

PANORAMA DE LA INVESTIGACION Y SU REPERCUSION SOBRE LA PRODUCCION ACUICOLA EN MÉXICO

*Porfirio Alvarez-Torres, Fernando Soto, Santiago Aviles Quevedo,
César Díaz Luna y Laura Mónica Treviño Carrillo*

**Secretaría de Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca
Instituto Nacional de la Pesca
Pitágoras 1320 3er. Piso,
Col. Santa Cruz Atoyac,
México 03310, D.F.
Tel. (5) 688 0605
E-mail: porfirio@servidor.unam.mx**

RESUMEN

El presente documento tiene por objeto el resaltar la importancia de la investigación en acuicultura en el contexto en que actualmente se desarrolla en México. Analiza las diversas posibilidades de impacto de la investigación sobre el sector productivo y propone herramientas y estrategias de trabajo conjunto entre las instituciones de investigación y de educación superior nacionales distribuidas en todo el país, con el propósito de aprovechar y explotar al máximo la capacidad instalada existente así como la vasta experiencia e información acumulada en dichas instituciones. Se presenta un análisis de los productos de la investigación nacional de los últimos cinco años en pesca y acuicultura derivados de la revisión de publicaciones científicas nacionales e internacionales, mostrando los diferentes temas y proporciones, así como la generada en los diversos foros nacionales como congresos, simposia, talleres y reuniones. Así mismo se presentan las diferentes líneas de investigación que demanda el sector productivo para lograr su desarrollo y tránsito hacia una acuicultura sustentable, al mismo tiempo que se analizan las líneas rectoras tanto sectoriales como de investigación establecidas en el Programa Sectorial de Pesca y Acuicultura 1995-2000. De esta forma con la participación permanente de las instituciones nacionales dentro de las Redes Nacionales de Investigadores en Maricultura y en Acuicultura para Aguas Continentales se impulsa un mecanismo en tiempo real que permita el análisis, el debate, la priorización, caracterización, realización y la planificación de la investigación en acuicultura requerida por el sector académico/productivo y acorde a las capacidades creadas e instaladas en el país.

INTRODUCCION

En México una de las actividades que ha adquirido mayor importancia en los últimos años es la acuicultura, arrojando beneficios sociales y económicos los cuales a su vez se han traducido en una fuente de alimentación con un elevado valor nutricional. Sin embargo, este desarrollo en México ha sido particularmente pobre. En donde aproximadamente el 80% de los cultivos que se llevan a cabo son de tipo extensivo de rendimiento bajo. Primordialmente la acuicultura dulceacuícola es la que más se ha desarrollado y se tienen algunos casos de cultivo de especies de aguas marinas y salobres. En México destaca un mayor desarrollo del cultivo de las especies exóticas en comparación con las especies autóctonas. En forma radical el cultivo de crustáceos, particularmente de camarón ocupa un lugar importante, debido a la importancia en términos del volumen económico que este recurso representa para la región del Noroeste del Pacífico Mexicano. El cultivo de camarón representa el cultivo más tecnificado siendo además un producto con calidad de exportación (Alvarez y Avilés, 1995). La actividad acuícola ha tenido un avance en cuanto al área de moluscos, con resultados parcialmente buenos en el cultivo de mejillón, abulón y con buenas posibilidades para el ostión. Por otro lado, se ha iniciado un proceso de investigación con otras especies buscando su innovación tecnológica para lograr el desarrollo de biotecnias para su cultivo, tal es el caso de las almejas, callo de hacha, mano de león, concha nácar y madre perla (SEMARNAP, 1995). En cuanto a los grupos de peces más cultivados, con mayor éxito se tiene a las tilapias, de las cuales prácticamente han sido diseminadas en una amplia variedad de embalses y cuerpos de agua de las diferentes regiones del país, estableciéndose pesquerías importantes derivadas de esta actividad acuícola, y es una especie que representa más del 60% de cultivo en los centros acuícolas y productores del sector.

Es importante subrayar que el desarrollo de la actividad acuícola debe estar sujeto a una estricta relación con el medio ambiente, en donde la adopción de esta actividad, su incremento, fomento y promoción en las diversas regiones del país evita generar un impacto negativo sobre los ecosistemas, otras actividades productivas asociadas y a las condiciones socioeconómicas. Por lo que se considera que es de suma importancia que los programas de desarrollo acuícola correspondan a necesidades regionales que en forma esencial beneficien efectivamente a la población de la región. Por lo que se requiere analizar los beneficios e impactos de ambas actividades, las de la acuicultura industrial y rural (SEMARNAP, 1995).

Existe una gran necesidad por llevar a cabo y desarrollar programas de investigación para acuicultura que tengan como característica principal la vinculación interinstitucional. Con el fin de optimizar los recursos del país organizando la infraestructura, recursos humanos y financieros, a fin de promover y lograr el desarrollo de la acuicultura. Lo anterior se debe a la carencia de planes de coordinación de las acciones de investigación en acuicultura, que regulen las numerosas entidades sociales vinculadas a la actividad, tanto en lo concerniente a la investigación y transferencia de tecnología, como a la ejecución de programas de expansión y desarrollo de tecnología e investigación acuícola aplicada. La investigación acuícola debe concretar fórmulas y mecanismos para lograr la vinculación interinstitucional.

La falta de vinculación entre los programas relacionados a la acuicultura sobre producción

e investigación, ha originado que el crecimiento de la actividad acuícola en la mayor parte de los casos se esté realizando en forma casi empírica, dejando de lado los aspectos técnicos producto de la investigación. De esta forma durante algún tiempo se han importado una serie de tecnologías de cultivo, sin embargo, en muchos de estos casos no se ha contado con un respaldo técnico y científico adecuado, esto a su vez ha sido la causa de graves problemas en cuanto a la adaptación de la tecnología generando altos costos y finalmente un retraso en el cumplimiento de los objetivos planteados.

