

La Acuicultura y sus efectos en el medio ambiente

Mario Ovando Solís

Notas del autor (es)

Doctorante en Desarrollo Sustentable por la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas.

Ciudad Universitaria, Libramiento Norte Poniente,
Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México. Tel (961) 60 290 63
Correo electrónico: movandosol@hotmail.com

Para citar este artículo:

Ovando, M. (2013) La acuicultura y sus efectos en el medio ambiente. *Espacio I+D Innovación más Desarrollo*, 2 (3), 61-80. doi: 10.31644/IMASD.3.2013.a04

Abstract

The document argues that aquaculture production systems in the world are part of the economic and social development of fishing communities involved in the exploitation of this resource, meaning a major source and secured in food production in the coming years, resulting in direct employment generation and poverty reduction, however, beyond these contributions produce negative environmental impacts should be studied to identify and establish mitigation proposals that meet the environmental laws and regulations in order to ensure sustainability, in this context the demand for institutional participation activity and various interest groups, but especially the obligation of farmers to responsibly assume these commitments and include environmental management in production processes.

Key words: *sustainable aquaculture, management, environment.*

Resumen

El documento plantea que los sistemas de producción acuícola en el mundo forman parte del desarrollo económico y social de las comunidades pesqueras dedicadas a la explotación de este recurso, significando una fuente muy importante y asegurada en la producción alimentaria para los próximos años, se traduce en generación de empleos directos y la disminución de la pobreza. No obstante, más allá de estas contribuciones, producen impactos ambientales negativos que deben ser estudiados para su identificación y establecer propuestas de mitigación acordes a las leyes y normas ambientales con el objeto de garantizar su sostenibilidad, en este contexto la actividad demanda la participación institucional y de diversos grupos de interés, pero sobre todo la obligación de los acuicultores para asumir de manera responsable estos compromisos e incluir la gestión ambiental en los procesos de producción.

Palabras clave: *acuicultura sostenible, gestión, medio ambiente.*

Introducción

A escala mundial, la acuicultura se ha incrementado en las últimas tres décadas, esto ha significado un crecimiento económico y social para los sectores dedicados a esta actividad, contribuyendo de forma importante en la generación de empleos y en la producción de alimentos para consumo humano, ricos en proteínas de alta calidad. A nivel mundial juega un importante papel enfocando sus objetivos en los esfuerzos por erradicar el hambre, proveyendo de alimentos y en general mejorando la salud y calidad de vida de las personas.

En este sentido y con el fin de fomentar la pesca y la acuicultura sostenible a largo plazo, en 1995 la conferencia de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), aprobó el Código de Conducta para la Pesca y Acuicultura Responsable, estableciendo las bases para los principios y normas internacionales de comportamiento para unas prácticas responsables, destinadas a garantizar la conservación, ordenación y desarrollo eficaz de los recursos acuáticos vivos, con respeto por el ecosistema y la biodiversidad, reconociendo la importancia nutricional, económica, social, ambiental y cultural.

El presente artículo tiene como objetivo describir el enorme potencial que tiene para el desarrollo económico y social las prácticas de acuicultura, los principales efectos e impactos que ocurren en el medio ambiente con motivo a la implementación de esta actividad, así como la forma en que los sistemas de gestión ambiental abordan esta problemática proponiendo alternativas para su minimización, a través de la toma de decisiones y acciones orientadas al logro del desarrollo sostenible para estos sistemas de producción, ante la disyuntiva de conocer cuáles son los efectos ambientales que se generan y de qué manera los sistemas de gestión ambiental plantean esta problemática con el afán de resolverlos, en el presente documento se retoman las aportaciones hechas por diversos investigadores sobre el tema, con el objeto de presentar una idea general de las formas de actuación.

La acuicultura en el mundo

La producción acuícola mundial continúa creciendo en el nuevo milenio, ha adquirido dimensiones no imaginadas, evolucionando en el rubro de la innovación tecnológica y el desarrollo, se ha adaptado de

forma excelente para satisfacer las necesidades de alimento que demanda la población, ésta alcanzó un nivel máximo sin precedentes en 2011 de 63.6 millones de toneladas (Fig. 1). Otro elemento muy importante de citar, es el registro documentado de unas 600 especies acuáticas cultivadas en todo el mundo con diversos sistemas e instalaciones, con diferentes grados de utilización de insumos y complejidad tecnológica, utilizando agua dulce, salobre y marina, contribuyendo notablemente a la producción de pesca de captura establecidos mediante sistemas de cultivos, particularmente en aguas continentales (FAO, 2012).

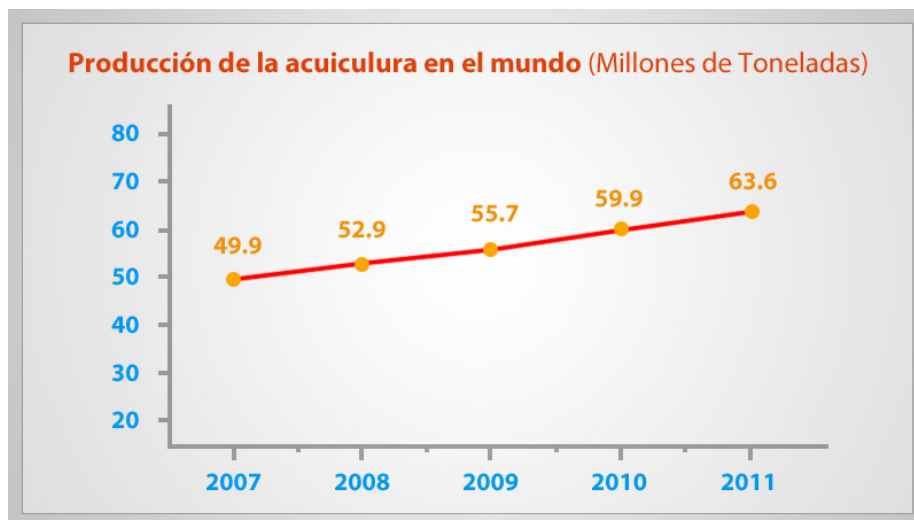


Figura 1: Producción de la acuicultura en el mundo (FAO 2012)

