

REPERCUSIONES DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA ACUICULTURA *

(Primera de dos partes)



Las repercusiones del cambio climático podrían manifestarse directa o indirectamente, y no todos los aspectos del cambio climático se traducirán en repercusiones sobre la acuicultura. Así como sucede con cualquier práctica de cultivo, las prácticas acuícolas se definen espacial y temporalmente y por su alcance, y son bastante manejables. Además, la producción de acuicultura se concentra en ciertas regiones climáticas y en ciertos continentes, con un conjunto de prácticas sectoriales bien definidas.

Puede que estos acontecimientos, al menos durante las fases tempranas de la historia reciente del sector, hayan sido impulsados por atributos culturales, tales como el hecho de «vivir en contacto con el agua» y otras tendencias tradicionales afines con arreglo a las cuales eran algunos los grupos que se dedicaban a la piscicultura. Sin embargo, es preciso reconocer que la expansión de la acuicultura en las diferentes regiones puede de hecho sufrir modificaciones por causa del cambio climático, en particular en las zonas y regiones donde la acuicultura misma puede proporcionar posibilidades de adaptación para otros sectores.

1. Cambios climáticos importantes que podrían repercutir potencialmente en la acuicultura

No todos los cambios climáticos repercutirían por igual en la acuicultura. Asimismo, no resulta sencillo discernir los efectos causales de las repercusiones de los diferentes elementos del cambio climático en la acuicultura y en la pesca. Más aún, no es posible atribuir las repercusiones potenciales de las actividades agrícolas a un único factor del cambio climático. En la mayor parte

de los casos, se trata de una cadena de efectos difíciles de entender que se convierten en elementos causales, y no de un factor reconocible único. Basándose en los pronósticos los elementos del cambio climático que probablemente repercutan en la acuicultura se pueden resumir como sigue:

- Recalentamiento mundial: las opiniones concuerdan en que el recalentamiento de la Tierra será de 1.1°C durante este siglo, pudiendo incluso alcanzar los 3°C.
- Subida del nivel del mar: la subida del nivel del mar estará relacionada con el recalentamiento mundial. Según cálculos del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), el nivel de los océanos subirá entre 10 y 100 cm durante el presente siglo; la expansión térmica supondrá 10 a 43 cm de esta subida, y el derretimiento de los glaciares, 23 cm. El nivel del mar influirá profundamente en las regiones de deltas, determinará la invasión de las tierras por aguas salinas y ocasionará alteraciones bióticas.
- Productividad de los océanos y cambios en los patrones de circulación: se predicen cambios importantes en la productividad de los océanos y en los patrones de circulación; los océanos que más sufrirán repercusiones serán el Atlántico septentrional y el Índico. Los cambios tendrán efectos en las pesquerías y en otros grupos de biomasa planctónica vegetal y animal y se traducirán en modificaciones de las cadenas tróficas.
- Cambios en los monzones y aparición de fenómenos climáticos extremos: frecuencia de las inundaciones, variaciones en los patrones de las lluvias monzónicas y la tempestuosidad general.
- Estrés hídrico: el IPCC estima que para 2020 entre 75 y 250 millones de personas en África experimentarán estrés hídrico y que, según las proyecciones, en particular en las grandes cuencas hidrográficas en Asia la disponibilidad de agua dulce disminuirá. América del Sur y Europa estarán en una situación mejor.

* El presente documento forma parte del texto "El cambio climático y la acuicultura: repercusiones potenciales, adaptación y mitigación, elaborado por Sena S. De Silva y Doris Soto. En K. Cochrane, C. De Young, D. Soto y T. Bahri (eds). Consecuencias del cambio climático para la pesca y la acuicultura: visión de conjunto del estado actual de los conocimientos científicos. FAO Documento Técnico de Pesca y Acuicultura, No 530. Roma, 2012.

- Cambios en los regímenes hidrológicos de las aguas continentales: es probable que a causa del recalentamiento atmosférico ocurran cambios que podrían repercutir en las actividades de acuicultura en ambientes lénticos y lóticos. Por ejemplo, los procesos de eutrofización podrían exacerbase y la estratificación podría acentuarse, con los consiguientes efectos en las cadenas tróficas y en la disponibilidad y calidad de los hábitats. Estos dos aspectos podrían a su vez pesar sobre las actividades de acuicultura, en especial la acuicultura continental practicada en jaulas y corrales.

2. Aspectos de la vulnerabilidad de la acuicultura al cambio climático

A diferencia de otros animales de granja, todas las especies de animales acuáticos cultivadas destinadas al consumo humano son poiquilothermas (animales de sangre fría). Por consiguiente, cualquier aumento o disminución de la temperatura del hábitat podría influir considerablemente en el metabolismo general y por lo tanto en los índices de crecimiento y de producción total; en la reproducción, en la estacionalidad y posiblemente también en la eficacia reproductiva incluyendo fecundidad relativa y número de desoves; y en el aumento de la susceptibilidad a enfermedades e incluso a agentes tóxicos.

4

Los niveles inferiores y superiores de temperaturas letales y la gama de temperaturas óptimas para las especies de peces varían considerablemente. Es por lo tanto inevitable que las variaciones de temperatura repercutan en la distribución espacial de las actividades de acuicultura que son específicas de las especies.