En forma particular se puede mencionar que existe una gran carencia de biotecnologías para el desarrollo del cultivo de especies nativas. Por otro lado, es evidente la necesidad de establecer mecanismos de coordinación para los programas de cultivo y de administración de estos recursos, particularmente en aguas continentales y costeras.

El escaso acercamiento entre las instituciones dedicadas a la investigación acuícola, así como las relaciones entre los sectores involucrados en esta investigación ha provocado un constante desperdicio y pérdida de recursos, con un consecuente retraso, discontinuidad y duplicidad de estudios proyectados, todo esto tiene como resultado una disparidad, incongruencia e inconsistencia de los resultados de la investigación. Por tal motivo se requiere aprovechar al máximo los recursos existentes con mecanismos efectivos de vinculación interinstitucional, así como con aquellas entidades sociales, públicas y privadas, con el fin de reunir y consolidar el conocimiento actual y su potencialidad para el desarrollo de la acuicultura en México.

Con estos elementos podrá llevarse a cabo una planificación adecuada y óptima de la investigación requerida para el corto, mediano y largo plazo. Con base en lo anterior es necesario realizar una serie de acciones en el mediano plazo que conlleven a la unificación y optimización de recursos en relación a la investigación en acuicultura entre las diversas instancias nacionales.

INVERSION EN DESARROLLO CIENTIFICO Y TECNOLOGICO

No se puede negar que el quehacer científico y tecnológico ha cobrado relativamente mayor importancia en los últimos años en la definición de las políticas públicas del país, sin que ello signifique aún una incidencia acorde con su importancia en la productividad de los diferentes sectores ni en la planeación del sector público. Un indicador relativo de esto último lo es la evolución de la proporción del Producto Interno Bruto (PIB) destinado a ciencia y tecnología en los últimos 20 años la cual no rebasa el 0.5 del PIB, y su comparación con el de otros países del mundo desarrollado que destinan entre 2 y 3% del PIB. En cualquier caso la proporción es bajísima, para México pasó de 0.32% en 1993 a 0.46% en 1994 a 0.45% en 1995, y se encuentra lejos del 7.0% recomendado por la UNESCO (CONACYT, 1995).

Es importante señalar en que lugar se encuentra México en el contexto latinoamericano de ciencia y tecnología, logrando comparar con países cuyas características y grados de desarrollo son semejantes. Utilizando la biometría como forma confiable de medir la productividad científica, la producción científica en revistas internacionales de prestigio, toda Latinoamérica publicó en 1993 sólo 1.8% de los artículos contenidos en las revistas registradas en el Institute for Scientific Information (ISI), lo cual corresponde a unos 13,000 artículos con al menos un autor de Latinoamérica,

en donde sólo cuatro países produjeron el 85% de los mismos: Brasil, Argentina, México y Chile, en orden de importancia. En donde México participa con aproximadamente el 20% de las publicaciones. Dichos trabajos además son citados entre el 40 y 60% menos frecuentemente que el promedio mundial. El criterio relacionado con el Producto Interno Bruto por país, arriba mencionado, es otra de las formas de estimar la producción científica. Finalmente, el método de producción científica por habitante estima que mientras en Chile se producen 92 artículos por cada millón de habitantes en México solamente se producen 19 (CONACYT, 1995).

Los costos de la educación y del desarrollo científico y tecnológico constituyen una inversión recuperable a través del incremento en la productividad nacional que estas actividades generan. La investigación científica aplicada, el desarrollo de tecnologías y la aplicación de conocimientos debe responder a las necesidades reales del país, sin menoscabo en ningún sentido de la investigación científica básica y del desarrollo de conocimientos teóricos de carácter universal.

En el caso de la acuicultura en lo que al gobierno le corresponde, ésta deberá destinar mayores recursos presupuestales a la investigación, fomento, promoción, regulación e infraestructura para alcanzar un desarrollo más rápido, que supere el atraso y el rezago tecnológico.

EL RETO DE LA INVESTIGACION Y SU VINCULACION CON EL SECTOR PRODUCTIVO

La experiencia en ciencia y tecnología acuícola nos dan la pauta para hacer el análisis de los éxitos y fracasos que nos permitan elaborar los planteamientos y la definición de estrategias acordes con la solución de problemas enfrentados por los productores y con las necesidades más apremiantes del país: desempleo, marginación, pobreza y alimentación.

El Foro al que hoy asistimos nos brinda la oportunidad de replantear algunas cosas, que el crecimiento y desarrollo desordenado de la acuicultura en los últimos años nos ha mostrado, y que la investigación científica y tecnológica bien fundada nos permitirá situar y dimensionar adecuadamente las acciones que tendrán que emprenderse.

Se requiere que tanto las instituciones gubernamentales como las de investigación y educativas se dediquen a cumplir con las tareas correspondientes para lograr dicho objetivo. Es decir, enlazar y vincular sus objetivos de investigación, fomento y promoción con el desarrollo de una actividad inminentemente productiva. Por lo que se propone que dichas instituciones participen activamente en las tareas de diagnóstico, ordenamiento, evaluación y definición de la potencialidad de la acuicultura para cada región de México, por un lado desde el punto de vista biotecnológico y por el otro en términos de un verdadero desarrollo social y económico.

Es bien conocido que en México sólo se ha favorecido el fomento y la promoción a esta actividad, sin embargo, es elocuente la falta de líneas rectoras que formulen e identifiquen las necesidades de información básica y aplicada derivada de la investigación científica. Por lo que la duplicidad de investigación y esfuerzos tienen como consecuencia el desperdicio de recursos,

y pérdida de enfoque hacia problemas sin resolver en forma inmediata. Es necesario que las Universidades e Institutos de investigación se involucren en la problemática e identificación de necesidades de la investigación con aplicación inmediata a la acuicultura.

