaciones genéticas) entre características productivas, determinando así el efecto de la selección en una característica sobre una segunda característica importante, y planeando óptimamente el programa de mejoramiento genético. El conocer si un pie de cría es adecuado para abastecer a productores de diversas localidades o ambientes será importante una vez conformados los pies de cría, ya que de existir una interacción genotipo/ambiente altamente significativa, se deberá pensar en la conformación de pies de cría específicos por ambiente. Indispensable cuando se maneja un pie de cría es la capacidad de identificar a los individuos que lo componen con fines de conocer sus características productivas individuales, desde la familia a la que pertenecen hasta el individuo específico dentro de cada familia, por lo que el desarrollo de metodologías de marcaje óptimas (físicas o moleculares) es altamente recomendable. La existencia de sistemas computarizados para el manejo de la información del pie de cría, desde su pedigrí e identificación de individuos relacionados entre si, permitirá incrementar el número de familias manejadas en pies de cría y lograr evitar apareamientos entre individuos relacionados por poseer ancestros comunes cercanos. El costo de un programa de mejoramiento genético es elevado, por lo que el establecimiento de sistemas de cultivo que provean alta seguridad contra pérdidas del mismo es importante. El desarrollo de un pie de cría resistente a enfermedades es recomendable únicamente cuando no existe otra opción para obtener semilla de alguna especie, o las localidades de siembra están

ubicadas en zonas afectadas por patógenos específicos, ya que la resistencia a un patógeno particular raramente confiere resistencia a otro patógeno. El desarrollo de organismos poliploides es importante para futuras mejoras dentro de un pie de cría, ya que líneas alternas donde se produzcan productos terminales (triploides) pueden ser parte del mismo pie de cría siendo mejorado cuando la ventaja del triploide existe, y permite una mejora adicional en la semilla para siembra.

Debido a ello, es necesario que se genere investigación aplicada en el campo de la genética acuícola en los siguientes rubros:

1. Estudios controlados (a nivel piloto) para estimaciones de respuesta potencial a la selección para especies en cultivo.
2. Estimaciones de parámetros genéticos de caracteres productivos en estudios controlados.
3. Definir si existe interacción genotipo/ ambiente para los pies de cría conformados para servir a productores en diferentes áreas o localidades.
4. Diseño de programas computarizados para mantenimiento de pedigríes y definición de posibles apareamientos de individuos no relacionados.
5. Evaluación del manejo de pies de cría en condiciones bioseguras (sistemas cerrados).
6. Evaluación de diferentes marcadores físicos para la identificación de familias así como de individuos conformando pies de cría.
7. Evaluación de marcadores moleculares para la identificación de familias y seguimientos de pedigríes.
8. Desarrollo de líneas resistentes a enfermedades específicas a partir de poblaciones existentes resistentes.
9. Evaluación de poliploides para especies en cultivo y con interés de que existan pies de cría.

Investigación básica en genética acuícola

Si bien la investigación aplicada en acuicultura es un campo que debe

desarrollarse prioritariamente, no se puede dejar de lado la importancia de la investigación básica, que es el mecanismo para generar conocimiento de frontera que en un futuro pueda utilizarse para la generación de nuevas tecnologías aplicables al mejoramiento genético.

Por ejemplo, la genética molecular ha cobrado gran importancia en asociación con programas de mejoramiento genético. Esto se debe al desarrollo de tecnologías para el estudio del ADN que han permitido la generación de técnicas moleculares que actualmente están siendo integradas en programas de mejoramiento genético. Como punto inicial en esta línea, la identificación de marcadores moleculares, todos ellos basados en la amplificación de secuencias específicas de ADN, permitirán su aplicación en evaluaciones de variabilidad genética, seguimiento de pedigríes y esclarecimiento de parentescos, asociación con caracteres productivos, hasta su final aplicación en un programa de mejoramiento genético, en lo que se conoce como selección asistida por marcadores moleculares. Finalmente, el campo de la biotecnología genética, ha permitido mejoras productivas a corto plazo. Específicamente en el caso de la poliploidía (triploides), diferentes especies en cultivo son producidas como triploides debido a su ventaja en crecimiento y mejor calidad de carne asociada con la esterilidad característica de los triploides. Sin embargo, en la mayoría de los casos, los triploides tienen que ser producidos vía metodologías químicas o físicas, con éxito variable, por lo cual es necesario desarrollar el conocimiento básico asociado con la conformación de líneas tetraploides que permitan la producción de triploides biológicos a partir del apareamiento entre tetraploides y diploides.

Un punto de alta importancia es el relacionado con la biotecnología de transgénesis. A pesar del auge actual con relación a los organismos transgénicos, es extremadamente importante primero evaluar si los beneficios logrados por uso de transgénicos superan los riesgos ecológicos y a la diversidad de las especies acuícolas. Considerando que la acuicultura se realiza en medios físicos fluidos (agua), el riesgo de escapes es inevitable, por lo que el desarrollo de tecnologías para la producción de organismos

estériles debe preceder cualquier intento de producción de transgénicos. Alternativamente, el desarrollo de sistemas totalmente bioseguros y 100% cerrados podrá considerarse una línea importante que permitirá potencialmente el trabajo con organismos transgénicos.

1. Identificación de acervo genético disponible por medio de la determinación de la variabilidad genética disponible (por medio de marcadores moleculares) en poblaciones naturales (silvestres) de las especies en cultivo.
2. Integración de la tecnología molecular en programas de mejoramiento genético.
 - a. Identificación de marcadores moleculares (AFLP, microsatélites, RFLP, SSCP, EST, etc.) para utilización en manejo genético (pedigrís y variabilidad genética inicial y remanente) de pie de cría.
 - b. Elaboración de mapeos genéticos de especies con alto potencial de cultivo
 - c. Identificación de QTL's (loci asociados con caracteres cuantitativos) para caracteres productivos (resistencia a enfermedades, crecimiento, reproducción) en especies de cultivo.
3. Evaluación y desarrollo de biotecnologías para el mejoramiento genético.
 - a. Desarrollo de líneas de organismos tetraploides para la producción de triploides biológicos estériles.
 - b. Desarrollo de metodologías (poliploidía y moleculares) de inducción a la esterilidad gamética total

Integración de la red de investigación en reproducción y desarrollo larvario de especies acuáticas.

Se busca integrar a los expertos en los diferentes campos de investigación que puedan contribuir a resolver los problemas de la reproducción controlada, la larvicultura de especies de interés acuícola y la acuicultura de apoyo. Entre otros debe incorporar a especialistas en las disciplinas de: endocrinología, reproducción, biología y fisiología del desarrollo larvario,

biología del desarrollo, fisiología, nutrición larvaria y ficología. Algunas de las especies que requieren estudios en este campo son:

Peces Marinos

Huachinango *Lutjanus peru*, Cabrilla sardinera *Mycteroperca rosacea*, Lenguado *Paralichthys californicus*, Totoaba *Totoaba macdonaldi*, Pargos *Lutjanus argentiventris*, Botete *Sphoeroides annulatus*, Pargo *Lutjanus campechanus*, Pámpano *Trachinotus carolinus*, Corvina *Scienops ocellatus*, Robalo *Centropomus undecimalis*, cobia *Rachycentrum canadum*.

Moluscos

Callo de hacha *Atrina maura* y *P. rugosa*, Mejillón de aguas tropicales *Modiolus capax*, Almeja chocolata *Megapitaria aurantiaca* y *M. Squalida*, Almeja pata de mula *Anadara multicosata*, *A. tuberculosa* y *A. Grandis*, Madreperla *Pinctada mazatlanica*, Almeja voladora *Pecten vogdesi*, Caracol reina *Strombus gigas*, Abulón *Haliotis cracherodii*, Ostión *Crassostrea iridescens*, pulpo *Octopus maya*.

Crustáceos

Camarón café del pacífico (*Farfantepenaeus californiensis*), Camarón rosado del Golfo (*Farfantepenaeus duorarum*) y Artemias nativas

Integración de la red de investigación en nutrición y alimentación.

Se busca integrar a los expertos en los diferentes campos de investigación que puedan contribuir a resolver los problemas de nutrición, alimentación y la producción de insumos. Entre otros, incorpora a especialistas en las disciplinas de: metabolismo, bioenergética, requerimientos nutricionales, alimentos funcionales, bioquímica, enzimología, fisiología, toxicología, y biotoxicología.

Investigación aplicada en el área de nutrición y alimentación acuícola

El grado de desarrollo de la investigación en el área de nutrición y alimentación acuícola en México se encuentra restringido a los escasos subsidios gubernamentales y de los mismos productores. Los empresarios

del ramo coinciden en que el área de investigación en nutrición se circunscribe a los aportes privados de cada una de las empresas por su parte, a un grupo de investigadores en el CIBNOR en La Paz, a la UANL en Monterrey, al CIAD en Mazatlán, y la UNAM en Ciudad del Carmen, además de algunos aportes individuales, pero en general, el grado de investigación es muy limitado. Se requiere más apoyo financiero para los grupos de investigación establecidos, a fin de estudiar los diversos problemas que afectan al sector, así como formar recursos humanos e involucrarlos con la industria, para que adquieran la experiencia directa tanto en la investigación, como en la producción.

Las áreas de investigación que son consideradas como prioritarias por parte de los productores de camarón son las de: digestibilidad del alimento, inmunoestimulantes, probióticos, sustitutos de harina de pescado y atractantes.

La industria productora de alimento balanceado tiene presente que, para cualquier avance en el aspecto nutricional, tecnológico y de desarrollo de nuevos ingredientes e insumos, la investigación científica es primordial.

Retos de los proveedores de alimentos balanceados

Algunos de los retos que han sido identificados a nivel internacional para la producción de alimentos balanceados son los siguientes;

- ◆ Desarrollar lineamientos y códigos de buenas prácticas para la manufactura de alimentos balanceados.
- ◆ Preferir el uso de insumos de bajo nivel trófico en la manufactura de alimentos balanceados, que permitan reducir el uso de harinas de productos pesqueros que puedan ser utilizados en la alimentación humana directa, sin detrimento de la eficiencia de la producción.
- ◆ Mejorar insumos, formulaciones, manufactura y manejo que maximicen la eficiencia de utilización de nutrientes y minimicen la pérdida de compuestos de nitrógeno, fósforo y materia orgánica, para reducir impactos innecesarios al medio ambiente.

- ◆ Controlar la inocuidad de los insumos utilizados con énfasis para evitar niveles de riesgo en biotoxinas, pesticidas y metales pesados.
- ◆ Control de ingredientes que puedan actuar como transmisores de patógenos de riesgo sanitario para la salud animal o humana.
- ◆ Mejorar las formulaciones para garantizar la incorporación de requerimientos nutricionales, para el mantenimiento óptimo de la salud animal y la resistencia a enfermedades.
- ◆ Incorporar nutrientes que mejoren las propiedades funcionales de los productos acuícolas en la nutrición y la salud humana.
Incorporación efectiva y funcional de aminoácidos libres, enzimas, quimiotractantes, estimulantes, probióticos e inmunoestimulantes.
- ◆ Mejora constante de formulaciones y manufactura, que permitan satisfacer los requerimientos nutricionales de las especies bajo condiciones de cultivo.
- ◆ Mejorar la integración de las empresas proveedoras de alimentos y la industria acuícola.