Además, la acuicultura se lleva a cabo en tres ambientes muy diferentes –aguas dulces, aguas marinas y aguas salobres– y cada uno de ellos es apropiado para un determinado grupo de especies con rasgos fisiológicos particulares. Es probable que el cambio climático ocasione importantes modificaciones sobre todo en cuanto a salinidad y temperatura en los hábitats de aguas salobres e influya en consecuencia en la producción de acuicultura en esos ambientes. A este respecto, el sector acuícola actual podría responder a ciertos fenómenos como el grado de alzamiento del nivel del mar o la penetración de aguas salobres tierra adentro reubicando las granjas o recurriendo a la cría de cepas más tolerantes a la salinidad. Entre temperatura y salinidad existen efectos interactivos de influencia recíproca que varían mucho en los organismos acuáticos cultivados y deberán ser tomados en cuenta a la hora de diseñar medidas de adaptación.

3. Repercusiones Directas

Así como ocurre en el sector de la pesca, los impactos del cambio climático en la acuicultura serán probablemente tanto positivos como negativos y resultarán de los efectos directos e indirectos sufridos por los recursos naturales de los que depende la acuicultura. Los principales problemas serán el agua, la tierra, las semillas, los piensos y la energía.

3.1 Repercusiones directas conocidas hasta la fecha.

Hasta la fecha, solo se ha informado de un caso de repercusión directa en la acuicultura del cambio climático inducido por el hombre: la niebla tóxica que se extendió sobre Asia sudoriental durante El Niño de 2002.



El acontecimiento tuvo por consecuencia la reducción en un 10 por ciento de la propagación de la luz solar y el calor en la baja atmósfera y el océano. Según algunos autores, el fenómeno contribuyó a un episodio de floración de dinoflagelados que perjudicó la acuicultura en zonas costeras desde Indonesia hasta la República de Corea causando daños por millones de dólares EE.UU.

Algunos desastres climáticos recientes con repercusiones considerables en las comunidades costeras, o los frecuentes huracanes que se han registrado, se han vinculado con el cambio climático pero sin que al respecto haya consenso científico.

3.2 Repercusiones potenciales

En las siguientes secciones se tratará de evaluar las repercusiones del cambio climático en diferentes prácticas de acuicultura en varios ambientes, y en algunos casos en relación con los productos básicos. Cuando es posible, también se abordan las medidas de adaptación más inmediatas.

3.2.1 Recalentamiento mundial y repercusiones asociadas al aumento de la temperatura

Una de las mayores repercusiones ocasionadas por el cambio climático es el recalentamiento mundial. El aumento de la temperatura acarrea cambios conexos en la hidrología e hidrografía de los cuerpos hídricos, multi-

plica la frecuencia de los episodios de floración de algas y mareas rojas, etc.

Para evaluar el efecto de este cambio en la acuicultura y considerar las medidas de adaptación que conviene adoptar, se ha creído apropiado tratar los diferentes sistemas de cultivo y referirlos por separado a los ambientes de aguas dulces y de aguas marinas.

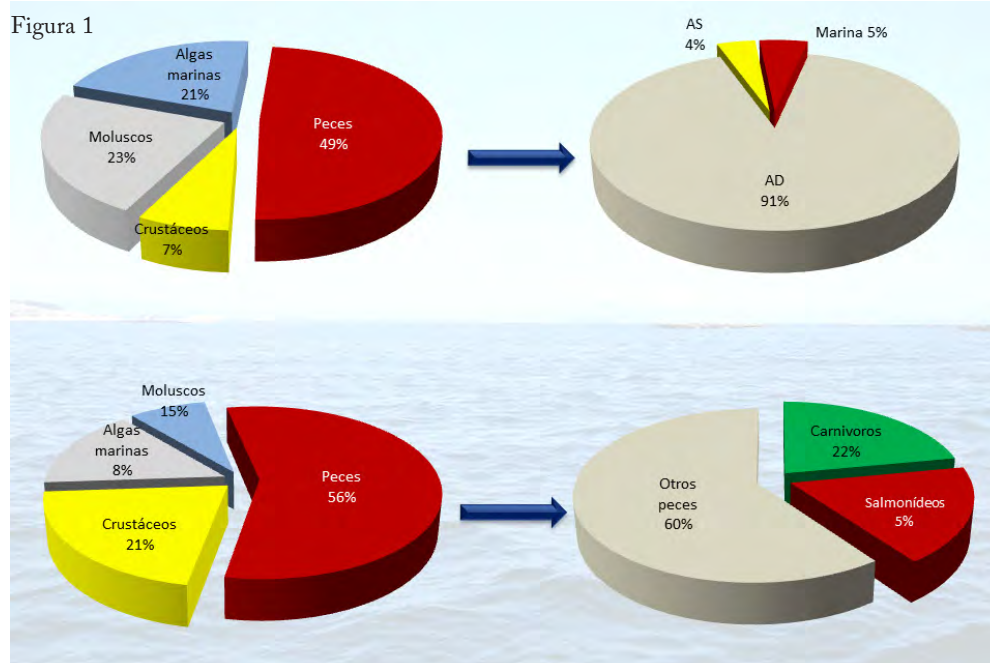
Acuicultura continental

Acuicultura en estanques

La mayor parte de la acuicultura practicada en las regiones tropicales y subtropicales es el cultivo de peces (Figura 1). La forma predominante de acuicultura continental de peces es la que se desarrolla en estanques de tamaño que oscila entre unos pocos centenares de metros cuadrados y algunas hectáreas. Los estanques a menudo no son muy profundos. Los principales factores que influyen en la temperatura del agua en los estanques son la radiación solar, la temperatura del aire, la velocidad del viento, la humedad, la turbidez del agua y la morfometría del estanque.