La planeación y diferenciación regional obliga a seleccionar y aplicar biotecnias específicas. Las actividades de diagnóstico, evaluación, planeación y selección tienen, como ya se mencionó, su fundamento en la investigación científica y tecnológica, por lo que se requiere de un órgano institucional rector de la investigación en torno a la acuicultura que dirija, planee, coordine, identifique y establezca las líneas prioritarias de investigación y desarrollo para la acuicultura, mediante diversos mecanismos de trabajo conjunto en donde las instituciones dedicadas con la acuicultura determinen y den seguimiento a prioridades y estrategias de trabajo. Es aquí, en donde el Instituto Nacional de la Pesca está orientando sus esfuerzos, con el fin de brindar un servicio de coordinación y vinculación en materia de acuicultura y desarrollo sustentable con instituciones de investigación, educación y de gobierno.

Por este motivo, se observa la necesidad de satisfacer las actuales demandas de servicio de la acuicultura, mediante la investigación científica y tecnológica. Para ello será necesario fomentar la relación Investigación - Producción utilizando la extensión de información como llaves estratégicas para el diálogo mencionado.

Algunas de estas líneas de investigación son:

Diagnóstico del estado actual de la acuicultura, que integre los conceptos descriptivos en un análisis que incluya no sólo la identificación de la potencialidad acuícola, sino que incorpore las estrategias, prioridades, lineamientos, normas y regulaciones de la actividad, así como su relación e impacto social y económico para cada región.

Generación de tecnología económicamente accesible para la instalación de laboratorios de reproducción y desove de crías, semillas y larvas de calidad, producidas en cautiverio así como las cantidades requeridas para realizar dichas repoblaciones. Inducción y fomento a la investigación del cultivo de especies de peces marinos, moluscos y otros organismos susceptibles de cultivo iniciando por las actividades de reproducción, evitando generar una dependencia de insumos silvestres desde el inicio de esta actividad.

Introducción de especies exóticas. La investigación del impacto y efectos de las actividades de transfaunación para uso en acuicultura. Debido a la poca información existente en torno a las especies nativas y al poco éxito obtenido en algunos casos con las mismas, el sector productivo se ha visto en la necesidad de introducir especies exóticas de alto rendimiento. En este sentido, se deberá avanzar en forma permanente en busca de soluciones tecnológicas para posibles proyectos productivos en áreas geográficas con especies nativas que aún no cuentan con biotécnicas consolidadas de uso comercial.

Nutrición y Alimentación. Son consideradas como las herramientas estratégicas para alcanzar un equilibrio entre el producto cultivado, su calidad y rendimiento financiero hacia el propio sistema de cultivo. En donde se deberán instrumentar programas de investigación enfocados

al estudio del aprovechamiento energético de los organismos en cultivo, alimentos para uso en sistemas de cultivo de alto rendimiento, minimizando los efectos sobre el medio ambiente, con la utilización de tecnologías limpias, incorporando un alto contenido de nutrientes y bajo en residuos. Por otro lado se requiere incrementar el conocimiento sobre dietas para maduración, palatabilidad y efectos de las dietas sobre la calidad del producto entre otras líneas. Aspectos más específicos de investigación sobre proteínas, aminoácidos, vitaminas, lípidos y otros elementos determinantes con el fin de lograr alimentos y fórmulas alimenticias que disminuyan la marginalidad productiva (D'Abramo y Lovell, 1991). Lo anterior establecido para las diversas especies con posibilidades de cultivo, en donde es necesario enfatizar la necesidad de incrementar la capacidad de investigación en torno a nutrición y alimentación de nuevas especies o especies alternativas que favorezcan la diversificación de la acuicultura y disminuyan la presión sobre otros recursos. En este sentido la investigación sobre formulación de alimentos para especies de peces marinos en sus distintas etapas de desarrollo, es evidentemente necesaria, ya que el desarrollo tecnológico de varias especies en diferentes regiones de México han iniciado y la carencia de estudios podría constituirse en una verdadera limitante para su desarrollo.

Genética. Las estrategias de conservación de poblaciones naturales de diferentes organismos pueden ser sustentadas con el uso y aprovechamiento de las herramientas de genética molecular. Estas herramientas deben ser usadas en la producción de organismos triploides, organismos resistentes a patógenos, marcadores genéticos de uso en la acuicultura de repoblamiento. Su uso y aplicación más reciente es para determinar el efecto costo-beneficio de los organismos producidos en cautiverio y liberados bajo programas de repoblación, con lo cual sin duda se podrá establecer e identificar el potencial de esta actividad, así como garantizar la permanencia de los recursos existentes en el medio natural (Bartley, 1995). En este sentido algunas técnicas de genética son utilizadas para el marcaje de organismos. Así mismo la manipulación cromosómica en peces es de gran utilidad para el mantenimiento de líneas (Das y Pooniah, 1988). Finalmente, el conocimiento básico del genoma de un sin número de especies de distribución natural en México y con potencial productivo bajo sistemas de cultivo es inminentemente necesario, en virtud de su poder de aplicación no sólo en acuicultura sino en otras áreas, incluidos los programas de manejo y conservación de recursos.

Reproducción. Particularmente de las especies nativas con posibilidades de aprovechamiento a nivel comercial y con fines de recuperación de especies en peligro. Se requiere realizar estudios sobre hormonas y su relación con la reproducción, así como sobre los diversos compuestos químicos involucrados en la inducción a la reproducción. Debido a los niveles críticos de producción registrados en algunas especies nativas es inminente la necesidad de generar información que permita establecer esquemas de conservación apropiados para dichas especies (SEMARNAP, 1995).