La variación de la producción mundial de la acuicultura entre los años 2007 a 2011 se establece en el orden de los 13.7 millones de toneladas de productos pesqueros, este valor equivale a un aumento continuado de 27.5% para este periodo de tiempo.

Mientras que en el continente americano la acuicultura ha dejado de crecer en los últimos años al pasar de 600,942 toneladas reportadas en 2004, para el 2010 los registros corresponden a 543,428 toneladas producidas, existiendo una diferencia en números absolutos de -57,514 toneladas; esto representa una disminución respecto a 2004 del -9.6%. (FAO, 2012)

Chile, con su extenso litoral y excelentes condiciones sanitarias, ambientales y mano de obra, entró con éxito y relativamente temprano, al florecimiento de la acuicultura moderna, el espectacular crecimiento del salmón fue sin duda el responsable de la tasa de crecimiento

mostrada en el sector hasta fines del siglo XX, ubicándose dentro de los 10 países con mayor producción acuícola en el mundo (Parada, 2010; p. 144) y primero en el continente americano (Fig. 2), con una producción acuícola para el 2010 de 701,062 toneladas esto equivale al 27.2 % del total de productos pesqueros producidos en América; México se encuentra ocupando la sexta posición con registros del orden de las 126,240 toneladas con el 4.9 % del total de la producción acuícola de América, siendo el camarón el recurso que más se explota, producto de los sistemas de cultivo.

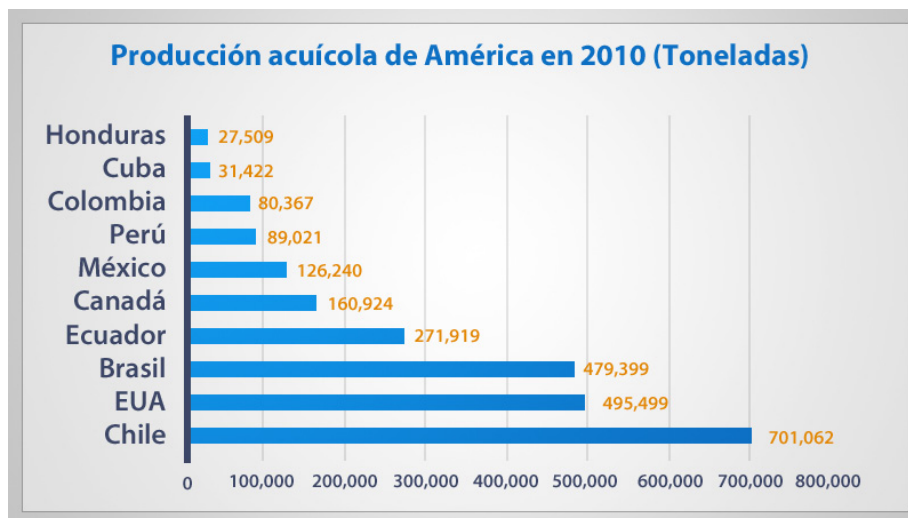


Figura 2: Los diez principales productores acuícolas de América en 2010 (FAO 2012)

Panorama de la acuicultura en México

En México la producción acuícola comercial ha ido en aumento lo que ha hecho de esta práctica una actividad con un gran potencial de desarrollo, que proporciona beneficios de tipo social y económico, traducidos en fuentes alternativas para la producción de alimentos, ésta se realiza mediante la aplicación de técnicas y conocimientos enfocados al cultivo de diversas especies acuáticas de animales y vegetales.

El potencial de la pesca y la acuicultura es enorme; México cuenta con 11,592 km de costa, de los cuales 73% corresponden al Litoral del Océano Pacífico y 27% comprende al Golfo de México, Mar Caribe e Islas, posee 12,500 km² de lagunas costeras y esteros disponiendo de 6,500 km² de aguas interiores, tales como lagos, lagunas, represas y ríos (SAGARPA, 2011), el cual lo convierte en una región de gran importan-

cia para continuar fomentando e impulsando su desarrollo. Entre las ventajas competitivas se encuentran el clima adecuado en gran parte de su territorio para el cultivo de muchas especies comerciales, la cercanía con el principal mercado mundial de productos pesqueros (EUA) y las especies nativas con excelentes características para la acuicultura, entre ellos el camarón blanco y el camarón azul (Martínez et al., 2009).

Tal y como se observa en el *Cuadro 1*, el camarón es de las especies marinas con mayor producción en las prácticas de acuicultura.