El aumento pronosticado de la temperatura del aire intensificará la vaporización y la cubierta nubosa y por consiguiente reducirá la radiación solar que llega a los estanques. En términos generales, el aumento mundial de la temperatura del aire podría por consiguiente no quedar reflejado directamente en un incremento con-

Contribución porcentual a la producción y valor mundial de la acuicultura por tipos de Productos en 2005, y producción de peces en relación con el tipo hábitat (AD - aguas dulces, AS - aguas salobres, M - acuicultura marina)



Fuente: basado en estadísticas de la FAO (FAO, 2008)

mitante de la productividad en los estanques piscícolas continentales. Esto indica que puede no ser necesario contemplar la sustitución de las especies cultivadas o cambiar las prácticas acuícolas habituales, en particular en las zonas tropicales y subtropicales.

No obstante, la situación podría ser ligeramente diferente para la acuicultura en estanques en las regiones templadas; a escala mundial, esta actividad es de dimensiones pequeñas y se limita principalmente a las especies de salmónidos y en menor medida a las carpas. Los salmones más frecuentemente cultivados en agua dulce son la trucha arco iris y la trucha marina; para estas especies, el rango de temperaturas óptimas es muy estrecho y el límite superior de temperatura letal es relativamente bajo. Estas especies también son cultivadas en tierras altas tropicales si bien en cantidades menores, pero representan un medio de vida para las comunidades agrícolas pobres. El aumento de la temperatura del aire podría reflejarse en un aumento de la temperatura en los estanques de acuicultura y causar repercusiones dañinas y, en casos extremos, mortalidad (para más detalles, véase la sección siguiente sobre el cultivo en jaulas). Por lo general, la piscicultura de truchas y salmónidos tiene lugar en estanques con alto recambio de agua o en estanques de flujo continuo en los que el agua fluye libremente 24 horas al día por la duración del ciclo de cultivo. Gracias al recambio de agua, las posibles repercusiones de las altas temperaturas pueden verse amortiguadas. Sin embargo, la disponibilidad de agua podría

representar un problema para este tipo de explotación si se declarasen sequías debidas al cambio climático.

Acuicultura integrada

La acuicultura integrada es una práctica muy antigua que suele adoptar varias formas: el cultivo del arroz con la piscicultura y/o la integración de la acuicultura con la zootecnia. Se trata de formas de explotación tradicional en pequeña escala.

La acuicultura integrada sigue siendo relativamente popular en China y se practica también en otros países asiáticos y en algunas regiones templadas de Europa oriental. El nivel de producción de pescado y otros productos derivados representan un medio de sustento importante y a veces único para las comunidades rurales.

En general, las especies de peces cultivadas se alimentan en los eslabones bajos de la cadena trófica, y con frecuencia en este tipo de acuicultura se prescinde de cualquier aporte externo de piensos; la población se vale por sí misma extrayendo su alimento del fitoplancton, zooplancton y bentos. Por consiguiente, se trata de prácticas que funcionan esencialmente como sumideros de carbono. C.J. Feare en el estudio titulado “Fish farming and the risk of spread of avian influenza” en 2006, sugirió que la acuicultura integrada con la cría de pollos o patos podría representar una canal para la difusión del virus de la gripe aviar, en especial si se considera que esta acuicultura encaja en los sectores 3 y 4¹ de las líneas directrices FAO en materia de bioseguridad.

Existe preocupación de que este tipo de prácticas podría poner en peligro la certificación y comercialización de los productos acuícolas, lo que supone la necesidad de adoptar nuevos enfoques precautorios.

La gripe aviar altamente patógena es causada sobre todo por la cepa H5N1 del virus de tipo A de la familia vírica Orthomyxoviridae. Es una enfermedad que se difunde fácilmente entre las aves domésticas y silvestres. Es preciso saber si los efectos del cambio climático repercutirán en la piscicultura integrada causando la propagación del virus, y si esto acarrearía peligros para la salud humana.

¹ El sector 3, sistemas de producción comercial con niveles de bioseguridad bajos o mínimos; las aves y demás productos llegan por lo general vivos al mercado. Las aves se colocan en cobertizos abiertos y pueden pasar parte del día fuera del cobertizo. El sector 4, sistemas de producción de aldea o de traspatio con niveles de bioseguridad mínimos; las aves y demás productos son consumidos en la localidad.