Sanidad Acuicola. En sus diversas líneas de estudio, se requiere incorporar técnicas y herramientas de genética molecular, desarrollo de técnicas de diagnóstico rápido, desarrollo de vacunas, prueba y utilización de probióticos y semi-probióticos en sistemas de cultivo (Alvarez et al., 1996). Lo anterior, aplicado bajo esquemas serios de prueba y control y en donde se considere el enfoque precautorio para minimizar los riesgos sobre los organismos y poblaciones

silvestres y en general al entorno a los sistemas de cultivo. Se requiere en general contar con estudios precisos sobre la carga natural parasitaria de los organismos acuáticos, es decir su estado de salud “normal”, con el fin de que con la presencia de enfermedades, alteraciones y mortalidades tanto de poblaciones naturales como de organismos cultivados se puedan realizar acciones específicas de prevención, diagnóstico y control.

LAACUACULTURA SUSTENTABLE

La acuicultura, cuyo crecimiento ha sido importante y sostenido en los últimos años, puede jugar un papel crucial como actividad productora de alimentos así como a la optimización del uso de las aguas. Para su desarrollo se requiere que los cuerpos de agua utilizados mantengan niveles de calidad compatibles con los grados de tolerancia de las especies cultivadas. Ello supone la regulación y control de sus propios vertidos así como de los generados por otras actividades.

La contribución de la acuicultura en el desarrollo económico y social dependerá de una planificación adecuada de ésta actividad en el contexto del manejo del ambiente. En particular, preocupa la utilización descontrolada de los recursos hídricos continentales y la degradación acelerada de la zona costera (Alvarez, 1996).

Por lo tanto, es imprescindible que se aborde en su conjunto los aspectos que van integrando formalmente las necesidades para lograr el desarrollo regional, acorde con requerimientos identificados por la población, así mismo, lo concerniente a la búsqueda de soluciones técnicas específicas, y finalmente la generación de instrumentos normativos y reguladores adecuados a la realidad del sector, entre los cuales se destacan los siguientes:

Considerar el principio de equidad intergeneracional, en el beneficio de las futuras generaciones, y de justicia social, en beneficio del concepto intrageneracional, en donde se considere el respeto al medio ambiente y la conservación de los recursos.

Así mismo, incorporar esquemas alternos de participación para la población y usuarios de la acuicultura en el marco del desarrollo regional (Muir, 1995).

- Diseño de sistemas y equipos, así como desarrollo de tecnologías limpias, obtención de insumos y servicios en tiempo real que favorezcan el alcance de niveles productivos óptimos y que, al mismo tiempo, concurren para minimizar sus impactos ambientales negativos.
- Mecanismos legales y administrativos que hagan compatible el ejercicio de la actividad con un impacto tolerable, y aplicación de esquemas de mitigación sobre los cuerpos de agua tanto costeros como en aguas interiores, con el fin de que se beneficie la integración de la acuicultura en los planes de utilización de recursos hídricos.
- Fortalecer el entendimiento y la incorporación del concepto de sustentabilidad con el objeto de mejorar los beneficios hacia los propios productores, usuarios y población en general. En donde los mecanismos y programas de vigilancia ambiental sean menos correctivos y más invitadores y de relevancia para el ejercicio de una acuicultura

sustentable.

El desarrollo de la producción debe orientarse hacia la implementación de una Acuicultura Sustentable, que implica un aprovechamiento armónico del ambiente acuático, con base en la dinámica hidrológica, manejo y conservación de los recursos. Igualmente se hace necesario priorizar la diversificación de las especies cultivadas en algunos sitios y no continuar promoviendo la acuicultura, como una actividad exclusivamente generadora de beneficios económicos inmediatos, desaprovechando y, en algunos casos, perjudicando las capacidades productivas de los ecosistemas en el largo plazo.

EL RETO DE LA INVESTIGACION EN LA PRODUCCION ACUICOLA NACIONAL

Tránsito hacia una acuicultura sustentable, estrategias y planificación

Las políticas de desarrollo regional y las propias necesidades de la población se manifiestan en el sentido de alcanzar un equilibrio entre la necesidad de desarrollo y las necesidades de producción. En donde las actividades productivas y los esfuerzos de conservación sean equitativos y coadyuven a mantener la calidad ambiental. El futuro de la acuicultura demanda de un esfuerzo continuo de planificación, por lo que es indispensable establecer criterios de gestión de administración, así como la adopción de legislaciones que tomen en cuenta las características del sector, la concertación de intereses y el mejoramiento del soporte institucional que apoya el desarrollo de esta actividad productiva (Muir, 1995).

Es necesario resaltar la estrecha relación que existe entre el desarrollo de la acuicultura y las características ambientales, por lo que es indispensable establecer planes de ordenamiento que tomen en cuenta los recursos naturales renovables y el medio ambiente, así como consideraciones antropológicas y sociales relacionadas con las comunidades que tradicionalmente vienen aprovechando estos recursos. Bajo condiciones ambientales favorables y con el soporte tecnológico e institucional requerido se podrá determinar y aprovechar la potencialidad que ofrecen las zonas rurales y costeras para el desarrollo acuícola.

Generación y transferencia de tecnología

En la proyección futura de la actividad, tiene particular relevancia la generación y transferencia de tecnología. A pesar de que existen en el país núcleos de investigadores y centros especializados, existen vacíos en áreas tales como la fisiología, nutrición, control sanitario, genética, procesamiento post-cosecha, economía y administración acuícola, que requieren no sólo del apoyo de infraestructura y equipos, sino de personal calificado que configure una base sólida, idónea para asimilar en forma permanente los cambios tecnológicos que requiere la acuicultura.