Retos del manejo de los alimentos en el sector acuícola

- ◆ Desarrollo de lineamientos y códigos de buenas prácticas para el manejo de los alimentos en las granjas de producción.
- ◆ Desarrollo de sistemas de manejo del alimento en las granjas que maximicen la eficiencia de conversión alimenticia y minimicen pérdidas y residuos que generen riesgos ambientales.
- ◆ Mejorar el aprovechamiento de la alimentación natural y la productividad primaria, comprendiendo el rol nutricional de los componentes tróficos de los sistemas de cultivo.
- ◆ Mejorar el manejo microbiológico de los sistemas de cultivo para aprovechar el papel nutricional de la flora microbiana.
- ◆ Establecer criterios de selección de especies que permitan la diversificación de la industria con base en especies de bajo nivel trófico.

Investigación básica el área de nutrición y alimentación acuícola

Un aspecto muy importante en la nutrición de los organismos acuáticos es el conocer los requerimientos nutricionales, ya que esto permite diseñar

alimentos balanceados y estrategias de alimentación adecuados para cada especie y condiciones de cultivo. Desafortunadamente, se sabe poco sobre dichos requerimientos en la mayoría de las especies acuáticas. La información disponible sobre la nutrición de crustáceos y peces marinos es relativamente escasa con respecto a la de organismos terrestres, y concierne fundamentalmente a algunas especies tales como *Penaeus japonicus*, *P. monodon*, *P. stylirostris* y *Litopenaeus vannamei*, entre otros, así como de *Scophthalmus maximus*, *Dicentrarchus labrax*, *Sparus aurata*, *Gadus morhua*, *Seriola quinqueradiata*, etc. Se conoce muy poco sobre los requerimientos nutricionales de especies marinas con potencial de cultivo en México, como el camarón *Farfantepenaeus californiensis*, y los peces *Mycteroperca rosacea*, *Paralabrax maculatofasciatus*, *Lutjanus peru*, *L. argentiventris*, y *Paralychtyx californicus*. Lo anterior, es indicativo de la necesidad de llevar a cabo estudios nutricionales con estas y otras especies, tanto a nivel experimental en laboratorio, como bajo condiciones de cultivo similares a las existentes en las granjas. La carencia de este tipo de información limita no únicamente la elaboración de dietas artificiales, sino también el cultivo comercial de algunas especies.

Otro aspecto fundamental de la investigación básica se refiere a la necesidad de conocer de manera integrada el metabolismo energético, del nitrógeno y del fósforo en las especies de interés acuícola, orientada a generar conocimiento que permita optimizar el uso de los compuestos de nitrógeno y de fósforo.

Integración de la red de investigación en sanidad acuícola.

Se busca integrar a los expertos en los diferentes campos de investigación que puedan contribuir a resolver los problemas de la sanidad y la salud. Entre otros a especialistas están las disciplinas de: epidemiología, infectología, patología, inmunología, virología, bacteriología, micología y protozoología.

Investigación aplicada en el área de sanidad acuícola

La actividad acuícola en nuestro país, se encuentra en una etapa de

crecimiento sostenido apoyado por diferentes instituciones, favoreciendo el incremento en la producción a mediano y largo plazo, resultando necesario normar los aspectos sanitarios tendientes a garantizar un crecimiento adecuado y sustentable en las diferentes fases del proceso de producción acuícola. Es necesario conocer el escenario de acción de los agentes infecciosos y las posibles formas de diseminación de enfermedades de los organismos acuáticos, en todas aquellas áreas donde se encuentren establecimientos acuícolas, así como también en ambientes naturales detectando los factores que predisponen o son determinantes para el surgimiento de alguna enfermedad.

A pesar de que existe una gran variedad de métodos ya establecidos para el diagnóstico de enfermedades infecciosas en camarón, la necesidad de realizar el diagnóstico de forma temprana, a bajo costo y sin la necesidad de técnicos especializados ni equipo sofisticado, esta siendo cada vez más demandada por el sector acuícola. Debido a ello, es necesario que se genere más investigación aplicada en el campo de la sanidad acuícola en los siguientes rubros:

1. Diseño de nuevos métodos para diagnóstico de enfermedades bacterianas.
2. Diseño de nuevos métodos para diagnóstico de enfermedades virales.
3. Diseño de métodos para diagnóstico de enfermedades nutricionales.
4. Metodología de campo para el análisis de parámetros ambientales.

En la actualidad los antibióticos están siendo utilizados de forma indiscriminada, incluso como medida preventiva, lo cual esta generando problemas de selección de bacterias resistentes y está cambiando la dinámica de las poblaciones bacterianas, tanto en los estanques de cultivo, como en los lugares donde se vierten las aguas de deshecho de la granjas. Además, el uso de inmunoestimulantes y probióticos ha sido una práctica cada vez más frecuente en la camaronicultura y otros cultivos, en la mayoría de los casos sin un respaldo científico que avale la efectividad de los

tratamientos. Por ello, es necesario generar tecnología que permita evaluar los siguientes aspectos:

1. Farmacocinética de los compuestos antibacterianos usados en acuicultura.
2. Eficiencia de los inmunoestimulantes.
3. Eficiencia de prebióticos.

Otro de los rubros importantes en la camaronicultura es la contaminación de las aguas por pesticidas agrícolas, que inevitablemente llegan a las aguas de uso en acuicultura. Debido a ello, se requiere de métodos que permitan identificar la presencia de estos compuestos en agua de cultivo con una alta sensibilidad y eficiencia, pero sin la necesidad de un laboratorio sofisticado. Así, el diseño e implementación de métodos rápidos y sencillos podría ser la solución al diagnóstico de contaminación por pesticidas en agua.

Investigación básica en sanidad acuícola

Para fortalecer la solución de problemas en el campo de la sanidad acuícola se requiere impulsar la investigación en las especialidades de: epidemiología, infectología, patología, inmunología, virología, bacteriología.

Si bien la investigación aplicada en acuicultura es un campo que debe reforzarse, no se puede dejar de lado la importancia de la investigación básica, que es el mecanismo para generar conocimiento de frontera que en un futuro pueda usarse para la generación de nueva tecnología aplicable. En este sentido, el sector camaronícola está demandando conocimiento científico en los siguientes rubros:

1. Influencia de pesticidas en la salud de los camarones.
2. Influencia del uso de antibióticos en el medio ambiente y en los organismos.
3. Búsqueda de genes de resistencia a enfermedades.
4. Mejoramiento genético (Búsqueda de marcadores genéticos de

- resistencia a enfermedades y de óptimo crecimiento).
5. Transgenia (Incorporación de genes de resistencia a enfermedades y de óptimo crecimiento).
 6. "Vacunas genéticas".
 7. Estudios epidemiológicos de las enfermedades virales y bacterianas en camarón.
 8. Estudios sobre el comportamiento de las poblaciones bacterianas en los estanques de cultivo.
 9. Estudios sobre la relación del estado inmune de los camarones y el estado nutricional.
 10. Filogenia del sistema inmune.
 11. Relación de parámetros hemáticos (cuenta de hemocitos, fagocitosis, etc.) con la susceptibilidad a enfermedades.
 12. Relación de parámetros plasmáticos con la susceptibilidad a enfermedades.
 13. Eficiencia de los inmunoestimulantes, modo de acción y formas de administración.
 14. Eficiencia de los probióticos y modo de acción.

Integración de la red de investigación en ecología y sistemas de manejo de la engorda de especies acuícolas.

Se busca integrar a los expertos en los diferentes campos de investigación que puedan contribuir a resolver los problemas de la eficiencia y manejo ambiental de los sistemas de engorda. Entre otros a especialistas en las disciplinas de: ecología, microbiología, ecofisiología, biogeoquímica.

Investigación aplicada en el área de ecología y manejo de sistemas de engorda

1. Eficiencia de uso de los compuestos de carbón, nitrógeno y fósforo en los sistemas de cultivo
2. Manejo de la productividad natural.
3. Manejo microbiológico de los sistemas de engorda.
4. Protección y desarrollo de bienes y servicios.
5. Sistemas de aireación, mezcla, circulación, recirculación, sedimentación, biofiltros y manejo de aguas residuales.

Investigación básica en el área de ecología y manejo de sistemas de engorda

1. Estudios básicos de los ciclos del nitrógeno, fósforo, azufre, carbón y oxígeno dentro de los sistemas de engorda.
2. Estudio de la dinámica trófica de los sistemas de cultivo y de los cuerpos receptores.

Integración de foros temáticos de discusión en red que integre a los diferentes comités con las redes de investigación.

Se pretende integrar las redes de conocimiento con las redes de valor y con los diferentes comités de acuicultura. Mediante estos foros se puede mantener un sistema de consulta en línea entre el sector acuícola y los grupos de investigación para consultar problemas, plantear retos, informar sobre el desarrollo acuícola, la generación de proyectos, los resultados obtenidos en investigaciones realizadas.

Elaboración de un documento que integre demandas de investigación aplicada de los comités.

Se trata de integrar las demandas de investigación planteadas por los diferentes comités, relacionadas con la búsqueda de soluciones integrales a problemas de la acuicultura, la superación de retos planteados al desarrollo, las necesidades de innovación, de la mejora continua de los procesos de producción. Esto permitirá promover proyectos con mezcla de recursos entre el sector acuícola y los centros de investigación e influir en los temas de los fondos sectoriales y mixtos.

Elaboración de un documento que integre los temas prioritarios de investigación básica definidos por las redes.

Se trata de orientar la investigación básica hacia aquellos temas que permitan generar el conocimiento que sirva de plataforma para resolver los problemas y enfrentar los desafíos del desarrollo. Ello permitirá promover los temas en las convocatorias de los fondos nacionales mixtos y sectoriales, así como apoyar iniciativas para conseguir fondos internacionales.

Promoción de estudios estatales para la detección de necesidades regionales de investigación para el desarrollo de la acuicultura.

Se trata de promover en los estados, a través de las comisiones de ciencia y tecnología, estudios que permitan detectar necesidades regionales de investigación básica y aplicada, entre otros los referidos a cultivos de impacto regional, y la evaluación y monitoreo de bienes y servicios ambientales utilizados por el sector acuícola regional.

Promoción de temas de investigación aplicada y básica en los fondos sectoriales y mixtos.

Permitirá promover temas de investigación prioritaria en los fondos nacionales sectoriales y mixtos, asegurar el financiamiento de proyectos de investigación básica, así como incentivar la investigación aplicada.