Resulta que podría ocurrir lo contrario. La potencialidad de repercusiones debidas al cambio climático radica en que el aumento de la temperatura del agua podría ocurrir, aunque con efectos mucho menores que en las zonas de clima templado. Sin embargo, se ha demostrado que la persistencia de los virus H5 y H7 es inversamente proporcional a la temperatura y salinidad del agua y que existen importantes efectos interactivos entre estos últimos parámetros. Por tanto, la influencia general del cambio climático en la acuicultura integrada podría ser mínima, y con ello los temores de que la práctica de esta actividad tenga repercusiones en la difusión de los mencionados virus desaparecerían o se reducirían al mínimo. Sería de esperar que estas formas de cultivos integrados, entendidas como medida de adaptación que favorece la absorción de carbono se popularicen y se fomenten, y se desarrollen de manera de satisfacer las normas de seguridad alimentaria.

Cultivo en jaulas

A nivel mundial, la acuicultura en jaulas es cada vez más importante para el desarrollo de la acuicultura, y esta tendencia se mantendrá en el futuro próximo. Es posible que esta actividad esté impulsada por los siguientes factores:

- ante las limitaciones en cuanto a disponibilidad de tierras y de agua, la toma de conciencia de que es necesario utilizar las aguas continentales existentes para la producción de peces comestibles;
- la necesidad de satisfacer la creciente demanda de peces comestibles de calidad y mayor valor provenientes de ambientes marinos;

- se considera también que en aguas continentales el cultivo en jaulas representa un medio de subsistencia alternativo para las personas que han sido desplazadas tras la construcción de un dique de acopio de agua, situación más frecuente en Asia que en otros lugares.

La acuicultura en jaulas es una actividad con formas de operación e intensidad muy diversas, como también son variadas las especies que se cultivan. No obstante, una gran proporción del cultivo en jaulas se realiza en regiones tropicales, sobre todo en embalses y lagos; en cambio, la acuicultura en jaulas más tradicional y con finalidad menos comercial se practica en ríos. Casi siempre, la piscicultura en jaulas en zonas continentales produce peces de valor bajo a mediano. La proliferación no reglamentada del cultivo en jaulas en muchos cuerpos de agua en la región tropical ha conducido a episodios regulares de mortandad de peces y a la transmisión de enfermedades y por consiguiente a menores ganancias debido a la gran densidad de jaulas que se colocan en un cuerpo de agua sin considerar la capacidad de carga del ecosistema.

El cambio climático podría agudizar los procesos de eutrofización y de estratificación en los sistemas lénticos ². El aumento de la eutrofización podría ocasionar el agotamiento de oxígeno durante las horas del amanecer; y los cambios repentinos en los patrones eólicos y de pluviosidad podrían determinar el afloramiento de las aguas profundas o del fondo, carentes de oxígeno, con perjuicios para las poblaciones cultivadas y las poblaciones de reclutamiento natural que residen en el cuerpo de agua. La desoxigenación resultante de las surgencias ³ ha sido la causa de que en algunos cuerpos de agua la piscicultura en jaulas se vea hoy limitada a explotar un único cultivo por año y no dos como en el pasado.

Ante los cambios climáticos y para evitar los citados efectos, podría ser necesario que en los trópicos los cultivos en jaulas se planificasen mejor pues de lo contrario dejarían de ser factibles. Al diseñar las medidas de adaptación será preciso adoptar una perspectiva ecosistémica y restringir la intensidad del cultivo a la capacidad de carga del cuerpo de agua en cuestión. Además, en lo que respecta a la colocación de las jaulas, se deberán evitar las aguas excesivamente someras y aquellas en las que la circulación es escasa.

² Cuerpos de agua cerrados que permanecen en un mismo lugar sin correr ni fluir.

³ Fenómeno oceanográfico que consiste en el movimiento vertical de las masas de agua, de niveles profundos hacia la superficie.

Se estima que la contribución del cultivo fluvial en jaulas a la producción de piscicultura es relativamente menor, este cultivo representa para muchas personas que viven en las cercanías de los ríos una modalidad de acuicultura de subsistencia. A menudo, en estas operaciones se cultivan peces de poco valor destinados a los mercados locales, y la mayor parte del producto comercializado depende del suministro de semillas silvestres. Aunque el grueso de las explotaciones no recurre ya a semillas capturadas en el medio silvestre, en algunas granjas piscícolas artesanales rurales pertenecientes a comunidades que viven en las cercanías de ríos todavía se recurren a ellas. El cambio climático podría afectar los patrones reproductivos de las poblaciones naturales y repercutir en la disponibilidad de este tipo de semillas; por otra parte, esta acuicultura de subsistencia podría también ser influida indirectamente por la escasa disponibilidad de agua en los ríos. Un método de adaptación para hacer frente a los cambios potenciales consistiría en mejorar las prácticas de explotación, por ejemplo mediante una alimentación más eficiente.