Capacitación y formación de recursos humanos

La capacitación de personal no sólo debe considerar la formación de una “masa crítica” de ejecutivos, sino la formación de personal a nivel medio y operativo, que apoye la ejecución de actividades de investigación, manejo y funcionamiento de las unidades de producción, post-

producción y mercadeo de productos. En este sentido, las instituciones nacionales y regionales de educación deberán darse a la tarea de adecuar y reorientar las estrategias y currícula de carreras y de las áreas afines a la acuicultura, que cumplan y satisfagan las necesidades del sector tanto público como privado, generando recursos humanos que puedan ser incorporados a la planta productiva nacional. Así mismo, es importante señalar que la formación de personal altamente capacitado y entrenado en áreas específicas de apoyo a la acuicultura es de gran relevancia. Particularmente en las áreas de nutrición, genética y sanidad acuícola, que en tiempos recientes se caracterizan por tener bajos índices de personal especializado.

Cooperación técnica y financiera

El tema de la cooperación técnica y financiera, particularmente la externa, juega un papel estratégico en el desarrollo de la acuicultura, sin embargo, las limitaciones económicas y la gestión en materia de cooperación internacional serán las que decidan y permitan tener un panorama de expansión. En este sentido se requiere de procesos de coordinación y complementariedad de los diversos proyectos y programas necesarios para el desarrollo de la acuicultura sustentable (Muir, 1995).

Es necesario recordar la necesidad de fortalecimiento de mecanismos de cooperación por regiones, con los países de Latinoamérica en donde se pueda integrar el intercambio técnico y científico. De tal forma, que se requiere que las instituciones rectoras avancen en las gestiones correspondientes, asegurando superar las deficiencias y lograr la continuidad de programas sustantivos y en áreas específicas. Lo anterior con el objeto de que los programas y sus resultados sean congruentes con las etapas subsiguientes para alcanzar el desarrollo de la acuicultura.

Aspectos sociales, financieros, económicos y ambientales

- Los estudios económicos, son indispensables para lograr una interpretación de la política crediticia así como del potencial acuícola existente. Se requiere de datos y estimaciones precisas sobre las inversiones requeridas. Sin embargo, es importante recordar que no deberá enfocarse el desarrollo acuícola en función del potencial existente (superficie), o de cuántas granjas pueden instalarse en una superficie estimada, sino que esta deberá impulsarse y fomentarse en el sentido de cuántas granjas realmente soportan los ecosistemas, cuántas se requieren y cuántas pueden obtener los servicios que la propia actividad demanda.
- Los estudios de mercado, tienen un papel importante en el contexto global de la acuicultura dentro del sistema económico, en particular en el caso de los mercados internos los cuales deben ser consistentes y requieren de investigaciones sobre las técnicas de procesamiento y conservación de los productos dirigidas a incrementar el valor de los mismos. Al respecto, en el plano internacional, la incorporación de medidas regulatorias son de relevancia, ya que los productos derivados de los cultivos son dirigidos hacia mercados internacionales. De esta forma no sólo el procesamiento de los

productos, sino el proceso de cultivo en general serán observados con más detalle. Para ello se ha incorporado el protocolo de análisis de riesgos y control de puntos críticos de un sistema productivo o de procesamiento (HACCP) por sus siglas en inglés (Savage, 1995).

- Los estudios sociales, nos permitirán mantener una visión clara de los beneficios hacia la comunidad y un alto nivel de entendimiento de la producción, el mercado y su impacto en la población. La incorporación de elementos críticos y la participación de diversas organizaciones no gubernamentales y de la propia población será determinante y fundamental para estimar las capacidades de incorporación de la acuicultura como actividad productiva diferente, entendida esta como una actividad solicitada y de beneficio hacia la comunidad regional.
- Los estudios ambientales, son necesarios para incorporar a la acuicultura en el contexto productivo más amplio. Así como para lograr su entendimiento e integración con las actividades de gestión y ordenamiento territorial, lo cual permitirá evaluar su impacto y compatibilidad con el ambiente. La inclusión de la acuicultura en este sentido resultará en una forma productiva satisfactoria y un elemento promotor del desarrollo sustentable.

El análisis de las acciones citadas manifiesta la preocupación común entre el mundo académico y la administración del sector. En donde la diversificación de la producción acuícola es considerada como una forma prioritaria para alcanzar el desarrollo de la acuicultura, en un marco de minimizar sus riesgos.

Lo anterior se puede explicar debido a que la tendencia de producción se basa principalmente en la existencia y aliento a los monocultivos, representado esencialmente por el especial interés atribuido al camarón, como producto de su elevado valor económico, dirigido a la exportación. Por lo que aún considerando su importancia, es necesario buscar otras opciones de producción integral.

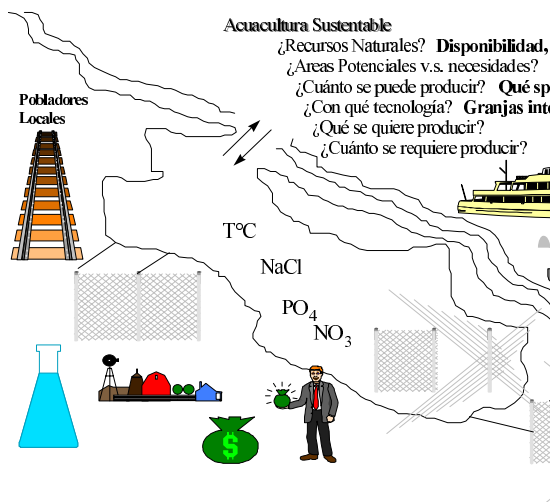
Así mismo, ligado a lo anterior, la dispersión y desorganización de la investigación tiene como consecuencia la falta de elementos que coadyuven a demostrar la factibilidad de cultivos alternativos.

Finalmente, el poco entendimiento de los beneficios sociales y económicos derivados de otras formas de cultivo más sencillas y simples, las cuales no requieren de esquemas financieros sofisticados y haciendo uso de especies nativas, sistemas extensivos y aprovechando los ecosistemas naturales, particularmente para la piscicultura en aguas continentales.