Elaboración de un estudio para el fortalecimiento de la investigación bajo contrato entre la industria acuícola y sus proveedores con los centros de investigación.

Permitirá fortalecer la integración de los centros de investigación en proyectos de investigación aplicada con la industria acuícola.

Elaboración de un estudio para el desarrollo del modelo de fundaciones de apoyo a la investigación en acuicultura.

El modelo de fundaciones de apoyo a la investigación aplicada y al extensionismo ha probado en otros países ser muy efectivo para vincular los centros de investigación con la industria acuícola. El estudio permitirá promover la actualización jurídica para implantar un modelo de fundaciones que supere las restricciones del modelo de fideicomisos, el cual ha probado ser muy limitante para el dinamismo que requiere la relación academia-empresa.

Acciones
Fundación de Comité de Investigación orientada (aplicada y básica) para el fortalecimiento de la acuicultura CIO.
Elaboración del plan de investigación orientada (aplicada y básica) para el fortalecimiento de la acuicultura.
Integración de la red de investigación en mejoramiento genético de especies acuícolas.
Integración de la red de investigación en reproducción y desarrollo larvario de especies acuáticas.
Integración de la red de investigación en nutrición y alimentación.
Integración de la red de investigación en sanidad acuícola.
Integración de la red de investigación en ecología y sistemas de manejo de la engorda de especies acuícolas.
Integración de foros temáticos de discusión en red que integre a los diferentes comités con las redes de investigación.
Elaboración de un documento que integre demandas de investigación aplicada de los comités.
Elaboración de un documento que integre los temas prioritarios de investigación básica definidos por las redes.
Promoción de estudios estatales para la detección de necesidades regionales de investigación para el desarrollo de la acuicultura.
Promoción de temas de investigación aplicada y básica en los fondos sectoriales y mixtos.
Elaboración de un estudio para el fortalecimiento de la investigación bajo contrato.
Elaboración de un estudio para el desarrollo del modelo de fundaciones de apoyo a la investigación en acuicultura.

6.2.8. Impulso a programas de domesticación, conformación de pies de cría con control de familias y mejoramiento genético de especies estratégicas para la acuicultura.

Problema

Los principales problemas de los productores acuícolas en la actualidad son lograr el abasto, en suficiencia y en calidad, de la 'semilla' para siembra y engorda a tallas comerciales y reducir los riesgos sanitarios. Algunos ejemplos de cultivos altamente dependientes de 'semilla' importada son el ostión y la trucha arcoiris, ya que no existe un abasto adecuado en México. El

colapso en la producción de ostión en el Pacífico mexicano se debe parcialmente a la dependencia del exterior, ya que la industria es abastecida de 'semilla' que es producida en climas templados, bajo condiciones ambientales diferentes a las de clima tropical encontradas en el Pacífico mexicano. Por lo tanto, el cambio de las condiciones ambientales de siembra genera un bajo rendimiento por área de producción generado por el estrés de los organismos en respuesta a las nuevas condiciones ambientales.

Aunado a lo anterior, la introducción continua de organismos para siembra en granjas acuícolas conlleva altos riesgos sanitarios. A pesar de requerir certificados sanitarios, la introducción de patógenos 'no conocidos' en relación con esas semillas es factible, con alto potencial de diseminación, si no se dispone de sistemas bioseguros y tratamiento de aguas de desecho en las granjas o sistemas de cultivo. Finalmente, se desconoce el impacto de los patógenos que han sido introducidos al importar larvas y semillas de ostión japonés *C. gigas*, en las poblaciones naturales y cultivadas de otros moluscos nativos de México.

Impacto

El impulso de los programas de selección y mejoramiento genético tendrá un impacto en la industria, ya que garantizará uno de los insumos estratégicos de la industria acuícola, consolidará los programas ya existentes entre las empresas y los centros de investigación, y dará impulso a nuevos negocios de proveeduría de reproductores, huevo y semilla para la industria actual.

Beneficios

Permitirá asegurar el abasto en suficiencia y calidad de reproductores, huevo y 'semillas', reduciendo riesgos e induciendo un proceso de mejora continua de los pies de cría, para incrementar la eficiencia de la industria y su competitividad.

Marco de Referencia

En el caso del camarón hay esfuerzos importantes entre las empresas y

centros de investigación para la domesticación, conformación de pies de cría con control de familias y mejoramiento genético, que han disminuido los riesgos epidémicos, pero requieren ser reforzados y consolidados. En el caso de las especies de agua dulce, los esfuerzos de domesticación fueron originalmente realizados por los centros piscícolas operados por el estado, pero carecen de integración con centros de investigación y con los productores. Por otra parte, no tienen la estructura formal que requieren para el establecimiento de pies de cría, el control de pedigrí, el mejoramiento genético y la producción de huevo seleccionado.

En el caso de los moluscos, hay esfuerzos de domesticación en centros de investigación, con poca participación de la industria, que requieren reforzamiento y vinculación. Considerando los eventos masivos y periódicos de mortalidad en las poblaciones cultivadas de ostión japonés *C. gigas*, y la posible presencia de patógenos en las poblaciones naturales y cultivadas de moluscos, es indispensable la selección de pies de cría resistentes o tolerantes, y adaptables a las condiciones ambientales locales. Con respecto a los peces marinos el desarrollo es aun más incipiente y no existen programas de domesticación y control de pedigrí, pero serán parte fundamental del desarrollo de la industria.

Consolidar el Programa de mejoramiento genético entre la industria del cultivo del camarón y los centros de investigación.

Impulsar un programa de domesticación, conformación de pies de cría y mejoramiento genético del ostión de placer a nivel Gobierno-Academia-Empresa.

En virtud de que ya se han presentado eventos aislados de mortalidad no explicada en poblaciones cultivadas de ostión de placer *C. corteziensis*, y la posibilidad de que exista transmisión horizontal de patógenos provenientes del ostión japonés *C. gigas*, es indispensable la selección de pies de cría resistentes o tolerantes, y adaptables a las diversas regiones de Mexico, con potencial para el cultivo de esta especie nativa.

Promover un programa de conformación de un pie de cría y mejoramiento genético del ostión japonés a nivel Gobierno-Academia-Empresa. Considerando los eventos masivos y periódicos de mortalidad en las poblaciones cultivadas de ostión japonés *C. gigas*, debidos a la posible presencia de patógenos y a la baja diversidad genética en la semilla importada, es indispensable la selección de pies de cría resistentes o tolerantes, y adaptables a las condiciones ambientales locales.

Iniciar un programa de domesticación y de conformación de un pie de cría del ostión americano *C. virginica* con especial énfasis en el control sanitario y la estandarización de calidad de semilla.

Es necesario tecnificar la producción acuícola de esta especie nativa del Golfo de México, mediante la producción masiva de semilla en el laboratorio y la aplicación de técnicas de depuración.

Impulsar con la industria un programa de domesticación y conformación de pies de cría y mejoramiento genético de las especies de abulón rojo y amarillo.

Es necesario asegurar la producción acuícola de estas especies nativas, mediante la selección de familias de alto rendimiento para el cultivo intensivo.

Iniciar un programa de domesticación, conformación de pies de cría y manejo genético de la almeja mano de león a niveles Gobierno-Academia-Empresa, incluyendo los laboratorios y centros de investigación existentes. Es necesario tecnificar la producción acuícola de esta especie nativa del Pacífico peninsular, mediante la producción masiva de semilla en el laboratorio, evitando la reducción de la diversidad genética en las poblaciones de cultivo. Para ello se puede basar la producción de semilla en el laboratorio en reproductores silvestres, pero además se pueden iniciar trabajos de selección de familias, a partir de las poblaciones de la zona peninsular Pacífico Norte y de las poblaciones relativamente pequeñas y aisladas del Golfo de California, con la posibilidad de obtener pies de cría adaptables para el cultivo en aguas templado-frías (costa Pacífico) y cálidas (Golfo de California).

Iniciar un programa para el manejo genético de pies de cría de ostras perleras.

Apoyar el establecimiento de un programa de domesticación de pies de cría seleccionados de Langosta de Agua Dulce, respaldados por centros de investigación y entidades de fomento.

Impulsar un programa de mejoramiento genético para la acuicultura de tilapia, con especial énfasis en control sanitario y estandarización de la calidad de alevines monosexuales.

Impulsar programas de genética para el cultivo de trucha.

Diseñar, instrumentar e implantar un sistema de selección genética y distribución de pies de cría de carpa.

Impulsar un programa de mejoramiento genético de bagre.

Acciones
Consolidar el programa de mejoramiento genético entre la industria del cultivo del camarón y los centros de investigación.
Impulsar un programa de mejoramiento genético para la acuicultura de tilapia, con especial énfasis en control sanitario y estandarización de la calidad de alevines monosexuales.
Impulsar programas de mejoramiento genético para la acuicultura de truchas, que incluyan la especie que soporta la industria y las truchas nativas.
Diseñar, instrumentar e implantar un sistema de selección genética y distribución de pies de cría de carpa.
Promoción de programas de mejoramiento genético de bagre en conjunto con productores.
Impulsar un programa de domesticación, conformación de pies de cría y manejo genético del ostión de placer (Costa Pacífico) a nivel Gobierno-Academia-Empresa.
Promover un programa de conformación de un pie de cría y mejoramiento genético del ostión japonés (Costa Pacífico) a nivel Gobierno-Academia-Empresa.

continúa...

Acciones
del ostión japonés (Costa Pacífico) a nivel Gobierno-Empresa
Iniciar un programa de domesticación y de conformación de un pie de cría del ostión americano (Golfo de México) con especial énfasis en el control sanitario y la estandarización de calidad de semilla.
Impulsar un programa de domesticación y conformación de pies de cría y mejoramiento genético de las especies de abulón rojo y amarillo (Costa Pacífico de BC y BCS).
Iniciar un programa para el manejo genético de pies de cría de las ostras perleras (Golfo de California).
Iniciar un programa de domesticación, conformación de pies de cría y manejo genético de la almeja mano de león (Costa Pacífico de BC y BCS), a niveles Gobierno-Academia-Empresa, incluyendo los laboratorios y centros de investigación existentes.
Apoyar el establecimiento de un programa de domesticación de pies de cría seleccionados de Langosta de Agua Dulce, respaldados por centros de investigación y entidades de fomento.

6.2.9. Desarrollo de proveedores de huevo, semillas, crías y postlarvas de calidad para la acuicultura.

Problema

Los laboratorios productores de postlarvas enfrentan el problema de la estacionalidad de la demanda y uso de la capacidad instalada durante el verano-otoño, además de la innovación tecnológica para incrementar la edad de siembra y de mejoras en la ingeniería para reducir riesgos sanitarios. Los centros de producción de alevines para peces de agua dulce no tienen un desarrollo empresarial y requieren innovación en las tecnologías para la producción de crías genéticamente diferenciadas. En este rubro hay una dependencia de la importación a partir de proveedores externos con los riesgos sanitarios correspondientes. La langosta de agua dulce requiere de un suministro confiable de reproductores y juveniles para su desarrollo. Los laboratorios de producción de semillas de moluscos carecen de un desarrollo empresarial y, por las características de la

reproducción estacional, requieren de una operación tendiente a la producción diversificada, lo que implica el montaje de tecnologías de producción de semillas para las diferentes especies.

