

# Guía sobre medio ambiente, salud y seguridad para la acuicultura

## Introducción

Las guías sobre medio ambiente, salud y seguridad son documentos de referencia técnica que contienen ejemplos generales y específicos de la práctica internacional recomendada para la industria en cuestión<sup>1</sup>. Cuando uno o más miembros del Grupo del Banco Mundial participan en un proyecto, estas Guías sobre medio ambiente, salud y seguridad se aplican con arreglo a los requisitos de sus respectivas políticas y normas. Las presentes Guías sobre medio ambiente, salud y seguridad para este sector de la industria deben usarse junto con el documento que contiene las **Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad**, en el que se ofrece orientación a los usuarios respecto de cuestiones generales sobre la materia que pueden aplicarse potencialmente a todos los sectores industriales. Los proyectos más complejos podrían requerir el uso de múltiples guías para distintos sectores de la industria. Para una lista completa de guías sobre los distintos sectores de la industria, visitar: <http://www.ifc.org/ifcext/sustainability.nsf/Content/EnvironmentalGuidelines>

Las Guías sobre medio ambiente, salud y seguridad contienen los niveles y los indicadores de desempeño que generalmente pueden lograrse en instalaciones nuevas, con la tecnología existente y a costos razonables. En lo que respecta a la posibilidad de aplicar estas guías a instalaciones ya existentes, podría ser necesario establecer metas específicas del lugar así como un calendario adecuado para alcanzarlas.

La aplicación de las guías debe adaptarse a los peligros y riesgos establecidos para cada proyecto sobre la base de los

resultados de una evaluación ambiental en la que se tengan en cuenta las variables específicas del emplazamiento, tales como las circunstancias del país receptor, la capacidad de asimilación del medio ambiente y otros factores relativos al proyecto. La decisión de aplicar recomendaciones técnicas específicas debe basarse en la opinión profesional de personas idóneas y con experiencia.

En los casos en que el país receptor tenga reglamentaciones diferentes a los niveles e indicadores presentados en las guías, los proyectos deben alcanzar los que sean más rigurosos. Cuando, en vista de las circunstancias específicas de cada proyecto, se considere necesario aplicar medidas o niveles menos exigentes que aquellos proporcionados por estas Guías sobre medio ambiente, salud y seguridad, será necesario aportar una justificación exhaustiva y detallada de las alternativas propuestas como parte de la evaluación ambiental en un sector concreto. Esta justificación debería demostrar que los niveles de desempeño escogidos garantizan la protección de la salud y el medio ambiente.

## Aplicabilidad

Las Guías sobre medio ambiente, salud y seguridad para la acuicultura proporcionan información relevante sobre la acuicultura comercial semiintensiva e intensiva/superintensiva de las principales especies acuáticas, incluidos crustáceos, moluscos, algas y peces, localizados en países en desarrollo de las regiones templadas y tropicales. El Anexo A contiene una descripción completa de las actividades de este sector industrial.

Este documento está dividido en las siguientes secciones:

Sección 1.0: Manejo e impactos específicos de la industria

Sección 2.0: Indicadores y seguimiento del desempeño

Sección 3.0: Referencias y fuentes adicionales

Anexo A: Descripción general de las actividades de la industria

## 1.0 Manejo e impactos específicos de la industria

La siguiente sección contiene una síntesis de las cuestiones relativas al medio ambiente, la salud y la seguridad asociadas a la acuicultura, así como recomendaciones para su manejo. Por otra parte, en las **Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad** se ofrecen recomendaciones sobre la gestión de las cuestiones que se plantean durante las fases de construcción y desmantelamiento.

### 1.1 Medio Ambiente

Las cuestiones ambientales relacionadas con el sector de la acuicultura incluyen principalmente:

- Amenazas a la biodiversidad
- Contaminación de sistemas acuáticos
- Materiales peligrosos

#### Amenazas a la biodiversidad

Las amenazas a la biodiversidad incluyen principalmente la transformación de hábitats naturales durante la fase de construcción; la posible introducción de especies foráneas en el medio natural durante las operaciones; la posible pérdida de recursos genéticos debido a la recolección de larvas, alevines o juveniles para la producción acuícola; el vertido de semillas artificialmente propagadas en la naturaleza (en la actualidad, por ejemplo, existen más especímenes de acuicultura del salmón del Atlántico que en libertad); la sostenibilidad de los ingredientes empleados para producir harina y aceite de pescado y alimentos para crustáceos; y el desarrollo de la resistencia antibiótica en las bacterias patogénicas que pueden propagarse de las piscifactorías a la reserva silvestre.

#### *Transformación de hábitats naturales*

Las fases de construcción y operación del ciclo de proyecto de una planta acuícola puede requerir la transformación del medio natural, lo que podría implicar la destrucción de manglares para excavar estanques o la alteración de la hidrología natural de lagunas, bahías, ríos o zonas húmedas<sup>1</sup>. Entre los problemas que pueden plantearse durante la fase operativa destacan la alteración de los hábitats y sustratos acuáticos (como sucede con las jaulas marinas y criaderos de mariscos).