La investigación podrá apoyar a la acuicultura de repoblación, monitoreando el impacto sobre las comunidades que aprovechan la producción pesquera del embalse y favoreciendo la organización de la actividad de pesca y la comercialización del producto. Al mismo tiempo, debe señalarse como prioritario el apoyo de la investigación para desarrollar estudios limnológicos en los embalses. Así también se necesita mejorar la gestión de las poblaciones ícticas introducidas, intensificando la producción de alevines y crías de calidad y tallas adecuadas, que garantice su

sobrevivencia, control y crecimiento, así como sus interrelaciones con la fauna endémica y haciendo más eficiente la pesca (Alvarez, 1996).

El análisis de la relación investigación-producción a través de la administración se ha efectuado, en general, sólo en base al “punto de vista” de esta última. En donde la capacitación ha sido financiada principalmente por el sector público. Por otro lado la información necesaria para mantener el diálogo entre academia y productores es de bajo rendimiento y los instrumentos existentes muy pobres. Así mismo, la capacitación ha sido considerada erróneamente como un estímulo de desarrollo en donde no se hace distinción entre mano de obra, técnicos y especialistas, lo cual no coincide con las demandas del sector productivo ni con los elementos de oferta y orientación de la investigación.



ANÁLISIS PARCIAL DE LA INVESTIGACION ACUICOLA NACIONAL

Se realizó un análisis parcial sobre los productos de la investigación consultando diversas fuentes nacionales y foros internacionales realizados en México (13) registrando un total de 838 trabajos de investigación (se tiene otra base de datos no analizada en el presente documento de cerca de 1000 documentos y que está en proceso de preparación), Congresos, Simposia, Talleres. El análisis muestra que los trabajos en acuicultura representan el 54%, las pesquerías el 37% y los estudios sobre otros recursos el 9% (Figura 1).

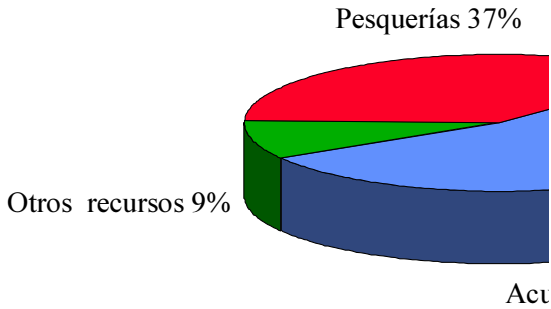


Figura 1. Áreas de investigación sobre organismos acuáticos

De la misma manera los grupos de organismos más estudiados son los peces, principalmente los dulceacuícolas con un 50%, los crustáceos con 33%, los moluscos 12% y en menor proporción las algas y anfibios con 2% y el zooplancton con apenas 1% (Fig. 2, Tabla 1).

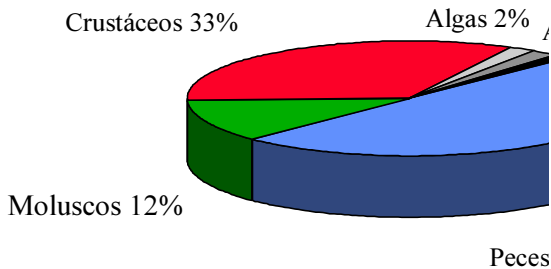


Figura 2. Los grupos de organismos y la investigación acuícola

Tabla 1. La investigación acuícola

TEMA	%	ESPECIES	%	GRUPOS	%
Cultivo	40.75	Camarones	34.43	Peces	49.64
Nutrición	18.97	Tilapia	10.99	Crustáceos	33.02
Sanidad	13.82	Ciprínidos	9.16	Moluscos	12.35
Biología	4.68	Mojarras nativas	8.79	Algas	2.38
Ecofisiología	4.68	Ostión	6.59	Anfibios	1.66
Ecología	4.45	Almejas	4.40	Zooplancton	0.95
Socioeconomía	4.22	Langostino	4.03		
Genética	2.11	Trucha	4.03		
Reseña	1.87	Acociles	3.66		
Reproducción	1.17	Caracol	3.66		
Embriología	0.94	Artemia	2.56		
Histología	0.94	Mejillón	2.56		
Contaminación	0.70	Bagre	2.56		
Diseño	0.70	Microalgas	2.56		

Por otro lado, las especies más estudiadas son los camarones 34%, tilapia 11%, ciprínidos 9%, mojarras nativas 9%, ostión 7%, almejas, langostino y trucha con 4% y otros grupos representados en porcentajes inferiores (Figura 3, Tabla 1).

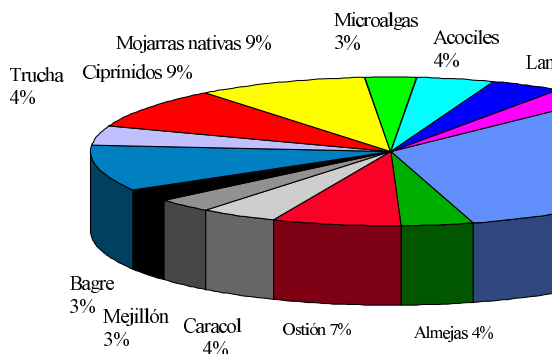


Figura 3. La investigación acuícola

La investigación acuícola nacional presenta diferentes temas, áreas de estudio, en donde los temas y las proporciones registradas en los últimos 5 años están representadas con amplitud

por Sistemas de Cultivo con 41%, Nutrición 19%, Sanidad 14%, Biología y Ecofisiología 4.7% y otras áreas con valores aún menores (Fig. 4, Tabla 1).