Impacto

El desarrollo de proveedores de huevo, semillas, crías y postlarvas de especies que se cultivan tiene impacto a nivel de toda la industria, ya que permitirá garantizar los programas de siembra de las granjas, mejorar la supervivencia y los rendimientos. En el cultivo de camarón permitirá hacer más competitivos a los proveedores actuales ya que podrán adoptar estándares internacionales al incrementar la edad de siembra, la bioseguridad en los laboratorios y mejorar los precios. En los cultivos de peces y langosta de agua dulce permitirá el desarrollo de proveedores nacionales de crías competitivas en calidad y precio a las del mercado internacional, vinculados estrechamente con los programas de mejoramiento genético. En los cultivos de moluscos permitirá desarrollar proveedores nacionales con capacidad de producción diversificada y productos adaptables a diferentes condiciones de cultivo (engorda) para los diferentes nichos de mercado y para el desarrollo de nuevas granjas.

Beneficios

Los mayores beneficiados de esta acción serán las granjas de engorda quienes podrán asegurar sus programas de siembra con insumos de mayor calidad y mejor precio. Reducirán además los riesgos sanitarios ligados a la importación de estos insumos, y por ende, la posibilidad de contaminar poblaciones nativas que sustentan proyectos acuícolas o pesqueros.

Marco de Referencia

Los laboratorios proveedores de post-larvas de camarón tienen desarrollo muy importante en la industria acuícola nacional con más de 30 empresas proveedoras y una capacidad instalada cercana a 1,000 millones de post-larvas por mes. Requieren ampliar el uso de la capacidad instalada, mejorar la edad de sus productos y mejorar la ingeniería de los laboratorios para la bioseguridad de los mismos. Los Centros dulceacuícolas existentes

requieren fortalecimiento empresarial, actualización tecnológica y vinculación con grupos de investigación para ser competitivos con los proveedores extranjeros. Los laboratorios de producción de semillas de moluscos no han tenido un desarrollo importante por falta de desarrollo empresarial, actualización y enriquecimiento tecnológico y asistencia de grupos de investigación. Las acciones propuestas están encaminadas al desarrollo de proveedores competitivos articulados con los programas de mejoramiento genético, que crezcan con la demanda de la industria. Ello permitirá asegurar los programas de siembra de las granjas de engorda y reducir los costos de producción.

Desarrollo de proveedores de postlarvas de camarón de mayor edad y mejoramiento de la bioseguridad en los laboratorios de cultivo larvario.

Se busca incentivar a los proveedores de postlarvas a que realicen mejoras sustanciales en la bioseguridad de los laboratorios, estén estrechamente articulados con programas de mejora genética y que oferten postlarvas de 20 días de edad a precios competitivos.

Fortalecimiento empresarial y actualización tecnológica de los centros dulceacuícolas proveedores de crías de tilapias, truchas, carpas y bagres.

Se trata de fortalecer los centros acuícolas mediante una estructura operativa empresarial, articularlos con los programas de genética, actualizarlos tecnológicamente, vincularlos con grupos de investigación y mejorar la bioseguridad.

Desarrollo de un laboratorio proveedor de semilla certificada de ostión de placer (*C. corteziensis*) y de Ostión japonés (*C. gigas*), con capacidad para la producción diversificada de otras especies, utilizando un centro ostrícola existente.

Se pretende promover un Centro de referencia para la producción de semillas certificadas de diferentes especies de moluscos del Pacífico, que permita detonar el crecimiento de las granjas de producción, así como establecer las bases para el desarrollo de proveedores.

Desarrollo de un laboratorio productor de semilla de ostión americano con especial énfasis en control sanitario y estandarización de calidad de semilla.

El semicultivo extensivo de ostión americano en el Golfo de México debe evolucionar o complementarse con proyectos de cultivo intensivo y semilla de laboratorio, para producir ostión en media concha, con una mejor presentación para el mercado. Esto elevaría la rentabilidad del cultivo en localidades específicas y podría detonar el crecimiento de granjas de producción.

Apoyo al escalamiento de la producción de semilla certificada de almeja mano de león, mediante programas Gobierno-Academia-Empresa, en laboratorios y centros de investigación existentes y transferencia tecnológica a productores.

La engorda de esta especie de alto valor ofrece perspectivas de alta rentabilidad y debiera asegurarse el suministro suficiente y oportuno de semilla certificada, producida en el laboratorio, ya que la captación de semilla silvestre es aleatoria y variable.

Estudios de escalamiento en la producción de semilla de hacha china en laboratorio mediante colaboración con empresarios camaronícolas y productores sociales.

Se tienen avances importantes en la producción de semilla de este molusco de alto valor, por lo que debe asegurarse una oferta confiable de semilla producida en laboratorio.

Estudios de zootecnia para la producción de semilla del mejillón tropical *M. capax* en laboratorio y engorda en campo, mediante colaboración con empresarios camaronícolas y productores sociales.

Esta especie nativa del Golfo de California podría ser adaptable para el cultivo en cuerpos de agua costeros, e incluso en granjas camaronícolas, por lo que es recomendable realizar los estudios tecnológicos para la producción de semilla y cultivos de engorda para determinar su potencial real.

Desarrollo de de un centro de producción de semilla seleccionada de Langosta de Agua Dulce.

A fin de desarrollar el cultivo de esta especie, es necesario contar con un suministro confiable de juveniles. Se sugiere la instalación de un centro productor de juveniles, asociado a un programa de selección y mejoramiento genético.

Acciones
Desarrollo de proveedores de postlarvas de camarón de mayor edad y mejoramiento de la bioseguridad en los laboratorios de cultivo larvario.
Fortalecimiento empresarial y actualización tecnológica de los centros dulceacuícolas proveedores de crías de tilapias, truchas, carpas y bagres.
Desarrollo de laboratorios proveedores de semilla certificada de ostión de placer (<i>C. corteziensis</i>) y de Ostión japonés (<i>C. gigas</i>), con capacidad para la producción diversificada de otras especies, utilizando un Centros ostrícolas existentes.
Desarrollo de un laboratorio productor de semilla de ostión americano con especial énfasis en control sanitario y estandarización de calidad de semilla.
Apoyo al escalamiento de la producción de semilla certificada de almeja mano de león, mediante programas Gobierno-Academia-Empresa, en laboratorios y centros de investigación existentes y transferencia tecnológica a productores.
Estudios de escalamiento en la producción de semilla de hacha china en laboratorio mediante colaboración con empresarios camaronícolas y productores sociales.
Estudios de zootecnia para la producción de semilla y engorda experimental del mejillón tropical <i>M. capax</i> en laboratorio mediante colaboración con empresarios camaronícolas y productores sociales.
Desarrollo de de un centro de producción de semilla seleccionada de Langosta de Agua Dulce.

6.2.10. Elaboración planes para asegurar la calidad de los alimentos balanceados en términos de sostenibilidad, inocuidad, sanidad y funcionalidad

Problema: La calidad de los alimentos balanceados y su manejo están implicados de manera estratégica en los temas de la sustentabilidad, la inocuidad, la sanidad y la funcionalidad, temas que tienen gran relevancia en los ejes ambiental, económico y social. El alimento tiene un alto impacto

en la comercialización del producto de cultivo, el ambiente, la protección a la salud y la nutrición tanto animal como humana. Existe una desvinculación entre la producción de alimentos y el manejo de la alimentación, lo que impide optimizar su uso.

Impacto

Evitar impactos ambientales innecesarios, reducir riesgos de eutrofización, hacer un uso racional de los insumos, asegurar la inocuidad de los alimentos y de los productos acuícolas, evitar riesgos epidémicos y mejorar las propiedades funcionales de los alimentos.

Beneficios

Imagen sólida de los productos acuícolas en términos nutricionales, ambientales y de salud, comercialización más segura de los productos acuícolas en el mercado, menores costos de producción.

Marco de Referencia

La acuicultura en nuestro país no solamente utiliza alimentos balanceados esencialmente para el cultivo de trucha, tilapia, carpa, bagre y camarón, sino que también dependerá de ellos para la expansión futura de la piscicultura marina. En el 2002 se produjeron en México alrededor de 70 mil toneladas de alimento para camarón, 4,000 para tilapia, 3,600 para trucha, y 2,500 para bagre. Los niveles de proteína en el alimento más frecuentemente utilizados fueron: 40%, 35% y 25%. La industria de alimentos balanceados ha utilizado harina de pescado como fuente de proteína y aminoácidos esenciales; del total que se produce, las aves consumen el 58%, los cerdos el 20%, los rumiantes 2.5%, en acuicultura se usa el 14% y, el 5.5 % restante por otras especies. De la captura total de pescado en México, 70% está destinada a la fabricación de harinas para ser utilizadas como insumo para la elaboración de alimentos balanceados. Está demostrado que la contaminación ambiental puede reducirse de manera directa con mejores sistemas de formulación, fabricación y manejo de alimentos balanceados; la tendencia será aproximar el perfil de nutrimentos incorporados en las dietas balanceadas con el perfil de las demandas nutricionales de los animales.

También se podrá reducir la contaminación de forma indirecta al aprovechar recursos o subproductos alternos con potencial alimenticio, ya que los nuevos sistemas de formulación de alimentos balanceados tienen potencial para incorporar ingredientes alternos a las dietas. La elaboración de un plan para asegurar la calidad de los alimentos balanceados jugará un rol estratégico en integrar a la manufactura de alimentos, el manejo de la alimentación y los grupos de investigación para evitar riesgos ambientales, económicos y de salud humana, con beneficios adicionales que permitirán a la industria ser más eficiente y competente.

Realizar acuerdos con los proveedores de alimentos balanceados para asegurar la calidad de los alimentos.

Se busca que la industria proveedora de alimentos balanceados de uso acuícola asuma compromisos para el aseguramiento de la calidad, orientada a evitar impactos ambientales, garantizar la inocuidad y la sanidad, el mejoramiento de los ingredientes, formulaciones, manufactura y prácticas de manejo.

Realizar acuerdos con la industria acuícola consumidora de alimentos balanceados para asegurar los sistemas de alimentación.

En contraparte, se trata de que la industria acuícola consumidora de alimentos balanceados asuma compromisos para mejorar el manejo de la alimentación en las granjas de engorda.

Fundación de un comité de aseguramiento de los alimentos y de la alimentación.