Especie	Producción Acuícola (Toneladas)				
	2007	2008	2009	2010	2011
Camarón	111,787	130,201	133,282	104,612	109,815
Atún	2,882	2,923	2,762	2,008	3,689
Mojarra	73,580	71,018	73,373	76,986	71,135
Ostión	46,491	42,148	38,974	47,611	43,757
Carpa	21,798	24,157	22,620	24,231	18,528
Trucha	4,345	4,917	6,065	6,919	8,480
Bagre	2,801	3,041	3,145	3,384	2,929
Charal	1,483	2,338	1,876	1,806	1,226
Langostino	46	24	21	26	18
Lobina	1,234	1,221	1,379	1,354	1,044

Cuadro 1: Participación de la acuicultura en México, toneladas de peso vivo por especie (Gráfica elaborada a partir de datos tomados del "Anuario estadístico de acuicultura y pesca"). SAGARPA, 2007-2011. México

La especie cultivada que más predomina es el camarón, su posicionamiento en cuanto al valor económico que adquiere en el mercado internacional es relevante, por años ha sido uno de los productos pesqueros con mayor valor comercial, seguidos por la producción de mojarra pertenecientes a la familia *cichlidae*. Sin embargo, el comportamiento que ha tenido la producción acuícola entre los años 2007 y 2011 ha sido de forma asimétrica, estableciéndose los valores máximos de producción de la acuicultura marina y continental reportados en 2009 con 285,019 toneladas y una disminución ocurrida en 2011 de 262,853 toneladas.

El cultivo del camarón en México

En México, la explotación del camarón azul comienza en los años treinta, cuando se detectan importantes poblaciones en las aguas protegidas del pacífico, desde entonces hasta los cincuenta predominó como una actividad extractiva, principalmente por parte de la iniciativa privada y extranjera. En el Golfo de México no fue sino hasta 1947 cuando se iniciaron las pesquerías en Ciudad del Carmen, Campeche, veinte años después surge el programa de investigación para el cultivo del camarón auspiciados por diversos organismos e instituciones públicas y privadas; su primer logro fue el cultivo intensivo de camarón azul en el Centro de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de Sonora en Puerto Peñasco (Bortolini y García, 2004).

Por la factibilidad económica que representó el cultivo del camarón, en Estados más al sur de México, como Oaxaca “Estero estancado” y en Chiapas “Los Capulines” la camaronicultura tuvo sus inicios a partir de 1980 con la construcción de estaciones piloto utilizando estanques sembrados con postlarvas provenientes del medio silvestre, estos proyectos fueron promovidos por la Secretaría de Pesca Federal, el cual aportaron una serie de información y conocimientos que posteriormente fueron aplicados al cultivo primero de forma semi intensiva en los denominados encierros de camarón y posteriormente mediante la acuicultura intensiva a través de la construcción de granjas camaroneras operando bajo condiciones controladas y utilizando densidades de siembra altas.

Cultivo de especies dulce acuícolas

Por los volúmenes de producción, hoy día las especies de peces de agua dulce más importantes para la acuicultura están representados por la “mojarra” tilapia y las “carpas”, la *Ciclicultura* en México se inició con la introducción de un cíclido africano del género *Tilapia*, con tres especies: *Sarotherodon aureus*, *Sarotherodon mossambicus* y *Tilapia zilli*, los cuales fueron importados el 10 de julio de 1964 desde Auburn, Alabama, Estados Unidos y colocados en los estanques de la Estación Ciclicola de Temazcal, Oaxaca, México. Mientras que el desarrollo de la *Cirpinicultura* se inició con la introducción de la carpa escamuda *Cyprinus carpio communis* en 1872, después se introdujo la carpa dorada *Carassius auratus*, pero la popularización se inició con la carpa Israel, *Cyprinus carpio specularis* con un programa nacional de

distribución que realizó el Banco Nacional de Crédito Ejidal en 1956 conocido como Programa de Piscicultura Rural (Rosas, 1982).

Aunque estas dos especies de peces (mojarra tilapia y carpas) fueron introducidas, actualmente se encuentran presente en casi todos los cuerpos de agua, se les considera organismos únicos para el cultivo por su fácil manejo y adaptación, toleran amplios rangos de temperatura y bajos niveles de oxígeno, aceptan con facilidad el suministro de alimentos balanceados, poseen un alto factor de conversión alimenticia, con ciclos de producción cortos y en la actualidad son estas las dos especies que soportan las principales pesquerías de aguas continentales (*Cuadro 1*).

En este contexto, el desarrollo de la acuicultura tiene una amplia perspectiva, pero para lograr avances significativos es necesario establecer paralelamente a los trabajos técnicos, la capacitación de los acuicultores sobre cría y siembra, artes de captura, vigilancia y manejo de los sistemas, control de calidad, etc., lo que les permitirá criar, sembrar, mantener y aprovechar adecuadamente los recursos que ellos mismos produzcan en las aguas interiores y en las costeras (Cifuentes et al., 1999). Desde este punto de vista la acuicultura se plantea como una alternativa para la producción alimentaria, pero resulta evidente además que la actividad ocasiona en mayor o menor grado impactos directos sobre los ecosistemas afectando extensas áreas cercanas a los cultivos y a las poblaciones naturales que viven en esa región. A partir de estos efectos las causas de los problemas ecológicos pueden ser múltiples (Rivero et al., 2003), el mal manejo de un recurso debido a su aprovechamiento incontrolado e irracional, la sobreexplotación, la existencia de condiciones desfavorables en el tipo de desarrollo e incluso la falta de una cultura ambiental.