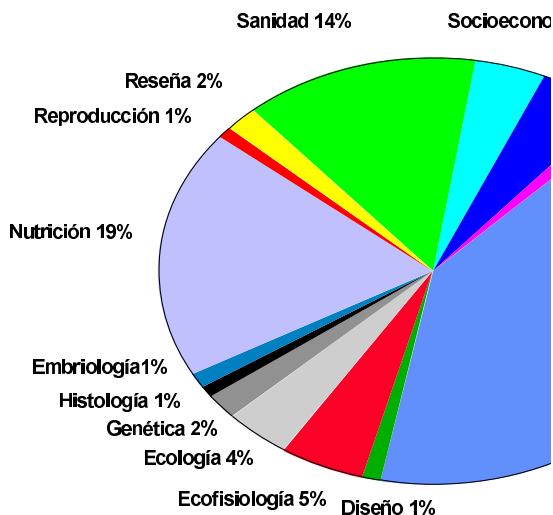


Figura 4. Temática de la investigación acuícola

Finalmente, se presentan a manera de ejemplo de este análisis parcial los temas de investigación sobre camarones nativos de las costas de México, *Penaeus vannamei*, *P. stylirostris* (blanco y azul del Pacífico, respectivamente), *P. duorarum* y *P. setiferus* (rosado y blanco del Golfo de México, respectivamente), en donde los estudios sobre nutrición muestran un 17%, los temas de infraestructura, socioeconomía, sanidad y reproducción estuvieron representados con un 12% respectivamente, los estudios de análisis de la problemática del cultivo 11%, los estudios sobre larvicultura representan el 9%, experimentación 5%, aguas residuales y estudios de mercado 3%, distribución, financiamiento, morfología y genética sólo tienen el 1% (Figura 5).

Penaeus vannamei

P. stylirostris

P. setiferus

P. duodarmum

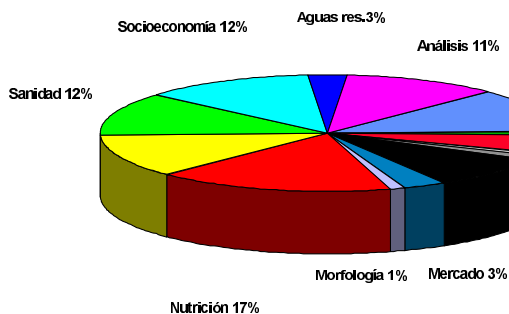


Figura 5. La investigación acuícola en camarón

Es importante señalar que durante los últimos cinco años, los espacios designados para la comunicación y difusión de resultados de la investigación en acuicultura son prácticamente nulos. Así mismo, no existen revistas especializadas nacionales en acuicultura, por lo que estos son publicados en diversas revistas nacionales e internacionales, y en el peor de los casos, no se publican. Esto se hace más aparente debido a que no existe ninguna agrupación específica u otro grupo de trabajo que impulse la apertura de estos espacios en forma específica para la acuicultura. De este modo la mayor parte de los trabajos que se relaciona con la acuicultura, son presentados en foros de Zoología, Ictiología y otros. Muchos de los trabajos registrados contienen temas de gran relevancia para la acuicultura, pero estos quedan inmersos en otro contexto en virtud de que los temas son analizados en foros alternos a la acuicultura.

En el presente análisis el tema de sistemas de cultivo de diferentes especies en sus diversas modalidades presenta una proporción considerablemente mayor (41%), mostrando la inquietud del sector por solucionar la problemática de origen ingenieril y de manejo de los sistemas de cultivo. La especie que representa el porcentaje más alto en cuanto a incidencia en los trabajos revisados es el camarón, lo anterior se deriva de la importancia que representa esta actividad. Sin embargo, es notorio que las líneas de investigación en ese sentido son básicamente sanidad y nutrición acuícola, por lo que la investigación hacia otras áreas y especies es bastante reducida. Esto será determinante para que otras especies, tanto marinas como dulceacuícolas se vean

beneficiadas en su desarrollo y uso en la acuicultura. Los objetivos y programas de diversificación de la actividad se verán limitados si no se fortalece y fomenta la investigación hacia otras especies, lo cual a su vez coadyuvará a disminuir la presión sobre el recurso camarón.

Para fomentar la creación de Grupos Técnicos de Trabajo específicos es necesario a nivel nacional que se reúnan los investigadores y los acuicultores con los Consejos Nacionales de Ciencias y las Instituciones Rectoras, lo cual facilitará el contacto entre científicos y productores, ampliando la difusión de la información. En el caso de México el Instituto Nacional de la Pesca está instalando un instrumento denominado RED NACIONAL DE INVESTIGADORES EN ACUACULTURA en dos vertientes, maricultura y acuicultura en aguas continentales.

CONCLUSIONES

La acuicultura es sin duda un área complicada, la cual involucra tecnología, biología, socioeconomía y aspectos políticos. En este sentido, recientemente grupos de expertos en foros internacionales se han dado a la tarea de formular y establecer elementos de control y prevención de situaciones que ponen en riesgo la integridad del medio ambiente, esto se ha constituido en el llamado “Enfoque Precautorio”. Al respecto las herramientas mencionadas a lo largo del presente documento manifiestan la preocupación de mantener y alcanzar un equilibrio permanente entre la conservación y el desarrollo, incluyendo en este último a las actividades productivas. En donde para cumplir con los objetivos y aplicación de instrumentos clave de desarrollo para la realización de una actividad sustentable, se deberán abordar en forma integral los diversos aspectos técnicos de carácter político, social, económico, financiero, ecológico y tecnológico.