Como se describe a continuación, pueden adoptarse una serie de medidas de gestión para prevenir y reducir el impacto ambiental provocado por la construcción de plantas acuícolas. Otros posibles impactos están relacionados con los cambios en la hidrología de los cursos de agua provocados por la construcción de barreras a flujos (por ejemplo, las represas pueden provocar la disrupción de las zonas húmedas y cambios en la morfología de los cursos de agua, lo que a su vez podría afectar a las especies migratorias, incluidas las aves, y zonas de criadero para los juveniles). Deberán adoptarse todas y cada una de las siguientes medidas:

- Realizar una prospección de la zona del proyecto antes de transformar la tierra y el agua para la producción acuícola. Dicha prospección tiene como objetivo identificar, clasificar y delinear los hábitats naturales y modificados y definir su importancia en términos de biodiversidad a escala nacional o regional.
- Garantizar que la zona que se pretende convertir para su uso acuícola no constituye un hábitat único o protegido (como son los manglares) ni tenga un alto valor en términos de biodiversidad, como es el caso de los entornos

<sup>1</sup> Los cambios hidrológicos pueden provocar a su vez cambios en la geoquímica natural, como por ejemplo el vertido de pirita procedente de suelos previamente sumergidos en zonas despejadas de manglares. Al entrar la pirita en contacto con el oxígeno, se crea un suelo sulfatado ácido, que a su vez puede traer graves consecuencias para la salud de los organismos de acuicultura en el futuro.

habitados por especies amenazadas o en serio peligro de extinción y de las zonas relevantes donde la fauna se reproduce, alimenta o hace escala

- Detectar la presencia de especies amenazadas o en grave peligro de extinción en las zonas ya en uso para la producción acuícola e implementar procesos de gestión que tengan en cuenta su existencia
- Diseñar instalaciones que permitan conservar intacto el hábitat vegetal natural (por ejemplo, mediante el uso de zonas de aislamiento vegetal y corredores de hábitats) y que minimicen la transformación y degradación del hábitat natural
- Diseñar e implementar medidas de mitigación para lograr que no haya pérdida neta de biodiversidad siempre que sea posible, efectuando por ejemplo la restauración de los hábitats una vez finalizada la operación; compensar las pérdidas mediante la creación de zonas ecológicamente comparables y gestionadas con vistas a proteger la biodiversidad y compensar también a los usuarios directos de la biodiversidad
- Evitar la necesidad de abandonar y sustituir con frecuencia los estanques acuícolas de diseño y construcción defectuosos:
  - Evaluar las propiedades del suelo antes de proceder a la construcción de estanques para garantizar que la capa selladora inferior del suelo tenga unos coeficientes de filtración/porosidad lo bastante bajos como para retener satisfactoriamente el agua del estanque. En caso de no contar con suficiente arcilla, los estanques podrían exhibir elevados índices de filtración y requerir inversiones adicionales (por ejemplo, el bombeo de agua o el revestimiento con suelo vegetal rico en arcillas o, posiblemente, con suelo vegetal rico en bentonita procedente de otros emplazamientos) y su eventual abandono. Un elevado índice de filtración puede también contaminar las

aguas subterráneas cercanas necesarias para otros fines, siendo el problema más preocupante el uso de agua potable.

- Evaluar el pH del suelo y la presencia de plaguicidas y residuos contaminantes (especialmente en aquellas tierras previamente utilizadas para la agricultura intensiva). También se comprobará la incidencia natural de la piritita antes de iniciar las labores de construcción, dado que la presencia de contaminantes antropogénicos o naturales podría afectar negativamente a la viabilidad del estanque.

### *Transformación de terrenos agrícolas - Salinización*

En ausencia de nuevos terrenos para la acuicultura, una alternativa consiste en convertir terrenos previamente destinados a la agricultura. Si la producción elegida se basa en agua salobre, podría plantearse un riesgo de salinización de las tierras agrícolas circundantes. Para evitar la salinización de tierras agrícolas pueden adoptarse las siguientes medidas:

- Garantizar que los diques construidos en torno a los sistemas de estanque de agua salobre son lo bastante altos como para servir de división física entre la agricultura y la acuicultura
- Garantizar que los vertidos de agua salina / salobre son tratados y eliminados adecuadamente (por ejemplo, mediante canales de descarga) en las aguas receptoras
- Garantizar el diálogo comunitario para evitar los conflictos de intereses en los casos en los que se transfieran tierras agrícolas a la producción acuícola.