La problemática ambiental

En la década de 1970 las empresas aun no consideraban la variable ambiental en los procesos de producción (FUNIBER, 2010), los daños ocasionados al medio no eran tomados en cuenta y en consecuencia era evidente que el desarrollo se limitó por años a un crecimiento en lo económico y social, pero no reflejado en el ámbito ambiental, esta despreocupación de las empresas por los impactos que su actividad venían generando en el entorno, ha evidenciado el grado de consumo de los recursos naturales de tal forma que los niveles de

contaminación producidos han causado un impacto ambiental al planeta tierra con las repercusiones que hoy conocemos. Sin embargo, estas prácticas han ido cambiando, desde hace más de una década la sociedad se ha organizado y ha creado mayor conciencia por el cuidado al medio ambiente, en forma tal que los gobiernos de los países del mundo continúan promoviendo iniciativas de ley para establecer normas jurídicas que permitan el ordenamiento acuícola y pesquero.

En las diversas maneras de interacciones que ocurren entre las empresas y el medio ambiente se encuentran presentes los procesos de producción, distribución y comercialización, para llevarlos a cabo se requieren de materias primas, energía y agua, este último considerado como un recurso natural limitado y un bien escaso, durante estos procesos de producción se generan una serie de residuos contaminantes; es entonces cuando se establece este vínculo dependiente entre los sistemas de producción y la generación de residuos. En este contexto el desarrollo debe encontrar un equilibrio para atender objetivos interrelacionados, como cambiar las pautas de producción y de consumo, reducir la pobreza y moderar el crecimiento económico y de la productividad, de conformidad con los recursos naturales disponibles y con su capacidad de regeneración y de reposición (Nicolás, 2010).

Las diferentes modalidades en las prácticas de la acuicultura se han diversificado con el tiempo, las técnicas y estrategias de producción así como la variedad de organismos cultivados van en aumento, algunos operando a una escala pequeña cuyo objetivo es principalmente el autoconsumo, hasta la construcción de enormes estanques con sistemas de producción intensivos en las modalidades de comerciales continentales y marítimos; todos ellos son prácticas comunes con procesos que han provocado impactos asociados a aspectos ambientales negativos.

En el documento de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2011) "Desarrollo de la acuicultura, enfoque ecosistémico a la acuicultura", establece que el enfoque ecosistémico de la acuicultura como estrategia, debe ser el medio para lograr o alcanzar un nivel superior de políticas que refleje los objetivos y acuerdos relevantes de desarrollo a nivel nacional, regional e internacional, encausados hacia la sostenibilidad, la equidad y la capacidad de recuperación de los sistemas socio-ecológicos interconectados.

Las acciones emprendidas para el desarrollo sostenible de la acuicultura fundamenta sus bases en líneas de acción que van más

allá de la producción de alimentos, del desarrollo económico para la superación de la pobreza y la seguridad alimentaria, los protocolos de aplicación para las buenas prácticas de manejo se han ido consolidando de tal forma que el medio ambiente, la sociedad y la economía han sido definidas como base para el desarrollo sostenible de esta actividad, con esta visión de futuro trabajan muchos productores del sector aunado a las demandas de grupos de interés, consumidores y organizaciones ambientalistas. Bajo esta perspectiva es como los códigos de conducta y mejores prácticas en la acuicultura pueden abordar una serie de cuestiones y preocupaciones (UICN, 2010), que tienden a centrarse en la reducción del impacto ambiental, la productividad, la calidad del producto, la salud y bienestar animal, la seguridad alimentaria y los aspectos económicos y más recientemente su posicionamiento sobre la sostenibilidad en general.

Degradación medioambiental por prácticas acuícolas

El crecimiento exponencial de la acuicultura ha provocado serias preocupaciones entre los gobiernos, grupos de ambientalistas y la sociedad misma por los posibles daños que estuviera generando sobre el medio, al ser considerada como una actividad en proceso de expansión hay que tener cautela en cómo y dónde se realiza ya que puede afectar a la calidad de las aguas y afectar negativamente a los ecosistemas, tanto en los ríos como en el mar (Bordehore, 2005) las cuales son fuertemente alteradas por los desechos de las granjas.

Las actividades acuícolas atentan contra la biodiversidad cuya conservación es motivo de preocupación a nivel mundial ya que su pérdida disminuirá drásticamente la calidad de vida de la humanidad. El hombre ha provocado la disminución de la biodiversidad en organismos marinos y dulceacuícolas por diferentes causas especialmente ligadas a la acuicultura, la posibilidad de mejorar peces cultivados mediante la hibridación, ha sido considerada por algunos acuicultores como la solución para los problemas de bajo rendimiento, sin embargo, no siempre ha dado resultados positivos; si estos híbridos alcanzan el medio ambiente natural podrían intercambiar genes con esta especie paterna y acarrear consecuencias difíciles de predecir. (Pérez, 1996)

En el caso de la introducción de especies exóticas, casi toda la acuicultura moderna se basa en un número relativamente pequeño de

especies que se han diseminado por todo el mundo: entre los peces la carpa (*Cyprinus carpio*), la trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*), algunas especies de tilapias, especialmente *Oreochromis niloticus*, y *O. aureus*; de los moluscos, la ostra japonesa, *Crassostrea gigas* y la ostra americana, *C. virginica* y los crustáceos *Macrobrachium rosenbergi* y varias especies de camarones marinos del género *Penaeus* (Pérez, 1994)

La actividad por sí misma representa un impacto negativo en los cuerpos de agua receptores, particularmente en donde la producción sea mayor a 10 toneladas por año (Velasco et al., 2012), en este sentido se buscan las formas de reducirlos a través de la promulgación de leyes y normas ambientales que regulen la actividad del sector vía la gestión sostenible y de manera voluntaria, mediante la aplicación de herramientas básicas de gestión ambiental y de buenas prácticas de acuicultura y medio ambiente.