Los resultados del análisis vertido en el presente documento demuestran que la investigación tiene poco impacto sobre la producción y el sector acuícola en general. Dicho análisis nos brinda una visión amplia en donde se destaca que áreas de importancia actual y de apoyo a la acuicultura, tal como la nutrición, sanidad acuícola, reproducción y genética no son atendidas totalmente. Los porcentajes de participación son todavía bajos en relación a las necesidades de la industria y del sector acuícola. Así mismo, la capacitación de recursos humanos altamente calificados en las áreas de sanidad acuícola, nutrición, genética y reproducción son evidentemente escasos, en donde el proceso de formación de estos requiere de tiempo, consistencia y programas permanentes con apoyos suficientes y de largo plazo. Esto nos lleva a pensar en que gran parte del sistema educativo y de las instituciones dedicadas a este rubro deberán considerar un cambio serio en los planes y políticas de estudio, de tal manera que contribuyan a la formación de recursos humanos en las áreas mencionadas.

De lo anterior se desprende la importancia y los retos de la investigación, en donde es notorio que se deberá incrementar el esfuerzo de vinculación entre ambos sectores, así como aumentar los recursos financieros para la investigación. El fomento al diálogo y la comunicación entre los sectores productivo, público y académico, es la llave estratégica para aprovechar al máximo la infraestructura y capacidad instalada nacional. A esto se debe de sumar el enorme esfuerzo que tanto productores como investigadores han realizado a lo largo del tiempo, a pesar

de las problemáticas y tropiezos enfrentados. Las consideraciones aquí expresadas son producto de la necesidad de establecer y construir una actividad acuícola sustentable, que en términos equilibrados brinde amplios beneficios a las generaciones actuales y futuras. En este sentido, se podrá garantizar el mejoramiento de la igualdad social, alivio a la pobreza, reducción de la marginalidad y la seguridad alimentaria.

BIBLIOGRAFIA CITADA Y CONSULTADA

- Alvarez, T.P. y S. Avilés. 1995. Hacia una camaricultura sustentable. Presentado en Tercer Congreso Nacional de Acuicultura de Ecuador. Guayaquil, Ecuador Nov. 1995. (Memorias en prensa).
- Alvarez, T.P., M. Hernández y C. Díaz. 1996. Líneas de investigación de las enfermedades de camarón cultivado en México. A Highlight Summary Report Binational Workshop, Integrated Assessment of Shrimp Pathogens. National Marine Fisheries Service, United States Department of Agriculture, Environmental Protection Agency. New Orleans, Louisiana, U.S.A.
- Alvarez, T.P. 1996. Análisis de la problemática de la producción e investigación acuícola en aguas continentales en México. Memorias de la Segunda Reunión de la Red Nacional de Investigadores para Acuicultura en Aguas Continentales. REDACUI, Pátzcuaro, Mich. Instituto Nacional de la Pesca, México. (en prensa).
- Bartley, D.M. 1995. Marine and Coastal Area Hatchery Enhancement Programmes: Food security and Conservation of Biological Diversity. International Conference on Sustainable Contribution of Fisheries to Food Security. Kyoto, Japan. FAO and Government of Japan. 27p.
- Bartley, D.M. 1996. Marine Ranching: current issues, constraints and opportunities. International Symposium on Marine Ranching. Ishikawa, Japan. Sept. 13-16, 17p.
- Chamberlain, G.W. 1993. Aquaculture trends and feed projections. *World Aquaculture*, 24 (1), pp 19-29.
- CONACyT, 1995. Programa de Ciencia y Tecnología 1995-2000. Gobierno de México, Poder Ejecutivo Federal. 128p.
- Das, P & A. G. Pooniah. 1988. Research needs on fish breeding and genetics in aquaculture for the year 2000. International Symposium on Aquaculture Needs for the Year 2000, Delhi, India 22p.
- D'Abramo, L.R. & R.T. Lovell. 1991. Aquaculture Research needs for the year 2000: Fish and crustacean nutrition. *World Aquaculture* 22(2), pp 57-62.
- FAO. 1994. Aquaculture Production 1982-1992. FAO Fisheries Circular No. 815 Revisión 6 (FIDI/c815 Rev. 6).

- Muir, J.F. 1995. Aquaculture development trends: Perspectives for Food Security. International Conference on Sustainable Contribution of Fisheries to Food Security. Kyoto, Japan. FAO and Government of Japan. 133pp.
- Savage, A.R. 1995. Hazard Analysis Critical Control Points (HACCP). A Review. Food Review International, 11(4), 575-595.
- SEMARNAP. 1995. Programa de Pesca y Acuicultura 1995-2000. Gobierno de México, Poder Ejecutivo Federal.
- III Congreso Nacional de Acuicultura. AMAC'88. Xalapa, Veracruz, México. Diciembre del 5 al 9 de 1988.
- IV Congreso Nacional de Acuicultura. AMAC'90. Hermosillo, Son. México. Abril del 3 al 6 de 1990.
- II Congreso Nacional de Ictiología. San Nicolás de los Garza, N.L. México. Marzo del 4 al 8 de 1991.
- III Congreso Nacional de Ictiología. Oaxtepec, Morelos. México. Noviembre del 22 al 27 de 1992.
- Memorias del Primer Simposium Internacional de Nutrición Acuícola. Monterrey, N.L. México. Noviembre, 1992.
- XII Congreso Nacional de Zoología. Monterrey, N.L. México. Diciembre del 6 al 11 de 1993.
- Memorias del Segundo Simposium Internacional de Nutrición Acuícola. Monterrey, N.L. México. Noviembre 7, 8 y 9 de 1994.
- IV Congreso Nacional de Ictiología. Morelia, Mich. México. Noviembre del 22 al 26 de 1994.
- XIII Congreso Nacional de Zoología. Morelia, Mich. México. Noviembre del 21 al 24 de 1995.
- Memorias del Primer Simposium Estatal sobre Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico. Campeche, Camp. México. Junio 12-13 de 1996.
- Foro Internacional de Camaronicultura. Banco de México. Fira-Fopesca. Mazatlán, Sin. México. Agosto 1, 2 y 3 de 1996.