Maricultura

La maricultura en pozos excavados en la arena o los cultivos sobre el fondo, en balsas y en jaulas tienen lugar tanto en zonas costeras como en mar abierto en las tres regiones climáticas, es decir la zona tropical, subtropical y templada. En las zonas templadas la principal actividad acuícola es la maricultura de salmónidos en jaulas. La maricultura en las regiones tropicales y subtropicales produce variedades de peces de precio relativamente alto, como los meros. Además hay cultivos marinos de moluscos y algas. Las algas marinas, ostras y almejas constituyen la mayor proporción de la maricultura mundial. El cultivo de estos últimos grupos supone un consumo de energía mínimo; asimismo, las especies cultivadas son grandes absorbentes de carbono. Los mayores costos energéticos que derivan del cultivo de estos organismos son los relacionados con el transporte del producto hasta el consumidor. Estos cultivos son sumamente benignos en cuanto a emisiones de carbono, siempre que las instalaciones piscícolas estén adecuadamente localizadas, y las perturbaciones ambientales que producen sean exiguas o nulas. Las perturbaciones registradas han consistido sobre todo en modificaciones hidrográficas en la zona de cultivo y en la sedimentación de las materias fecales o pseudofecales en el fondo.

Los cambios climáticos y en particular el calentamiento mundial podrían tener impactos directos e indirectos en la maricultura en regiones templadas. Las especies que se cultivan en éstas, principalmente los salmónidos

y el cultivo emergente del bacalao, tienen un margen de tolerancia térmica óptima relativamente estrecho. El sector salmonero ya ha conocido un aumento de la temperatura del agua en el pasado reciente, y se sabe que una temperatura superior a 17°C podría ser perjudicial cuando la ingesta de pienso desciende y la eficacia de su utilización se reduce. Para desarrollar posibles medidas de adaptación, se ha comenzado a investigar la influencia de la temperatura en la eficacia de utilización del pienso y el aprovechamiento de proteínas y lípidos para estimular el crecimiento, en lugar de mantener las funciones del organismo a temperaturas elevadas, por ejemplo a 19°C.



Algunos autores han mostrado que los piensos hipograsos producen mejores rendimientos a temperaturas elevadas; y ello indica que es posible perfeccionar las medidas de adaptación mediante la alimentación.

Asimismo, existe el potencial de aumentar el cultivo de especies marinas tales como la cobia, una de las especies de crecimiento más rápido y de alta eficiencia de conversión alimentaria que requiere un aporte de proteínas en la dieta relativamente menor que otras especies marinas cultivadas. A diferencia de muchas de éstas, la cobia es muy fecunda y la producción de semilla en criadero se lleva a cabo ordinariamente con una tasa de supervivencia larval alta.



El aumento de las temperaturas en las regiones tropicales y subtropicales podría aumentar el crecimiento y por consiguiente mejorar la producción en general. Las temperaturas pronosticadas estarán comprendidas en el margen óptimo de tolerancia térmica de la mayoría de las especies que se cultivan en esas aguas (marinas, salobres y/o dulces), lo que significa que el recalentamiento mundial podría tener efectos positivos en el grueso de la producción de acuicultura siempre que los requisitos relacionados con los insumos de piensos, necesarios para compensar la mayor actividad metabólica, puedan satisfacerse y se puedan evitar otros factores perjudiciales asociados como las enfermedades.

En 2006, la producción pesquera en aguas marinas y salobres alcanzó 4,385,179 toneladas, de las cuales el 30 por ciento correspondió a salmónidos. La mayor parte de esta producción fue basada en alimento fabricado, y los principales ingredientes de éstos fueron la harina y el aceite de pescado. La gestión de los piensos en la salmonicultura es quizá la más eficiente de todo el sector de la acuicultura; sin embargo, el elevado grado de dependencia de la harina y aceite de pescado plantea un problema muy pertinente en la mayor parte de las hipótesis relativas al cambio climático.

Las repercusiones potenciales del cambio climático en la disponibilidad futura de estos productos para la fabricación de piensos acuícolas se aborda en detalle más adelante. Los progresos que han tenido lugar en el sector de los piensos para salmónes se han traducido en una reducción significativa de los factores de conversión y en el uso de una menor cantidad de harina de pescado. Otras actividades de piscicultura marina se han quedado generalmente rezagadas tanto respecto a estas tendencias de sustitución como en cuanto a la reducción de los índices de conversión alimentaria, en parte porque se trata de industrias jóvenes. El desafío a que se enfrenta el sector es asegurar que los piensos de alta densidad energética resulten igualmente efectivos en un medio en el cual las temperaturas han aumentado.

Se predice que la acidificación mundial aumentará debido al cambio climático. Aparte de sus repercusiones en la formación de los corales, es posible que el aumento de la acidificación impida la calcificación de las conchas, en particular en los moluscos, y que este efecto, agudizado por el aumento de la temperatura del agua, afecte el cultivo de dichos organismos. El fenómeno ha recibido escasa atención y debería ser investigado con urgencia.

En la actualidad, el cultivo de moluscos representa cerca del 25 por ciento de toda la producción de acuicultura,

y es por eso que cualquier efecto negativo en la formación de las conchas podría tener graves consecuencias en su producción total. Prácticamente no existe información sobre los impactos potenciales del aumento de la temperatura del agua en la fisiología de los principales bivalvos cultivados. Sin embargo, si la productividad planctónica en las zonas de costa aumentase por el ascenso de las temperaturas, y siempre que se disponga de nutrientes, podrían observarse repercusiones positivas en el cultivo de los organismos filtradores. El aumento de las temperaturas asociado con la eutrofización y la proliferación de algas nocivas podría causar eventos tóxicos más frecuentes, que a su vez podrían deteriorar la producción y aumentar los riesgos que para la salud humana representa el consumo de moluscos que provienen de las zonas afectadas. Esto requiere llevar a cabo investigaciones que suministren pronósticos más exactos acerca de los efectos netos esperados.