Si bien es cierto que desde el punto de vista de la economía de los productores y de las herramientas tecnológicas disponibles en el mercado, es complicado reducir las descargas de aguas residuales enriquecidas por materia orgánica con altas concentraciones de nitrógeno y fósforo, producto del alimento no ingerido y por las heces de los organismos que se cultivan. Esto deriva en el enriquecimiento de nutrientes, pudiendo afectar extensas zonas cercanas a los cultivos y a la biodiversidad que habita los cuerpos de agua receptores (lagunas, ríos, esteros y marismas). Resulta evidente, que el impacto medioambiental va a depender en gran medida de la especie, el método de cultivo, la densidad del stock, el tipo de alimentación y las condiciones hidrográficas (Borja, 2002).

Los problemas de eutrofización inician cuando el hombre contamina lagos y ríos con exceso de nutrientes que generan la aceleración del proceso y ocasiona el crecimiento acelerado de algas, la muerte de peces y demás flora y fauna acuática, generando condiciones anaeróbicas. El proceso resulta de la utilización de fosfatos y nitratos como fertilizantes en los cultivos agrícolas, de la materia orgánica de la basura, de los detergentes hechos a base de fosfatos, que son arrastrados o arrojados a los ríos y lagos (Oceanógrafos Sin Fronteras).

El estado trófico de los lagos es un concepto fundamental en la ordenación de los mismos, significa la relación entre el estado de nutrientes de un lago y el crecimiento de la materia orgánica, es el proceso de cambio de un estado trófico a otro nivel superior por adición de nutrientes. La agricultura es uno de los factores principales de eutrofización de las aguas superficiales (Ongley, 1997), no obstante

lo anterior, en estanques para el cultivo de peces y crustáceos el uso de fertilizantes químicos ricos en P, C, N y K se ha generalizado en las últimas décadas, el objetivo es incrementar la productividad natural de las aguas de estos sistemas acuícolas a través de la producción del fitoplancton considerado éste como el primer eslabón de la cadena alimenticia en el medio acuático (alimento vivo para los organismos que se cultivan), resultando obvio que las descargas de aguas servidas a los cuerpos de agua receptores enriquecidos de nutrientes con estas características pueden llegar a ser consecuencia de procesos de eutrofización en ríos, lagos, lagunas costeras y marismas.

Otro de los impactos ocasionados por la acuicultura que se pueden citar son los compuestos químicos utilizados para el tratamiento de algunas enfermedades de tipo virales y bacterianas que afectan a los cultivos también difíciles de predecir, las experiencias indican que puede ocurrir que los compuestos entren a la cadena trófica (Espinoza y Almada, 2012), con una posible bioacumulación en eslabones superiores o que quizá causen daño a largo plazo, por tratarse de un impacto acumulativo.

Con relación al uso de herbicidas con glifosato como ingrediente activo, estos son potencialmente causantes de daños toxicológicos y ambientales, en los sistemas acuáticos pueden provocar retardo en el crecimiento de organismos como algas y peces, cambios histopatológicos, alteraciones de parámetros enzimáticos, disminución de la actividad sexual y cambios bioquímicos. En el organismo humano puede causar toxicidad en células placentarias y del hígado, actuar como un disruptor endocrino, generar afecciones respiratorias, gastrointestinales, dermatológicas y neurológicas, así como la fragmentación del material genético. (Salazar y Aldana, 2011).

Se advierte además, que a consecuencia de la sobrexplotación de los recursos y cambios de uso del suelo, pueden presentarse modificaciones de los hábitats en los lugares donde los acuicultores eliminan los manglares para establecer piscinas para la cría de especies de importancia económica (Uribe et al., 2009), particularmente en los casos del cultivo y engorda de camarón en zonas costeras y en similares condiciones durante la construcción de parques acuícolas ubicados en aguas continentales.

Mientras que los factores que inciden en la calidad del producto cultivado y en la sostenibilidad de la actividad son la buena calidad de las aguas entendida como suficiente para realizar la actividad, evitando lugares contaminados y la buena renovación de las aguas; la

corriente en la zona debe ser suficiente para evitar que las acumulaciones de productos de desecho (heces y restos de comida) generen desoxigenación (Borja, 2002).

Finalmente, la mayoría de estos impactos potenciales sobre el medio se pueden gestionar y minimizar mediante el conocimiento de los distintos procesos, a través de una gestión responsable y una correcta localización de las granjas acuícolas (UICN, 2007).

Gestión ambiental

Desde la perspectiva de la sostenibilidad, la gestión ambiental en la acuicultura tiene implicaciones que van más allá de la adopción de compromisos para la mejora continua, el cumplimiento de las leyes y normas ambientales, la planeación, la adopción de estrategias para ahorrar al máximo el consumo de recursos relacionados con la disminución de los costos de producción y replanteados a través de la definición de políticas ambientales, cobra enorme importancia la ejecución de forma organizada y sistemática todas estas acciones midiendo y evaluando el grado de cumplimiento del sistema de gestión y en el mejor de los casos realizando ajustes para la mejora de los resultados; estas políticas ambientales establecen sus principios en la prevención y la minimización.

Para llevar a cabo esta forma ideal de organización entre los sectores que participan en la gestión ambiental se encuentran: administraciones públicas, sectores productivos público y privado, asociaciones de diversos tipos, universidades y centros de investigación y la población en general, por lo que la responsabilidad es compartida, con participación de la comunidad en diferentes momentos, formas y niveles (Granero y Ferrando, 2007).