Se refiere a la integración en un comité con representantes de la industria de alimentos balanceados, de las granjas consumidoras, de los centros de investigación y de las instituciones relacionadas para coordinar acciones, a fin de sumar esfuerzos en el logro del aseguramiento de la calidad de los alimentos balanceados, y lograr una mayor integración entre la manufactura de los alimentos y el manejo de la alimentación.

Elaboración de un plan de aseguramiento de los alimentos y la alimentación.

Tiene como propósito enfrentar los retos de mejorar los alimentos y el manejo de los mismos, asegurando entre otros aspectos los siguientes:

Retos de los proveedores de alimentos balanceados

Algunos de los retos que han sido identificados a nivel internacional para la producción de alimentos balanceados son los siguientes:

- ◆ Desarrollar lineamientos y códigos de buenas prácticas para la manufactura de alimentos balanceados.
- ◆ Preferir el uso de insumos de bajo nivel trófico en la manufactura de alimentos balanceados, que permitan reducir el uso de harinas de productos pesqueros que puedan ser utilizados en la alimentación humana directa, sin detrimento de la eficiencia de la producción.
- ◆ Mejorar insumos, formulaciones, manufactura y manejo, que maximicen la eficiencia de utilización de nutrientes y minimicen la pérdida de compuestos de nitrógeno, fósforo y materia orgánica, para reducir impactos innecesarios al ambiente.
- ◆ Controlar la inocuidad de los insumos utilizados con énfasis para evitar niveles de riesgo en biotoxinas, pesticidas y metales pesados.
- ◆ Control de ingredientes que puedan actuar como transmisores de patógenos de riesgo sanitario para la salud animal o humana.
- ◆ Mejorar las formulaciones para garantizar la incorporación de requerimientos nutricionales para el mantenimiento óptimo de la salud animal y la resistencia a enfermedades.
- ◆ Incorporar nutrientes que mejoren las propiedades funcionales de los productos acuícolas en la nutrición y la salud humana.
- ◆ Incorporación efectiva y funcional de aminoácidos libres, enzimas, quimiotractantes, estimulantes, probióticos e inmunoestimulantes.
- ◆ Mejora continua de las formulaciones y la manufactura que

permitan satisfacer los requerimientos nutricionales de las especies bajo condiciones de cultivo.

- ◆ Mejorar la integración de las empresas proveedoras de alimentos y la industria acuícola.

Retos del manejo de los alimentos en el sector acuícola

Desarrollo de lineamientos y códigos de buenas prácticas para el manejo de los alimentos en las granjas de producción.

- ◆ Desarrollo de sistemas de manejo del alimento en las granjas que maximicen la eficiencia de conversión alimenticia y minimicen pérdidas y residuos que generen riesgos ambientales.
- ◆ Mejorar el aprovechamiento de la alimentación natural y la productividad primaria, comprendiendo el rol nutricional de los componentes tróficos de los sistemas de cultivo.
- ◆ Mejorar el manejo microbiológico de los sistemas de cultivo para aprovechar el papel nutricional de la flora microbiana.
- ◆ Establecer criterios de selección de especies que permitan la diversificación de la industria con base en especies de bajo nivel trófico.

Elaboración de un plan de desarrollo tecnológico para mejorar los alimentos y la alimentación.

Se trata de integrar a los investigadores de centros para que ofrezcan soluciones integrales a los retos planteados a la industria de alimentos balanceados y a la industria acuícola.

Actualización de la normatividad relacionada con la manufactura de alimentos y el manejo de la alimentación.

Es necesario actualizar y complementar la normatividad obligatoria en materia de manufactura de alimentos balanceados y de manejo de la alimentación, al mismo tiempo que se promueve la normatividad voluntaria que permita asegurar la calidad de los alimentos balanceados.

Elaboración de lineamientos y de códigos de conducta para la manufactura de alimentos balanceados.

Promoción por parte del Comité de aseguramiento de un consenso para definir los lineamientos y el código de conducta que requiere la manufactura para asegurar la calidad de los alimentos en términos de sustentabilidad, inocuidad, sanidad y funcionalidad.

Elaboración de lineamientos y de códigos de conducta para la manufactura de alimentos balanceados.

Promoción por parte del Comité de aseguramiento de un consenso para definir los lineamientos y el código de conducta que requiere el manejo de los alimentos y la alimentación para asegurar la calidad de los alimentos en términos de sostenibilidad, inocuidad, sanidad y funcionalidad.

Formulación de procedimientos para el monitoreo de la calidad de los alimentos y de los sistemas de alimentación.

Se requiere establecer procedimientos consensuados para monitorear la calidad de los alimentos balanceados y su manejo en las granjas, evaluarlos y sugerir mejoras.

Promoción de la acreditación y certificación de los proveedores de alimentos balanceados y de las granjas que los utilizan.

Se trata de acreditar y certificar, por medio de terceros, que la industria de alimentos balanceados y las granjas cumplen con la normatividad, los lineamientos y los códigos de conducta.

Acciones
Realizar acuerdos con los proveedores de alimentos balanceados para asegurar la calidad de los alimentos.
Realizar acuerdos con la industria acuícola consumidora de alimentos balanceados para asegurar los sistemas de alimentación.
Fundación de un comité de aseguramiento de los alimentos y de la alimentación CAAA.
Elaboración de un plan de aseguramiento de los alimentos y la alimentación.
Elaboración de un plan de desarrollo tecnológico para mejorar los alimentos y la alimentación.

continúa...

Actualización de la normatividad y el licenciamiento ambiental relacionados con la manufactura de alimentos y el manejo de la alimentación.
Elaboración de lineamientos y de códigos de conducta para la manufactura de alimentos balanceados .
Formulación de procedimientos para el monitoreo de la calidad de los alimentos y de los sistemas de alimentación.
Promoción de la acreditación y certificación de los proveedores de alimentos balanceados y de las granjas que los utilizan.

6.2.11. Elaboración de un plan para disminuir los riesgos sanitarios en los cultivos acuícolas.

Problema

La industria acuícola enfrenta riesgos sanitarios relacionados con la presencia de diversos patógenos como virus, bacterias, hongos y parásitos, que pueden afectar tanto a la sanidad animal como la salud humana. Adicionalmente tienen graves implicaciones económicas y financieras por las pérdidas que representan las mortalidades durante los eventos epidémicos registrados en las zonas de producción. La reducción de los riesgos sanitarios enfrenta una complejidad por la diversidad de patógenos y de agentes infecciosos involucrados. El uso de reproductores, semillas e insumos alimenticios no certificados como libres de patógenos, el movimiento no responsable de organismos, la importación de productos acuícolas provenientes de zonas de riesgo y su movimiento a zonas de producción y las malas prácticas de manejo son, entre otros, los principales vectores de riesgo sanitario. La presencia en los productos acuícolas de algunas bacterias, parásitos o biotoxinas resultantes de los problemas sanitarios constituye un riesgo adicional para la salud humana. La presencia en el medio acuático de bacterias coliformes fecales, *Vibrio colera*, *Vibrio parahemolyticus* y *Salmonella spp*, o parásitos como las larvas de *Gnathostoma*, representan un riesgo no solo para los cultivos sino para los consumidores. Los afloramientos de fitoflagelados tóxicos durante eventos de mareas rojas también tienen implicaciones en cuanto a la salud humana.

Impacto

Tendrá un impacto a nivel nacional y en todos los cultivos para reducir los riesgos sanitarios en los cultivos acuícolas, así como sus impactos en la salud humana. Permitirá garantizar la certificación sanitaria de reproductores, semillas, insumos y productos. Fortalecerá las acciones de certificación sanitaria de cuerpos de agua. Impulsará la aplicación sistemática de normas, sistemas de buenas prácticas y códigos de conducta responsable. Promoverá el desarrollo de proveedores de semillas, crías y postlarvas, libres de patógenos.

Beneficios

Reducción de causas de mortalidad en los cultivos, evitará pérdidas económicas importantes, dará certidumbre a las instituciones financieras, protegerá la salud humana.

Marco de Referencia

La adopción de medidas y realización de esfuerzos aislados no garantizan el control de eventos epidemiológicos debido, entre otras cosas, a la diversidad de agentes, la multiplicidad de vectores, la falta de integración entre las empresas y en muchos caso por la magnitud de los eventos, de las zonas de riesgo y de sus impactos. La solución integral al problema epidemiológico requiere un plan que reduzca los riesgos sanitarios por la eliminación de las causas que los originan más que por la corrección de sus efectos. Este plan puede tener un efecto envolvente que aisle los problemas para eliminarlos de raíz, creando una nueva cultura de mayor disciplina y cuidado en la industria acuícola y de mayor participación. Ello evitará los riesgos epidémicos, así como las pérdidas económicas, la credibilidad financiera y las consecuencias sociales en la salud y en el empleo.

Fortalecimiento del Comité Nacional de Sanidad acuícola.

Se trata de involucrar a todos los agentes relacionados con posibles causas de riesgo y de aquellos que puedan contribuir a reducirlos. Entre ellos los programas de genética, los laboratorios productores de postlarvas, crías y semillas, las plantas productoras de alimentos, los proveedores de insumos

de riesgo, las granjas de engorda, las instituciones ligadas a la calidad de los cuerpos de agua, las instituciones sanitarias, los centros de investigación y las instituciones relacionadas con el movimiento de productos de riesgo.

Fortalecimiento y fundación en su caso de los Comités de sanidad acuícola de los estados.

Las estrategias de acción para el diagnóstico sanitario y el control de las enfermedades en los cultivos de camarón deben estar dirigidas por los comités de sanidad constituidos en los estados. Estas organizaciones, encargadas de vigilar el orden sanitario de la acuicultura deberán contar con los recursos necesarios para fortalecer y realizar proyectos como el que actualmente se lleva a cabo en la camaronicultura de Sonora, Sinaloa, Nayarit y Baja California Sur, en el cual se está verificando la producción larvaria de los laboratorios existentes en estos 4 estados. Una ventaja en la creación de los comités de sanidad acuícola de los estados, es que estos cuentan con personal que visita periódicamente todos los laboratorios y granjas de camarón, manteniendo un contacto estrecho y vinculando al sector productivo con las instituciones de Investigación que realizan el diagnóstico.

Fortalecimiento de los Comités sanitarios que se funden en aquellas micro regiones, cuencas o subcuencas con desarrollo acuícola estratégico.

Dada la cantidad de agentes y vectores involucrados, es necesario que la organización de los comités se lleve a nivel de micro zonas tanto para garantizar la aplicación de medidas preventivas, como para incrementar la capacidad de respuesta ante un evento que requiera acciones correctivas.

Elaboración de un plan para reducir los riesgos sanitarios en los cultivos acuícolas.