3.2.2 Infiltración de aguas salinas

Además del cultivo de camarones en zonas de estuario en Asia, América del Sur y el Caribe, se llevan a cabo en las regiones tropicales de Asia intensas actividades de acuicultura en los deltas de los principales ríos en el límite medio a superior de las áreas mareales. Destacan los cultivos relativamente recientes de bagre y de labexo en el Mekong en Vietnam y el Irawadi en Myanmar, respectivamente.

Las primeras dos operaciones de acuicultura han proliferado durante la última década con una producción de 1.2 millones y 100 millones de toneladas, respectivamente. Han generado una gran cantidad de divisas y proporcionan medios de vida adicionales a las comunidades del medio rural. Las aguas salobres de la mayor parte de los deltas en las regiones tropicales de Asia están también entre las principales zonas de cultivo de camarón.

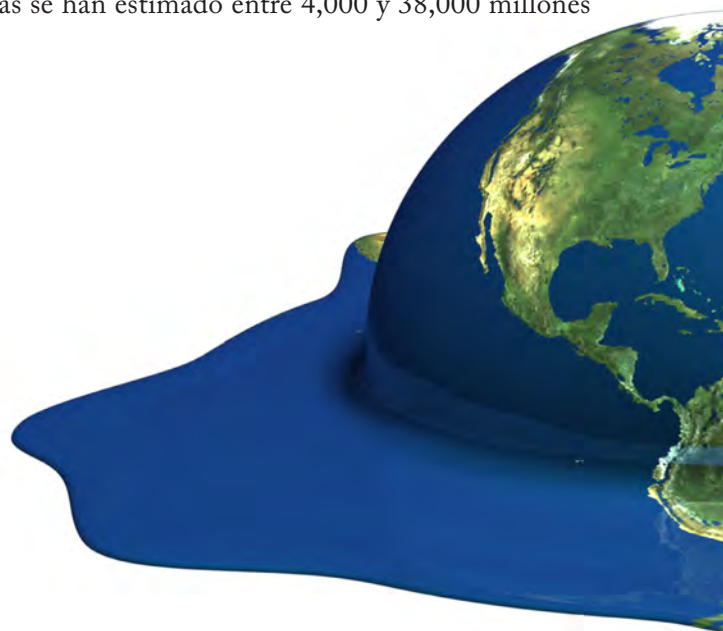
De gran importancia es que tanto el cultivo de peces como el de camarón son sectores en crecimiento y casi todo el producto es elaborado y se destina a la exportación. Se crean así oportunidades de empleo suplementarias con profundas consecuencias en la situación socioeconómica de la comunidad en general.

A causa de la subida del nivel del mar a lo largo de las próximas décadas la infiltración de aguas saladas río arriba aumentará afectando los cultivos dulceacuícolas. Debería contemplarse como medidas de adaptación trasladar las instalaciones de acuicultura a zonas superiores, desarrollar u optar por cepas más salino-tolerantes

de las especies cultivadas o bien cultivar otras especies salino-tolerantes. Se trata de modificaciones costosas que repercutirán también en la situación socioeconómica de las comunidades involucradas. Cabe destacar que las medidas de adaptación podrán ocasionar el abandono de muchos estanques. Por el lado positivo para la acuicultura, con la penetración de aguas salinas que convierten las tierras en superficies inapropiadas para la agricultura, y en particular para el cultivo tradicional del arroz, se ganarían áreas adicionales para el cultivo del camarón. Si se opta por los cambios mencionados, habrá que modificar bastante las cadenas de suministro, y los países deberán incorporar estas necesidades en sus planes y pronósticos. Los fenómenos de subida del nivel del mar y de penetración salina también determinarán cambios ecológicos y de hábitat, incluidos los manglares, que funcionan como territorios de cría para muchas especies eurihalinas. Aunque en términos generales la mayor parte de las explotaciones acuícolas dependen en la actualidad muy poco de los suministros naturales de semilla, será indispensable vigilar continuamente los cambios para diseñar medidas de adaptación adecuadas.

3.2.3 Cambios en los patrones de los monzones y frecuencia de los fenómenos climáticos extremos

A lo largo de los pasados 50 años la frecuencia de fenómenos meteorológicos extremos como tifones, huracanes e inundaciones poco corrientes ha aumentado notablemente. El número de estos sucesos pasó de 13 entre 1950 y 1960 a 72 entre 1990 y 2000. Estos fenómenos se traducen en pérdidas económicas enormes. Las pérdidas económicas promedio para las mencionadas dos décadas se han estimado entre 4,000 y 38,000 millones



de dólares EE.UU. (dólares fijos) y, para algunos años, en hasta 58,000 millones de dólares EE.UU. Se predice que los fenómenos meteorológicos extremos ocurrirán mayormente en las regiones tropicales y subtropicales. Para los pasados acontecimientos extremos los daños a la acuicultura no fueron cuantificados.