Desde este punto de vista es conveniente la implementación de los sistemas de gestión ambiental como instrumentos de prevención y reducción de la contaminación. Resulta importante además, que en todos los procesos productivos que se utilizan recursos naturales y energía y estos a su vez se transforman en productos y residuos deban de gestionarse de forma correcta a través de prácticas de minimización, valoración y deposición, de esta manera, la existencia de directrices sobre la gestión sostenible son herramientas esenciales para los gestores políticos y técnicos de las administraciones, productores

de acuicultura y otros usuarios. (UICN, 2007). A partir de estas consideraciones los sistemas de gestión ambiental vienen siendo implementados en muchos sectores de la industria con el objetivo de ayudar a las organizaciones a cumplir con los requerimientos legales que minimicen los impactos sobre el medio ambiente, a reducir desechos y ganar una ventaja en el mercado (Gavine et al., 2007).

Además de estas exigencias, otra de las formas de conseguir que una empresa sea respetuosa con el medio ambiente es la concientización de sus integrantes de tal forma que exista responsabilidad por la protección y hacia la conservación del medio, esto conlleva al uso de tecnología limpias que permitan la minimización del uso de recursos naturales, la disminución en la producción de residuos, la asignación de costos económicos que representa la protección ambiental y la implementación de sistemas de gestión y auditorías ambientales.

Acuicultura sostenible

El concepto de sostenibilidad desde su introducción como tema de análisis, ha sufrido diversas interpretaciones con un común denominador, todas ellas se contextualizan dentro del marco del desarrollo, cuya condición principal es el de asegurar en el tiempo y para futuras generaciones los recursos, que estos se encuentren disponibles siempre a pesar de los aprovechamientos que el ser humano realiza para obtener de ellos los medios de subsistir y crecer en desarrollo, esto implica el uso de herramientas tecnológicas y la educación como formas de actuación consciente y ordenada.

Es a partir de la concepción del término desarrollo sostenible, cuando surge una serie de interpretaciones de carácter científico, fundamentando estos principios en la sostenibilidad ecológica, social, política y económica, pero con límites establecidos y con exigencias mínimas que implican que el desarrollo duradero en ningún momento debería de poner en riesgo los sistemas naturales, que mantienen todas las formas de vida sobre la Tierra; el cuidado y la explotación de los recursos agua, suelo, atmosfera y organismos vivos son partes elementales de nuestro entorno, por ello es urgente que en el corto plazo el desarrollo tecnológico sea una parte esencial para satisfacer nuestras necesidades como individuos, procurando evitar que la alteración de estos recursos naturales a causa de la explotación y del desarrollo, disminuya en forma la capacidad de sustentación del

planeta tierra. Tomando en cuenta estos paradigmas, la acuicultura está determinada por un conjunto de regulaciones provenientes del derecho ambiental, en este sentido, a esta actividad económica le es aplicable tanto la normativa general ambiental, como su normativa específica, desarrollada en pos de una acuicultura sostenible. (Bermúdez, 2007).

Con este enfoque, la sostenibilidad parte en razón de tres dimensiones relacionadas con procesos: un sistema ecológico, como base fundamental de la vida en el planeta, el sistema económico, que considera la producción de bienes y servicios materiales y el sistema social que permita la participación activa de la sociedad y las instituciones, estableciendo como estrategias para alcanzar el desarrollo sostenible un plan de acciones integral y como soporte legal la firma de acuerdos y tratados regionales e internacionales. Con base en los mecanismos de gestión ambiental y en las políticas de aprovechamiento de los recursos naturales, una aproximación de acuicultura sostenible es el enfoque hacia el equilibrio de estos tres componentes del desarrollo sostenible: no puede existir desarrollo económico y social si no hacemos un uso responsable de nuestros recursos.

En la figura 3 se observa estratégicamente cómo interactúan las tres dimensiones del desarrollo para hacer sostenible la actividad acuícola.

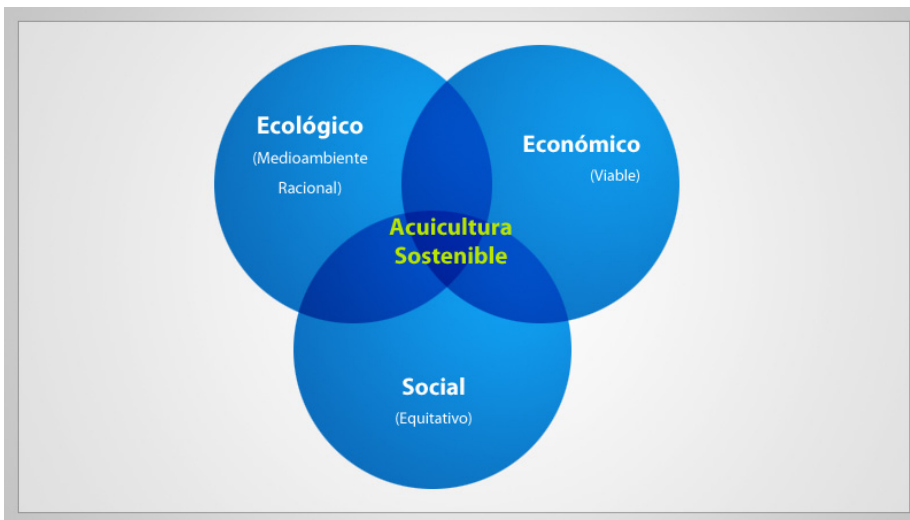


Figura 3: Elementos de la acuicultura sostenible. (White, et al., 2004). Obtenido a partir de *At a Crossroads: Will Aquaculture Fulfill the Promise of the Blue Revolution a Sea Web Aquaculture Clearinghouse*.