Se trata de reducir riesgos sanitarios atacando de manera integral las causas que los originan a nivel de: el medio acuático que utiliza la acuicultura, de los reproductores que utilizan los laboratorios, de las semillas que utilizan las granjas, de los insumos que utilizan las plantas de alimentos, y de los sistemas de manejo. Se pretende promover una cultura de certificación de

cuerpos de agua, reproductores, semillas, insumos, productos, movimiento responsable de organismos, sistemas de buenas prácticas y códigos de conducta responsable, así como de adoptar medidas profilácticas y de control sanitario en puntos críticos de control. Además, es necesario implantar sistemas de monitoreo basados en tecnologías de reconocimiento rápido y de aplicación *in situ* que permitan reconocer vectores, eventos, o zonas de riesgo, y promover el manejo basado en la reducción de los niveles de estrés, a partir de la nutrición basada en el fortalecimiento, en el uso de vacunas, inmunoestimulantes y agentes probióticos. También considera el desarrollo futuro de pies de cría resistentes.

Revisión y actualización de normas sanitarias de aplicación en el sector acuícola.

Se trata de actualizar la normatividad sanitaria para que evolucione con el crecimiento de la industria, así como de impulsar la normatividad voluntaria que fortalezca la reducción de riesgos sanitarios.

Acciones
Fortalecimiento del Comité Nacional de Sanidad Acuícola CNSA
Fortalecimiento y fundación en su caso de los Comités de sanidad acuícola de los Estados CSAE
Fortalecimiento de los Comités sanitarios que se funden en aquellas microregiones, cuencas o subcuencas con desarrollo acuícola estratégico.
Elaboración de un plan para reducir los riesgos sanitarios en los cultivos acuícolas
Revisión y actualización de normas sanitarias de aplicación en el sector acuícola

6.2.12. Desarrollo de planes para mejorar la eficiencia de los sistemas de cultivo.

Problema

La falta de conocimiento de las capacidades ambientales, la ausencia de estudios de capacidad de carga, la carencia de consenso sobre los modelos de producción, la carencia de una visión sobre la eficiencia de los sistemas de producción, ha generado riesgos de desbordamiento en el uso de bienes y servicios ambientales durante el desarrollo de la industria acuícola, particularmente en las granjas de engorda. Estos riesgos han generado presiones sobre la industria acuícola por las experiencias de otros países que han generado impactos ambientales, como la eutrofización de subcuencas, la salinización de cuerpos de agua, las modificaciones al hábitat y las presiones de frontera sobre áreas de biodiversidad.

Impacto

El incremento en la eficiencia de uso de los bienes y servicios ambientales en los sistemas de producción permitirá elevar la capacidad de carga de la industria acuícola, utilizar eficientemente las capacidades ambientales, y reducir la presión sobre los bienes y servicios ambientales. Esta acción permitirá el crecimiento de la industria acuícola por intensificación más que por extensión, reducir las necesidades de insumos de origen pesquero, y abatir los residuos de nitrógeno, fósforo y materia orgánica.

Beneficios:

Se evitarán riesgos ambientales e impactos innecesarios al ambiente, la producción podrá incrementarse sin presiones de frontera sobre áreas de biodiversidad, las granjas aumentarán su rentabilidad económica y se incrementará el índice de empleo.

Marco de Referencia

Existe una gran variabilidad en los modelos tecnológicos asimilados por la industria acuícola, que van desde el repoblamiento de embalses en sistemas superextensivos hasta los sistemas de engorda intensivos. Esta gama de

opciones está relacionada no solo con la eficiencia de uso del suelo y del agua como bienes ambientales, sino también con el uso de los servicios ambientales. El aseguramiento del desarrollo sustentable se encuentra en la generación de conocimiento y la innovación tecnológica para incrementar la eficiencia de uso de los insumos y reducir los desperdicios. Las opciones genéricas que tiene la innovación tecnológica para ello, involucran: mejoras en la eficiencia de uso de los insumos; incremento en la disponibilidad de insumos utilizados; utilización de nuevos insumos de mayor disponibilidad y menor precio; uso de residuos para generar valor agregado; y tratamiento de residuos.

Fundación del Comité de ecología y manejo de los sistemas de engorda.

Se trata de integrar a las granjas acuícolas de engorda, los centros de investigación, las instituciones del sector acuícola y el ambiental, para desarrollar los lineamientos que permitan la evaluación de capacidades ambientales y capacidades de carga de los diferentes cultivos. Así como para adoptar y promover, de manera consensuada, modelos de producción, lineamientos, sistemas de buenas prácticas y códigos de conducta que permitan incrementar la eficiencia en el uso de bienes y servicios ambientales.

Elaboración de lineamientos para la evaluación de capacidades ambientales y capacidades de carga para los diferentes cultivos acuícolas.

Se requieren definir lineamientos para la evaluación de capacidades ambientales y capacidades de carga en función de los diferentes cultivos, que permitan a los Programas Estatales de Cultivo aplicarlos a la realidad de las cuencas y subcuencas de las diferentes regiones.

Elaboración de un plan para incrementar la eficiencia de los sistemas de engorda.

Se busca establecer lineamientos para promover mejoras en la eficiencia de uso de los insumos en los procesos; incremento en la disponibilidad de insumos utilizados; utilización de nuevos insumos de mayor disponibilidad y menor precio; uso de residuos para generar valor

agregado; y tratamiento de residuos. Estos lineamientos permitirán reducir residuos al mismo tiempo que se incrementan los rendimientos, supervivencia y crecimiento, y se reducen los factores de conversión de nutrientes. Se busca incorporar a la industria tecnologías de aireación, circulación, recirculación, cultivos intermedios, sedimentación y tratamiento de efluentes para minimizar las descargas de nitrógeno, fósforo y materia orgánica por tonelada de producto acuícola.

Elaboración de estudios para incrementar la eficiencia en la engorda en las granjas de cultivo de camarón. Se pretende:

- ◆ Promover dentro de la industria del cultivo del camarón, la adopción de un compromiso para utilizar tecnologías que garanticen el retorno de aguas residuales limpias.
- ◆ Promover la adopción de tecnologías que hagan más eficiente el uso del suelo, con mejor ingeniería en las granjas y mayor profundidad en los estanques.
- ◆ Establecer estándares de ingeniería y de manejo para garantizar la calidad de agua de los efluentes mediante: recirculación, sedimentación, biofiltración y cultivos en serie.
- ◆ Inducir a la industria para cambiar la práctica del boleado a la práctica del uso de alimentadores.
- ◆ Desarrollar proveedores de equipos de aireación y generadores eléctricos.
- ◆ Fomentar la infraestructura hidráulica de las cuencas para ordenar tomas y descargas.
- ◆ Fomentar la infraestructura eléctrica en aquellas cuencas que realicen esfuerzos de ordenamiento e integración.
- ◆ Mejorar el índice de empleo mediante el uso de tecnología intensiva.

Elaboración de estudios para incrementar la eficiencia en la engorda en las granjas de cultivo de tilapia.

Se busca impulsar el modelo de producción intensiva de tilapia para aprovechar las aguas de los embalses que fluyen hacia los distritos de riego.

Acciones
Fundación del Comité de ecología y manejo de los sistemas de engorda <i>CEMSE</i>
Elaboración de lineamientos para la evaluación de capacidades ambientales y capacidades de carga para los diferentes cultivos acuícolas.
Elaboración de un plan para incrementar la eficiencia de los sistemas de engorda.
Elaboración de un estudio para incrementar la eficiencia en la engorda en las granjas de cultivo de camarón.
Elaboración de un estudio para incrementar la eficiencia en la engorda en las granjas de cultivo de tilapia .

6.2.13. Elaboración de planes de desarrollo tecnológico para nuevos cultivos acuícolas PEDTE.

Problema

Existen limitaciones para incrementar la producción, el empleo y generar nuevos negocios en muchos de los sistemas costeros debido, por un lado, a que el modelo de explotación pesquero llegó a sus niveles máximos de explotación en una amplia diversidad de especies valiosas de peces, moluscos y crustáceos, mientras que, por otro lado, no hay tecnologías de cultivo que permitan superar las restricciones impuestas por la producción natural. Ello ha generado que muchas de estas especies alcancen un alto valor comercial debido a que la demanda ha crecido mas rápido que la oferta.

Impacto

El desarrollo tecnológico para nuevos cultivos de peces, moluscos y crustáceos tiene el potencial para abastecer los mercados actualmente limitados por el bajo crecimiento de la pesca y aprovechar el alto valor de mercado de estos productos para impulsar el desarrollo.

Beneficios

El desarrollo tecnológico de nuevos cultivos acuícolas ofrece la oportunidad para generar nuevos negocios, desarrollar clusters de granjas familiares, generar nuevos empleos y aliviar la presión pesquera sobre especies valiosas que forman parte de nuestra riqueza biológica.

Marco de Referencia

Estos planes son la herramienta estratégica para la diversificación de la industria acuícola. Existe una gran diversidad de especies valiosas de peces, moluscos y crustáceos que históricamente han sido explotadas por la pesca, cuya producción muestra signos de agotamiento. Estas especies son valiosas no solamente por su explotación actual, sino porque han alcanzado un alto valor comercial y tienen un alto potencial de cultivo si se desarrolla la tecnología. El éxito del desarrollo tecnológico ofrece la oportunidad de aliviar la presión sobre el recurso, la necesidad de empleo en la zona costera y abre la oportunidad para una nueva etapa de desarrollo de empresas familiares en muchos de los sistemas costeros del país.

Realización de un taller de expertos para identificar especies valiosas con alto potencial de cultivo.

Se requiere realizar un amplio ejercicio de identificación de especies valiosas con potencial de cultivo en cada una de las cinco regiones de nuestro país, combinado con un ejercicio riguroso de selección de especies que tengan características biológicas apropiadas para la producción mediante modelos de acuicultura de alta eficiencia en el uso de bienes y servicios ambientales.

Fundar los Comités de desarrollo tecnológico para nuevos cultivos de peces, moluscos y crustáceos.

Se trata de formar comités regionales que incluyan a las empresas, los centros de investigación, las instituciones académicas, las agencias de desarrollo, y las instituciones gubernamentales para impulsar el desarrollo tecnológico de especies valiosas de peces, moluscos y crustáceos.

Puede iniciarse con al menos un comité por región, el cual puede dar nacimiento a comités específicos según las necesidades y la magnitud de los desarrollos. Es necesario integrar a los centros de investigación e instituciones académicas que cuentan con infraestructura experimental para el desarrollo tecnológico, con capacidad de gestión para obtener recursos, capacidad para realizar investigación aplicada en los problemas que demande el desarrollo y

para orientar su investigación básica a generar el conocimiento que permita fundamentar el desarrollo. También es importante incluir a empresas potencialmente receptoras de la tecnología y que puedan ayudar en las pruebas piloto de escalamiento.

Revisar y autorizar los términos de referencia para la elaboración de los planes de desarrollo tecnológico para nuevos cultivos de peces, moluscos y crustáceos.