Los fenómenos de El Niño y La Niña también producen acontecimientos meteorológicos extremos en las regiones templadas. Por ejemplo, durante El Niño de 1994, se registraron 95 grandes tempestades que ocasionaron cuantiosos daños a la industria salmonera en el sur de Chile y la fuga de peces de las jaulas colocadas en el mar. El Niño es conocido también como un fenómeno que provoca efectos ecológicos en los ecosistemas terrestres con efectos en la vegetación y fauna terrestre y marina. Como El Niño también acrecienta la gravedad de las tempestades invernales en América del Norte, el desarrollo de la acuicultura en mar abierto puede sufrir repercusiones adversas. Se predice que los efectos del cambio climático aumentarán probablemente en intensidad y que su frecuencia podría traducirse en impactos significativos en la acuicultura en mar abierto en las regiones templadas, que se sumarían a los efectos relacionados con los suministros de harina y aceite de pescado.

Los fenómenos meteorológicos extremos pueden repercutir potencialmente en las actividades de acuicultura en las regiones tropicales y subtropicales de Asia y otros lugares. Las repercusiones potenciales podrían variar entre la destrucción física de las instalaciones hasta la pérdida de poblaciones en cultivo y la propagación de enfermedades.



La acuicultura asiática continental depende fuertemente de las especies exóticas. Si bien la fuga de individuos de las instalaciones acuícolas es un fenómeno casi inevitable en circunstancias normales y representa un problema persistente, la posibilidad de que un gran número de individuos cultivados penetre en las vías de agua debido a los efectos destructores de los eventos climáticos extremos es mucho mayor. Los grandes episodios de liberación involuntaria de individuos pueden causar fuertes perturbaciones ambientales y sus eventuales repercusiones negativas en la biodiversidad serían mucho más agudas. Además se podrían registrar pérdidas financieras directas y daño a la infraestructura de las instalaciones acuícolas.

Sin embargo, resulta casi imposible adoptar medidas de adaptación destinadas a evitar estos acontecimientos potenciales, salvo quizá reduciendo la dependencia de las especies exóticas para limitar los daños sólo a pérdidas financieras. Sin embargo, ésta no es una solución perfecta ya que los ejemplares fugados pertenecientes a especies nativas pueden afectar a la diversidad genética de las poblaciones silvestres; los fenómenos meteorológicos extremos se suelen mencionar como la causa más frecuente de tales fugas.

Por otra parte, las instalaciones acuícolas ubicadas en tierra cerca de la costa son las más propensas a sufrir los impactos del clima severo, la erosión y las tempestades ciclónicas, con consecuencias como la destrucción de las estructuras de cultivo, escapes y la pérdida de los medios de vida de acuicultores. Entre las zonas más susceptibles están los deltas costeros de Asia, donde existen miles de granjas acuícolas en las que trabajan miles de personas, principalmente en el cultivo de peces y camarones. Los ecosistemas de delta aguas abajo son igualmente frágiles debido a que sufren los cambios que tienen lugar aguas arriba, relacionados con la disponibilidad de agua y las descargas hídricas, las cuales ocasionan alteraciones en la calidad del agua y en los ecosistemas en las áreas de delta. Pocas son las medidas de adaptación posibles para hacer frente a estos impactos; pero éstas serán eventualmente similares a las que se han propuesto para la acuicultura continental.

3.2.4 Estrés hídrico

De acuerdo con las proyecciones, el estrés hídrico resultante del cambio climático podría tener repercusiones considerables en la acuicultura de regiones tropicales, en especial en Asia. Se cree que los efectos de estrés se traducirán en una disponibilidad hídrica reducida en los principales ríos de Asia y de África, que son zonas

donde se desarrollan actividades acuícolas importantes. Por ejemplo, los deltas de algunos de los principales ríos, tales como el Mekong, el Meghna-Brahamaputra y el Irawadi, son regiones en las que se lleva a cabo una intensa actividad de acuicultura que contribuye a los ingresos de exportación y a los medios de sustento de miles de personas. Aparte de este hecho, el uso prudente de este recurso primordial se ha convertido en un asunto de gran interés, ya que del aprovechamiento racional del agua depende la sostenibilidad de la acuicultura.

La cantidad de agua que se utiliza para la producción de alimentos varía enormemente de un sector a otro y es preciso diferenciar entre los sectores de la producción de alimentos, por ejemplo en cuanto a:

- principales productos primarios (p. ej., cereales, frutas, etc.);
- principales productos elaborados (p. ej., productos alimenticios derivados de los productos primarios);
- principales productos de transformación (p. ej., productos animales, ya que éstos se producen a partir de productos vegetales);
- principales productos que se producen con poco consumo de agua o sin agua (alimentos marinos).

12

En la Tabla 1 se comparan las necesidades hídricas específicas por unidad de producción de productos seleccionados del sector de la zootecnia. Sin embargo, aparte de la acuicultura en estanques, otras formas de acuicultura como el cultivo en jaulas son consumidoras directas casi nulas de agua salvo en lo que respecta a los piensos. En términos generales, la reducción del uso de agua en la acuicultura se podría conseguir:

- a. seleccionando ingredientes de pienso que puedan ser producidos con poca agua;
- b. mejorando la producción interna de piensos destinados al sistema acuicultura mediante tecnologías relacionadas con el perifiton⁴;
- c. integrando el aprovechamiento del agua con la agricultura.