Un aspecto importante a considerar es el riesgo que el desarrollo sostenible se convierta en un simple elemento más de marketing e imagen (García et al., 2011), siendo necesario trabajar conjuntamente para que la filosofía de desarrollo no se quede en una moda y pueda hacerse realidad, implementándose de una manera adecuada y efectiva.

En el marco del desarrollo, la planeación social resulta ser como una aspiración conciliando los principios y sistemas ecológicos, es una necesaria simbiosis antropogénica sobre ecosistemas naturales, inherentes a los variados sistemas políticos, económicos, sociales y culturales, sobre los principios individuales. Si bien la idea de origen fue la de aplicar los conceptos y recursos de las tecnologías limpias, emisión cero y los estudios de impacto ambiental e incentivar la investigación científica de forma concreta (Pardo et al., 2006), lo es también el estudio y la investigación dirigido a identificar y definir herramientas de gestión acuícolas, estructuradas estas herramientas con base al uso de indicadores de sostenibilidad. En este sentido, el conocimiento y la adopción de estos indicadores por parte de los agentes del sector acuícola, permitirá avanzar, no solo en la mayor sostenibilidad de la actividad productiva, sino también en una mejora de la concientización de los gestores de la actividad y, de la sociedad, acerca de la necesidad de incidir en una gestión cada día más sostenible de nuestros mares y ríos, y de los recursos que nos brindan (García et al., 2011). Para alcanzar un modelo de desarrollo sostenible se deben contemplar todas las variables y dimensiones ambientales, sociales y económicas, al mismo tiempo identificar las estrategias y herramientas que faciliten una integración efectiva y reactiva que involucren al conjunto de la sociedad (FOESA, 2012).

La importancia de la sostenibilidad de la acuicultura es crucial en el sector si la industria no va por el camino correcto, por lo tanto es esencial continuar buscando los medios para hacer de las prácticas de producción acuícola más sostenibles, eficientes y rentables mejorando, por ejemplo las capacidades humanas, el uso de los recursos y la gestión ambiental (SustainAqua, 2009).

Conclusiones finales

Hoy día la acuicultura se le considera como una fuente muy importante en la producción de alimentos comparada solo con la agricul-

tura y ganadería, sin embargo, la construcción de grandes parques acuícolas que demandan para su funcionamiento en la fase de producción el uso de enormes cantidades de agua, pueden llegar a tener implicaciones reales e impactar los cuerpos receptores (ríos, lagos, presas, lagunas costeras y marismas) y afectar a los organismos que ahí viven por las elevadas cargas de contaminantes vertidas ricas en fósforo, potasio y nitrógeno y en consecuencia entrar en un proceso de eutrofización.

En un mundo globalizado y en expansión la acuicultura demanda hoy día la optimización de los procesos de producción, que permitan mejorar estos sistemas a través del uso de técnicas para gestionar de forma adecuada los recursos naturales que utiliza, no obstante, para que esta acuicultura sea sostenible las dimensiones ecológicas, económicas y sociales deben de asignárseles un valor de importancia que sean equivalentes entre sí y que permita formas de actuación interdependientes, sin alejarse de sus objetivos una de la otra; ello representa mantener el equilibrio y la tendencia hacia indicadores de sostenibilidad fuertes.

Desde este punto de vista, la implementación de los sistemas de gestión ambiental por parte de estos sectores productivos puede decirse que deben de ser prácticas más comunes, toda vez que son considerados como verdaderos instrumentos para prevenir y reducir la contaminación, en estos sistemas se encuentran implícitos la aplicación de los principios de prevención ante la urgente necesidad de hacer sostenible la actividad acuícola, esto podría lograrse incorporando variables ambientales en las políticas de gestión, haciendo posible identificar las exigencias legales y normativas, permitiendo la toma de decisiones, pero sobre todo constituye un elemento muy importante: la plena conciencia por el cuidado y respeto al medio ambiente de las partes involucradas.

Bibliografía

- Bermúdez, S. J.** (2007). *Política y regulación ambiental de la acuicultura Chilena*. Revista de Derecho de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Chile: 307–333.
- Bordehore, C.** (2005). *Problemas ambientales, problemas humanos*. Capítulo: Sociología Ambiental. Grupo Editorial Universitario. Universidad de Alicante, España.
- Borja, Á.** (2002). *Los impactos ambientales de la acuicultura y la sostenibilidad de esta actividad*. Boletín Instituto Español de Oceanografía ISSN: 0074-0195: 41-49.
- Bortolini, R. J. L. y T. García.** (2004). *La Camaronicultura en México*. Revista Ciencias. Tomado de http://www.revistaciencias.unam.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=612%3Ala-camaronicultura-en-mexico&catid=77&Itemid=48. Fecha de consulta: 12 de abril de 2013.
- Cifuentes, L. J. L., Torres G, M. P., Frías, M. M.** (1999). *El Océano y sus Recursos, Acuicultura*. Vol. XI. Fondo de Cultura Económica, México.
- Espinoza, P. A y B. Almada.** (2012). *La acuicultura y su impacto al medio ambiente. Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo*. http://www.ciad.mx/archivos/revista-dr/RES_ESP2/RES_Especial_2_10_Bermudez.pdf. Fecha de consulta: 24 de abril de 2013.
- Fundación Observatorio Español de Acuicultura.** (2012). *Valoración de la sostenibilidad de la acuicultura en España*. FOESA, Madrid, España.
- Fundación Universitaria Iberoamericana.** (2010). *Gestión ambiental de la empresa*. FUNIBER, Campus Virtual.
- García, D. C., J. Remiro, J. Ojeda, F. Simard y S. Simoes.** (2011). *Aproximación a la sostenibilidad acuícola del Mediterráneo mediante el uso de indicadores*. Revista AquaTIC, nº 35. En: <http://www.revistaaquatic.com/aquatic/art.asp?t=p&c=260>, Fecha de consulta: 30 de abril de 2013.
- Gavine, F.M., D. S. Rennis y D. Windmill.** (2007). *Implementing Environmental Management Systems in the Finfish Aquaculture Industry*. Water and Environment Journal 10 (5),341-347.
- Granero, C. J. y M. Ferrando.** (2007). *Cómo implantar un sistema de gestión ambiental según la Norma ISO 14001:2004*. Fundación COFEMENTAL, Madrid, España.
- Martínez, C. L. R., M. Porchas y C. Jacinto.** (2009). *Camaronicultura mexicana y mundial: ¿Actividad sustentable o industria contaminante?* Revista internacional de contaminación ambiental, 25(3), 181-196.
- Rosas, M. M.** (1982). *Biología acuática y piscicultura en México*. Secretaría de Educación Pública. Serie de Materiales Didácticos en Ciencia y Tecnología.