Es fundamental definir claramente los términos de referencia de las tecnologías que se buscan desarrollar, las técnicas y métodos que serán probados, los problemas que requieren ser resueltos y el conocimiento que se requiere ser generado. Ello permitirá guiar y orientar a los grupos involucrados, garantizar la inclusión de las instituciones y de las empresas, así como el éxito de los planes y la economía de los recursos que serán utilizados. Es importante que estos términos de referencia permitan el desarrollo de la reproducción controlada, la producción controlada de crías, semillas o postlarvas, la engorda en sistemas de alta eficiencia y el uso de alimentos amigables con el ambiente, utilizando insumos de bajo nivel trófico.

Elaborar planes de desarrollo tecnológico para nuevos cultivos de peces marinos, moluscos y crustáceos.

Algunas de las especies que han sido identificadas para la elaboración de planes específicas, por existir el interés previo y antecedentes de esfuerzos realizados previamente son las siguientes:

Peces Marinos: Pargo *Lutjanus campechanus*, Pámpano *Trachinotus carolinus*, Corvina *Scienops ocellatus*, Robalo *Centropomus undecimalis*, Cobia, *Rachycentrum canadum*, Huachinango *Lutjanus peru*, pargo colorado *L. colorado*, Cabrilla sardinera *Mycteroperca rosacea*, Lengüado *Paralichthys californicus*, Totoaba *Totoaba macdonaldi*, Pargos *Lutjanus argentiventris*, Botete *Sphoeroides annulatus*.

Moluscos: Hacha china *Atrina maura* y hacha larga *P. rugosa*, Mejillón de aguas tropicales *Modiolus capax*, Almeja chocolata *Megapitaria aurantiaca* y

negra *M. Squalida*, Almeja pata de mula *Anadara multicosata*, *A. tuberculosa* y *A. Grandis*, Madreperla *Pinctada mazatlanica*, Almeja voladora *Pecten vogdesi*, Caracol reyna *Strombus gigas*, Abulon *Haliotis cracherodii*, Ostión *Crassostrea iridescens*, pulpo *Octopus maya*.

Crustáceos: Camarón café del pacífico (*Farfantepenaeus californiensis*), Camarón rosado del Golfo (*Farfantepenaeus duorarum*) y Artemias nativas.

Realizar reuniones de los Comités de desarrollo tecnológico de nuevos cultivos para la revisión y adopción de los planes.

Tienen como propósito involucrar de manera formal a las instituciones para guiar y orientar sus esfuerzos de conformidad con el plan, promover entre los grupos de investigación su interés y ampliar los esfuerzos encaminados al logro del desarrollo tecnológico, preparándolos anticipadamente para la elaboración de proyectos y la búsqueda de recursos a nivel estatal, nacional o internacional, para el cumplimiento del Plan.

Promover que los temas establecidos en los planes de desarrollo tecnológico sean incluidos en los fondos sectoriales y mixtos.

Se trata de facilitar las tareas de los grupos involucrados, dotándolos de fondos concursables para el financiamiento de los proyectos establecidos en los planes. También es importante alinear los recursos al logro de proyectos previamente planificados y listos para ser presentados, evitando que las convocatorias excluyan temas bien planificados en beneficio de nuevos temas donde no hay antecedentes de esfuerzos previos. Es importante involucrar a los estados donde el desarrollo tecnológico pueda tener mayor impacto y beneficios.

Convocar a los centros de investigación y a las empresas a participar en la ejecución de los planes de desarrollo tecnológico.

La suma de esfuerzos cooperativos y el complemento de las capacidades existentes entre los Centros de Investigación y las empresas interesadas es una herramienta fundamental para integrar todos los aspectos y soluciones que requiere el montar una tecnología completa. Incluyendo a aquellos

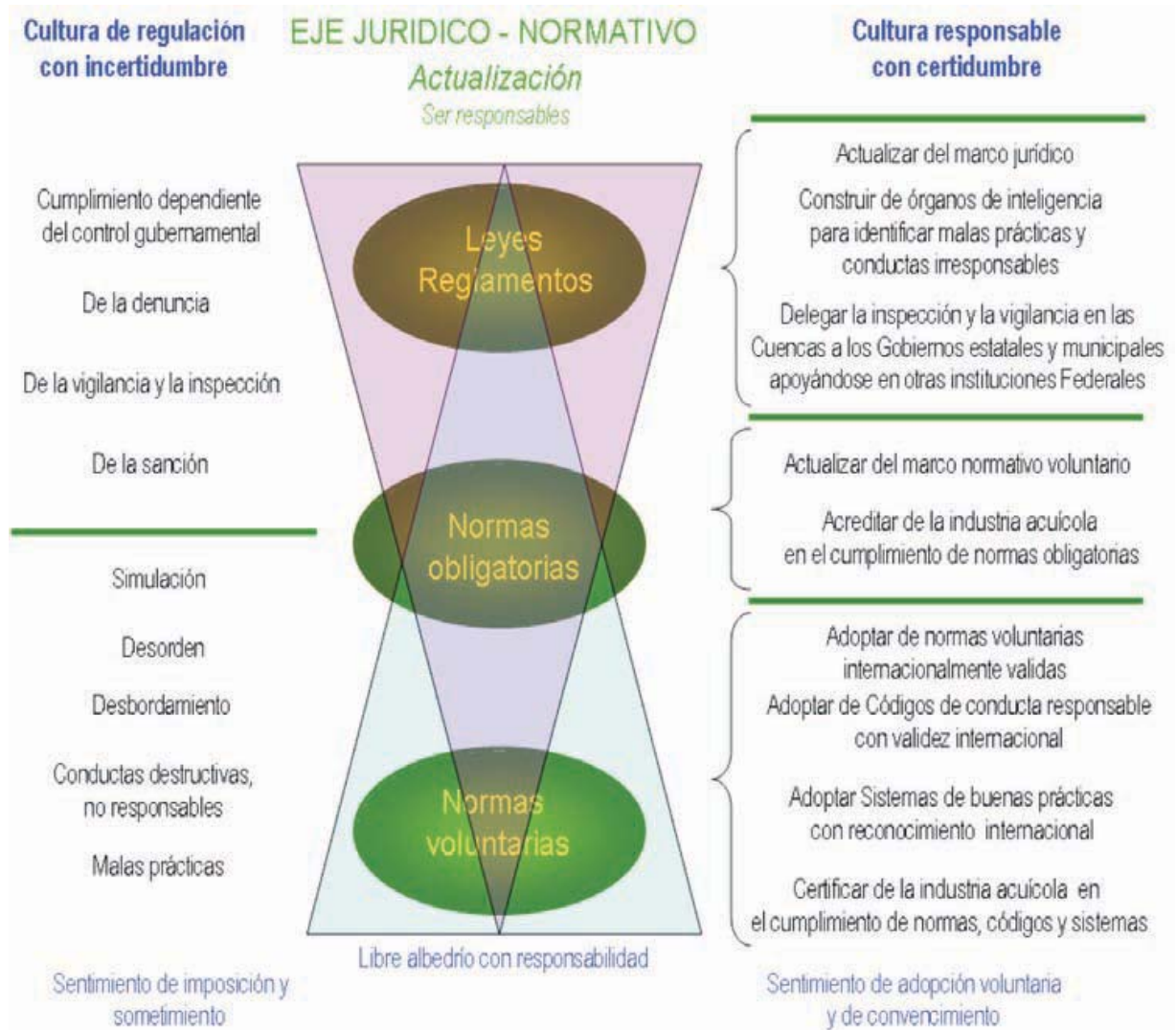
Centros estratégicos referentes donde se realice la integración de la misma desde la reproducción hasta la engorda, así como los Estados en los que se realice el trabajo principal.

Realizar reuniones de seguimiento de los avances logrados en los planes establecidos.

Permitirá evaluar el grado de avance del desarrollo tecnológico y su madurez para iniciar pruebas piloto de producción.

Acciones
Realización de un taller de expertos para identificar especies valiosas y elaborar una lista priorizada de nuevos cultivos de peces, moluscos y crustáceos de interés para la diversificación de la industria.
Fundar los Comités de desarrollo tecnológico para nuevos cultivos de peces, moluscos y crustáceos <i>CDT</i> .
Revisar y autorizar los términos de referencia para la elaboración de los planes de desarrollo tecnológico para nuevos cultivos de peces, moluscos y crustáceos.
Elaborar planes de desarrollo tecnológico para nuevos cultivos de peces marinos, moluscos y crustáceos.
Realizar reuniones de los Comités de desarrollo tecnológico de nuevos cultivos para la revisión y adopción de los planes.
Entregar los planes de desarrollo tecnológico a los fondos sectoriales y a los gobiernos de los estados para su promoción.
Convocar a los centros de investigación y a las empresas a participar en la ejecución de los planes de desarrollo tecnológico.
Realizar reuniones de seguimiento de los avances logrados en los planes establecidos.

6.2.14. Desarrollo de planes para fortalecer la normatividad voluntaria, la acreditación y certificación de empresas acuícolas.



Problema

El marco jurídico-normativo no ha sido actualizado, siendo dependiente de la inspección, la vigilancia, la denuncia, la intervención gubernamental y la sanción, hasta el anuncio de la Ley General de Pesca y Acuicultura. Ello se debe a una cultura en la que privan los sentimientos de imposición, sometimiento y restricción al acceso de los bienes y servicios de las cuencas

y subcuencas, combinados con la idea de derechos de acceso, que genera una resistencia al cumplimiento de las regulaciones y a los actos de autoridad. En el trasfondo de esta cultura se genera la simulación, el desorden, los desbordamientos, conductas destructivas, actos inconscientes no responsables y malas prácticas. Ello se debe a una larga historia de privilegio de la regulación sobre la normalización obligatoria y en el mejor de los casos de ésta sobre la normatividad voluntaria.

Impacto

El fomento de una cultura de acreditación en el cumplimiento de normas obligatorias y de certificación del cumplimiento de normas voluntarias, sistemas de buenas practicas y códigos de conducta, permitirá incorporar de manera voluntaria y activa, a la sociedad, las empresas y a sus empleados en el ordenamiento de la actividad acuícola.

Beneficios

Mayor participación social, ordenamiento, protección de bienes y servicios, mejor imagen de la industria acuícola y reducción de riesgos en los mercados.

Marco de Referencia

El apoyo a la acreditación y certificación de las cuencas acuícolas permitirá resolver de raíz las causas que originan la mayor parte de los problemas de conductas no responsables, de malas prácticas y de falta de normalidad en el desarrollo acuícola. Ya que esta acción lleva implícito la participación del sector acuícola en la adopción voluntaria de normas, sistemas de buenas prácticas y códigos de conducta, que en el trasfondo constituye un modelo de autorregulación, se requiere un cambio de cultura que permita que la regulación ordene solamente aquellos aspectos necesarios o de naturaleza obligatoria para preservar el orden nacional. Esta acción es el mecanismo de trasfondo para eliminar la corrupción, ya que su cumplimiento depende de terceros acreditados y no de inspectores o vigilantes. Además de que pone en juego mecanismos sociales profundos que a la larga inciden en el reordenamiento de aquellas empresas atrasadas.