Tabla 1. Demanda hídrica específica (m³/t) para diferentes productos alimenticios animales* y comparación con las necesidades relativas a la acuicultura

PRODUCTO	DEMANDA HÍDRICA
Carne de Vacuno, Carnero, Caprina	13 500
Carne de Cerdo	4 600
Aves	4 100
Leche	790
Mantequilla + grasas	18 000
Carpa común (cultivo intensivo/estanques)	21 000
Tilapia (cultivo extensivo/estanques)	11 500
Pienso en gránulos utilizados en estanques	30 100

Es necesario considerar la reducción de la disponibilidad de agua que se pronostica en los grandes sistemas fluviales deltaicos de Asia —que albergan importantes actividades de acuicultura— en conjunción con el fenómeno de infiltración de aguas salinas resultante de la subida del nivel del mar y los cambios esperados en los patrones de precipitación monzónica.

A lo largo de los grandes sistemas fluviales del Asia tropical la extracción y descarga de aguas es muy abundante y se debe principalmente a la acuicultura intensiva del camarón y el bagre. Un modelo global en el que se incorporasen las anteriores variables relacionadas con las regiones deltaicas del Mekong y el Meghna-Brahamaputra en Bangladesh y el Irawadi en Myanmar, entre otras, permitirá determinar con precisión:

- el grado de penetración de las aguas marinas en el río y hacia los humedales contiguos;
- las actividades agrícolas que podrían ser perdidas a consecuencia de la penetración de las aguas marinas;
- los cambios brutos en el hábitat. Las repercusiones potenciales en las migraciones de desove y por lo tanto los cambios en la disponibilidad de semillas para cultivos de subsistencia en jaula;
- las repercusiones socioeconómicas generales de los acontecimientos resultantes.

La información disponible permitirá tomar medidas de adaptación y responder por ejemplo a la pregunta siguiente: ¿Podría compensarse la pérdida de actividad agrícola en estas zonas deltaicas con la provisión de medios de vida alternativos derivados de la acuicultura o de la maricultura? Esta posibilidad podría equivaler a un potencial impacto no perjudicial del cambio climático porque se habría encontrado para las comunidades rurales una forma de subsistencia más lucrativa. Si se

⁴ Es el complejo conjunto de organismos de bacterias, hongos, algas y protozoos embebidos en una matriz polisacárida.

adoptase esta medida de adaptación sería urgente crear capacidades en materia de acuicultura en el seno de las comunidades agrícolas, incluido quizá un dispositivo de apoyo financiero para la construcción de infraestructuras y proporcionar apoyo gubernamental adecuado para facilitar el tránsito de la agricultura a la acuicultura.

En la salmonicultura continental en regiones templadas y en tierras altas y en las zonas de bajas temperaturas de los trópicos y sub-trópicos, se tiende a adoptar cada vez más los estanques de flujo continuo, que son sistemas en los cuales la demanda de agua es sumamente elevada. Es muy probable que este tipo de acuicultura sufra los efectos del estrés hídrico, lo que hace necesario modificar las prácticas de cultivo para que pueda sobrevivir.

Actualmente se fomenta la acuicultura no consuntiva del agua, como el cultivo en jaulas (aparte de los insumos que se introducen durante el proceso de producción de piensos) y el aprovechamiento de los pequeños cuerpos de aguas lénticas para la pesquería basada en el cultivo, para lo cual se recurre a piensos producidos de forma natural dentro del sistema hídrico.

La pesquería basada en el cultivo es una actividad comunitaria que utiliza un recurso hídrico de propiedad común, que requiere menos capital y que es reconocida por funcionar eficazmente en cuerpos hídricos no perennes en los que el agua se retiene por períodos de seis a ocho meses. Se predice que en algunas regiones, en particular en Asia y en África, las temporadas de sequía se prolongarán debido al cambio climático por lo que

la capacidad de retención hídrica en los cuerpos no perennes será menor. Como consecuencia, la mayor parte de los cuerpos de agua serán relativamente inadecuados para la acuicultura ya que se necesita un período mínimo de retención de seis meses para que la mayor parte de los peces alcance un tamaño comercial.

Para atenuar las principales limitaciones o las repercusiones potenciales del estrés hídrico es preciso realizar esfuerzos específicos destinados a conservar el agua en la acuicultura en zonas terrestres, que es aún la forma predominante de la acuicultura continental. En este sentido, la tecnología de recirculación se considera una solución plausible. Sin embargo, los desembolsos de capital y los costos de mantenimiento son actualmente bastante elevados.

Para que la producción de especies cultivadas en sistemas de recirculación sea rentable, es normal que su precio de mercado alcance valores relativamente altos. Esto implica cultivar especies que se alimentan en los eslabones superiores de la cadena trófica y plantea problemas relacionados con los piensos a los cuales es preciso hacer frente. Uno de los objetivos de las medidas de adaptación destinadas a minimizar los impactos del cambio climático es que deben articularse en torno a los procedimientos de ahorro de energía. Los costos energéticos de operación de los sistemas de recirculación son elevados y, aun si son remunerativas, estas operaciones contribuirán más que cualquier otra actividad de acuicultura tradicional a las emisiones de gases de efecto invernadero, primera causa del cambio climático.