Nicolás, A. S. (2010). *Pobreza, medio ambiente y desarrollo sostenible*. Nómada Revista crítica de Ciencias Sociales y Jurídicas. Universidad Carlos III, Madrid, España, 1-10.

Oceanógrafos Sin Fronteras. *Eutrofización*. http://www.oceanografosinfronteras.org/index.php?option=com_content&task=category§ionid=71&id=295&Itemid=502. Fecha de consulta: 17 de Septiembre de 2013.

Ongley, E. D. (1997). *Lucha contra la contaminación agrícola de los recursos hídricos (Estudio FAO riego y drenaje-55)*. FAO Departamento de Desarrollo Sostenible. URL <http://www.fao.org/docrep/W2598S/W2598S00.htm>. Fecha de consulta: 12 de Septiembre de 2013.

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (1995). *Código de conducta para la pesca responsable*. FAO Roma, Italia.

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2011). *Desarrollo de la acuicultura, enfoque ecosistémico a la acuicultura*. Orientaciones técnicas para la pesca responsable. FAO, No. 5.

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2012). *El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2012*. Departamento de Pesca y Acuicultura. En <http://www.fao.org/docrep/016/i2727s/i2727s.pdf>

Parada, G. (2010). *Tendencias de la acuicultura mundial y las necesidades de innovación de la acuicultura Chilena*. Chile, 144 p.

Pardo, S., E. Soriano, H. Suárez. (2006). *Tratamiento de efluentes: una vía para la acuicultura responsable*. Revista MVZ Córdoba, 20-29.

Pérez, J. E. (1994). *Introducción y transferencia de especies acuáticas*. Acta Científica Venezolana, 45; 1-7.

Pérez, J. E. (1996). *La acuicultura y la conservación de la biodiversidad*. Interciencia. Revista de Ciencia y Tecnología de América. Vol. 21, Núm. 3, 1-9.

Rivero, C., I. M. Jiménez, L. Valdivia y O. Rivero. (2003). *Ecología Medio Ambiente y Salud*. Revista MCiego en: http://bvs.sld.cu/revistas/mciego/vol9_01_03/revisiones/r2_v9_0103.htm. Fecha de consulta: 16 de abril de 2013.

Salazar, L. N. J. y Aldana, M. M. L. (2011). *Herbicida glifosato: Usos, toxicidad y regulación*. Revista de Ciencias Biológicas y de Salud. Universidad de Sonora. Volumen XIII, No. 2, 23-28.

Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). (2007-2012). *Anuario estadístico de acuicultura y pesca*. Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca, SAGARPA. México.

SustainAqua. (2009). *Integrated approach for a sustainable and healthy freshwater aquaculture*. SustainAqua handbook – A handbook for sustainable aquaculture.

Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. (2007). *Guía para el Desarrollo Sostenible de la Acuicultura Mediterránea*. Interacciones entre la Acuicultura y el Medio Ambiente. UICN. Gland, Suiza y Málaga, España.

Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. (2010). *Guía para el Desarrollo Sostenible de la Acuicultura Mediterránea 3*. Acuicultura: Prácticas Responsables y Certificación. UICN. Gland, Suiza y Málaga, España.

Uribe, P. J., Urrego, G. y Ligia, E. (2009). *Gestión ambiental de los ecosistemas de manglar*. Aproximación al caso Colombiano. *Revista Gestión y Ambiente*, Vol. 12, 57-71.

Velasco, A. P. I., Calvario, M. O., Pulido, F. G., Acevedo, S. O., Castro, R. J. y Román, G. A. D. (2012). *Problemática Ambiental de la Actividad Piscícola en el Estado de Hidalgo, México*. *Revista Académica. Ingeniería*, Vol. 16 Núm. 3, Universidad Autónoma de Yucatán, México, 165-174.

White, K., O'Neill B., and Tzankova, Z. (2004). *At a Crossroads: Will Aquaculture Fulfill the Promise of the Blue Revolution. A Sea Web Aquaculture Clearinghouse*. Obtenido de http://www.seaweb.org/resources/documents/reports_crossroads.pdf. Fecha de consulta: 8 de abril de 2013.