Promoción de normas voluntarias, sistemas de buenas prácticas y códigos de conducta responsable de validez internacional.

Se trata de difundir a toda la industria acuícola la normatividad voluntaria, los sistemas de buenas prácticas y los códigos de conducta internacionalmente válidos y aplicables al sector acuícola, así como los beneficios que su adopción voluntaria pueden acarrear al sector acuícola.

Revisión y adecuación de sistemas de buenas prácticas para cada tipo de cultivo.

Se trata de revisar, adecuar y en su caso elaborar sistemas de buenas prácticas que contemplen la particularidad de los cultivos, apoyándose en los diferentes comités formados para el apoyo del sector.

Revisión y adecuación de códigos de conducta responsable.

Se pretende revisar, adecuar y en su caso elaborar códigos de conducta responsable que contemplen la particularidad de los cultivos, apoyándose en los diferentes comités formados para el apoyo del sector.

Promover acuerdos de adopción voluntaria de normas voluntarias, sistemas de buenas prácticas y códigos de conducta responsable.

Se trata de promover en los diferentes comités y en las organizaciones, la adopción voluntaria mediante acuerdos formalmente signados, en los que la industria se comprometa a implantarlos en sus empresas.

Promoción de la certificación de empresas acuícolas por terceros acreditados en el cumplimiento de normas voluntarias, sistemas de buenas prácticas y códigos de conducta responsable.

Se trata de realizar un estudio para proponer incentivos a aquellas empresas que logren la certificación, con objeto de estimular a las empresas al cambio cultural.

Revisión y actualización de las normas obligatorias utilizando de plataforma los Comités de apoyo a la acuicultura.

Se trata de establecer mecanismos para la revisión y actualización de

normas obligatorias propuestas por los Comités por la vía rápida. Con objeto de empatar los tiempos de la normalización con los tiempos en que la industria acuícola requiere que sean implantados.

Promoción de la acreditación de empresas acuícolas por terceros acreditados en el cumplimiento de normas obligatorias.

Aunque por definición estas normas son de cumplimiento obligatorio, la acreditación formal de las empresas no es obligatoria, por ello los incentivos juegan un papel determinante en el cumplimiento de las mismas.

Actualización del marco jurídico.

Con un sistema de normalización vigoroso la tarea de regulación se hace más liviana y se restringe a los aspectos estratégicos del orden nacional y a darle certidumbre a la actividad.

Construcción de órganos de inteligencia para detectar incumplimiento de normas malas prácticas y conductas fuera de código.

Se trata de establecer un instrumento que alerte a los Comités para corregir prácticas y conductas, para revisar normas, sistemas y códigos y para promover una cultura de ordenamiento privilegiando el seguimiento y la informatización en lugar de la persecución.

Delegar las tareas de inspección y vigilancia de las cuencas y subcuencas en otras instituciones federales y en instancias de competencia Estatal.

Se busca dejar las tareas de inspección y vigilancia en niveles de acción más cercanos a las cuencas y en niveles de gobierno mejor preparados y equipados.

Acciones
Promoción de normas voluntarias, sistemas de buenas prácticas y códigos de conducta responsable de validez internacional
Revisión y adecuación de sistemas de buenas prácticas para cada tipo de cultivo
Revisión y adecuación de códigos de conducta responsables
Promover acuerdos de adopción voluntaria de normas voluntarias, sistemas de buenas prácticas y códigos de conducta responsable
Promoción de la certificación de empresas acuícolas por terceros acreditados en el cumplimiento de normas voluntarias, sistemas de buenas prácticas y códigos de conducta responsable
Revisión y actualización de las normas obligatorias utilizando de plataforma los Comités de apoyo a la acuicultura
Promoción de la acreditación de empresas acuícolas por terceros acreditados en el cumplimiento de normas obligatorias
Actualización del marco jurídico
Construcción de órganos de inteligencia para detectar incumplimiento de normas malas prácticas y conductas fuera de código
Delegar las tareas de inspección y vigilancia de las cuencas y subcuencas en otras instituciones federales y en instancias de competencia estatal.

6.2.15. Desarrollo de un modelo de acuicultura incluyente.

Problema

La sociedad habitante de las cuencas y subcuencas con potencial acuícola requiere del impulso de nuevos negocios, la generación de empleos y la participación en el desarrollo. Los modelos de desarrollo no incluyentes generan marginación, desempleo, resistencia y no colaboración de la sociedad.

Impacto

Apoyo social al desarrollo de la acuicultura como una actividad generadora de beneficios, mayor dinamismo para el desarrollo de nuevos negocios, mejor comunicación con la sociedad, solución de conflictos en niveles cercanos e inmediatos y empleo mejor calificado.



Beneficios

Apoyo social a la generación de nuevos negocios en la acuicultura, generación de empleo calificado, fortalecimiento de las instituciones incluyentes y colaboración de la industria acuícola en la solución de los problemas ambientales y sociales de las cuencas.

Marco de Referencia

Los países que han adoptado modelos de acuicultura incluyente, como los de granjas familiares de alta tecnología con funcionamiento empresarial, han logrado detonar la industria rápidamente gracias a la colaboración de la sociedad en la generación de nuevos negocios, básicamente porque la

sociedad habitante de las cuencas visualiza los beneficios del desarrollo gracias a que es incluida en el mismo. Existen múltiples formas de beneficio mutuo entre una industria naciente y la sociedad que lo alberga. Se requiere desarrollar un modelo de acuicultura incluyente sólido y de asociaciones a largo plazo entre las empresas y la sociedad.

Desarrollo de modelos de inclusión social en los nuevos negocios generados por la acuicultura.

Se trata de desarrollar modelos de asociación mutuamente benéficos entre los propietarios originales de suelos de alto valor acuícola y empresas o grupos empresariales interesados en incursionar en la actividad acuícola.

Apoyos para la integración de granjas familiares de alta tecnología.

Se requiere promover modelos de producción de alta tecnología que permitan a los productores familiares con infraestructura realizar cultivos intensivos de alto rendimiento, que garanticen una escala de ingreso decoroso y permitan incluir a los integrantes de la familia.

Apoyos para la organización de clusters, distritos acuícolas y micro regiones.

Se trata de promover formas de organización con cultura empresarial que permitan a los pequeños productores de una cuenca o subcuenca asociarse para funcionar como una empresa con mayor capacidad de negociación en la compra de insumos y en la venta de productos.

Desarrollo de modelos de acuicultura intensiva generadores de alto índice de empleo.

Se trata de promover modelos de acuicultura intensiva que tengan un mayor índice de empleo por unidad de bienes o servicios ambientales utilizados.

Proyecto de capacitación en granjas modelo.

Se trata de establecer en conjunto con instituciones académicas, granjas modelo que sirvan de centros de referencia para la capacitación de

aspirantes a obtener empleo en granjas acuícolas, para que aprendan las normas aplicables, los sistemas de buenas practicas de manejo de las granjas, los códigos de conducta, las técnicas y métodos utilizados y que por este medio certifiquen sus competencias laborales.

Proyecto de acreditación del empleo en la acuicultura.

Se trata de promover en la industria acuícola una cultura de contratación de trabajadores acreditados técnicamente de sus competencias laborales.

Fortalecimiento de las instituciones incluyentes.

Se trata de generar un sistema de apoyos a la fundación, operación y seguimiento de los diferentes Comités de apoyo a la acuicultura para garantizar su funcionamiento.

Acuerdos de colaboración de la industria en la solución de problemas de las cuencas y subcuencas acuícolas.

Se trata de establecer acuerdos marco con las organizaciones de productores de las cuencas para que colaboren en la solución de los problemas de las cuencas y participen en los eventos sociales de las mismas.

Acciones
Desarrollo de modelos de inclusión social en los nuevos negocios generados por la acuicultura
Apoyos para la integración de granjas familiares de alta tecnología
Apoyos para la organización de clusters, distritos acuícolas y micro regiones
Desarrollo de modelos de acuicultura generadores de alto índice de empleo
Proyecto de capacitación en granjas modelo
Proyecto de acreditación del empleo en la acuicultura
Fortalecimiento de las instituciones incluyentes
Acuerdos de colaboración de la industria en la solución de problemas de las cuencas y subcuencas acuícolas

La acuicultura ha ido incrementando su importancia a nivel mundial, como una alternativa para garantizar la seguridad alimentaria, con tasas de crecimiento que superan el 10% anual y una producción anual que alcanza los 60 millones de toneladas. A nivel nacional, la producción acuícola está dominada por el cultivo de camarón, principalmente en la región noroeste, y se considera que existe un amplio potencial de desarrollo de esta industria para el país. Por ello, la mayor parte de los gobiernos estatales con potencial para la acuicultura, han incluido a esta actividad dentro de sus agendas de gobierno y sus Planes de Desarrollo. De igual manera, la Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca ha declarado que el cultivo de especies acuáticas es una prioridad del Gobierno Federal, razón por la cual ha destinado importantes apoyos al sector productivo.

Conscientes de la relevancia que la producción acuícola tiene para el país, el presente documento intenta identificar las estrategias generales que permitan el desarrollo sustentable de este sector en México. Se propone concretar la ordenación acuícola, declarando como objetivo central la necesidad de incrementar significativamente la producción nacional, tanto por la vía de la optimización de la producción actual, como por el desarrollo de nuevas alternativas de producción, mediante la incorporación de nuevas especies, marinas y dulceacuícolas, con potencial de cultivo.

Las orientaciones estratégicas contenidas en este documento están sustentadas en el análisis integral de diferentes factores que intervienen en el desarrollo de la acuicultura. Se tomaron en cuenta los aspectos económicos, sociales, ambientales, tecnológicos, jurídico-normativos y de desarrollo institucional, los cuales se analizan a nivel del país, con una aproximación regional.

Se presenta un conjunto de orientaciones estratégicas que puedan servir de plataforma para facilitar el proceso de consulta e integración de la propuesta de un Programa Rector que articule al Plan Sectorial de Pesca y Acuicultura, con la participación de los poderes ejecutivo y legislativo, gobiernos de los estados y municipios, y el sector productivo. Las orientaciones estratégicas facilitan la realización de consultas abiertas y talleres de expertos para el desarrollo de planes regionales de acuicultura que integren las visiones de desarrollo sustentable para diferentes localidades. Se sugieren consideraciones para el desarrollo de planes integrales de manejo de la acuicultura en los estados, se proponen términos de referencia para el desarrollo de planes de manejo por cultivo, que consideren visiones de integración en redes de valor, con ejemplos de cultivos que se realizan en diferentes regiones. Se aportan recomendaciones de política para la gestión integrada de la zona costera de México, que deben integrar los diferentes intereses, con el propósito de garantizar un desarrollo sustentable de la actividad acuícola.