### *Introducción de especies foráneas, criadas selectivamente o modificadas genéticamente*

La introducción de especies puede resultar en interacciones con la fauna local, incluidas las huidas de las piscifactorías o los sistemas abiertos (como las balsas de mejillones). La introducción de especies puede perturbar por sí sola el equilibrio ecológico existente; provocar la pérdida de biodiversidad de especies; mermar la diversidad genética de las poblaciones silvestres; reducir la idoneidad de la población silvestre mediante el cruce con especímenes huidos genéticamente alterados; y provocar la transmisión y propagación de enfermedades transmitidas por los peces. La siembra extensiva de genotipos foráneos es un motivo de preocupación tanto en lo que respecta a la biodiversidad de las especies como a la biodiversidad genética.

Entre las medidas de gestión que pueden adoptarse para reducir los riesgos derivados de la introducción de especies foráneas, criadas selectivamente o modificadas genéticamente, destacan:

- La aplicación de códigos y guías (ver Sección 3.0)
- La cría de peces estériles
- Prevenir el escape de especies de los sistemas de cultivo en estanques. Algunas medidas para prevenir el escape de especímenes son:
  - Instalar y mantener rejas cuya malla sea lo bastante pequeña para impedir la entrada y posibles escapes de las especies acuáticas en los canales de drenaje que comunican los estanques de producción con los estanques de sedimentación y en aquéllos que comunican los estanques de sedimentación con las aguas receptoras
  - Instalar presas filtradoras a prueba de peces
  - Instalar y mantener sistemas de filtración de gravilla en las estructuras de descarga de los estanques

- Cuando sea necesario, estudiar la posibilidad de tratar con agentes químicos el agua vertida de los centros de desove (por ejemplo, con cloro en concentraciones toleradas por las aguas receptoras) para destruir las larvas o juveniles escapados
- Tener en cuenta la hidrología de la región al momento de diseñar el sistema de estanques y garantizar que los terraplenes de los estanques son lo bastante altos como para contener el agua de estanque e impedir el escape de especímenes durante los períodos de lluvias y posibles inundaciones
- Establecer un plan de contingencia en caso de que se produzca un escape de especímenes de acuicultura
- Prevenir el escape de especies en sistemas acuícolas de aguas abiertas. Algunas medidas para prevenir el escape de especímenes son:
  - Comprobar de forma periódica la existencia de agujeros en la malla de jaulas y corrales (por ejemplo, antes de la recogida de la cosecha y a intervalos durante la fase de operación)
  - Diseñar y construir jaulas y corrales (incluida la elección de redes) para hacer frente a las peores condiciones climáticas y ambientales que puedan darse en el emplazamiento
  - Garantizar la contención durante los períodos de marejada y mareas excesivamente altas
  - En el caso de cultivo en jaulas en aguas abiertas, utilizar jaulas que puedan sumergirse durante las tormentas para evitar los daños provocados por acción de las olas
  - Señalizar adecuadamente las piscifactorías con objeto de alertar a los navegantes sobre posibles obstrucciones y reducir el riesgo de colisión<sup>2</sup>

<sup>2</sup> Shettland Aquaculture (2006).

- Establecer un plan de contingencia para la captura de especímenes huidos de las piscifactorías

### *Impacto de la cosecha en las funciones del ecosistema*

La captura de hembras, huevos, alevines, juveniles e incluso pececillos en libertad con el propósito de abastecer los sistemas acuícolas puede poner en peligro la biodiversidad del ecosistema. Los alevines y las larvas presentes en aguas dulces o salobres pueden capturarse mediante redes de malla extremadamente fina, lo que provoca capturas accesorias considerables, además de la retirada de grandes cantidades de larvas, alevines y juveniles de la cadena alimentaria<sup>3</sup>. Para evitar este tipo de presiones sobre el ecosistema, se recomienda reproducir la población en cautividad. No obstante, en el caso de ciertas especies, la cuidadosa cosecha de las larvas de pez y/o de los alevines (de menos de 3 cm de longitud) que se encuentran aún en una fase para la que se prevén altas tasas de mortalidad puede tener un impacto relativamente menor en la población global si lo comparamos con la captura de pececillos de mayor tamaño procedentes de poblaciones más pequeñas para la cría.

### *Harinas y aceites de pescado*

El aceite y la harina de pescado se obtienen gracias a la captura y procesamiento de poblaciones de peces pelágicos silvestres (como las anchoas, las parrochas, los arenques, las sardinas, los lanzones, los espadines y los capelanes). A pesar de que las presentes guías no hacen referencia a la producción de harina y aceite de pescado, ambos constituyen la principal fuente de proteínas y lípidos en la dieta alimentaria de los peces de acuicultura. El sector acuícola consume cantidades significativas de harina y aceite de pescado, lo que plantea

<sup>3</sup> Algunas jurisdicciones han declarado ilegal la captura y exportación de larvas y alevines, aunque tales prácticas siguen constituyendo una fuente de ingresos para los pobres en ciertos países en desarrollo.

dudas acerca de la sostenibilidad de las poblaciones de peces pelágicos empleados en la fabricación de harina y aceite de pescado. Debe estudiarse la posibilidad de utilizar en las operaciones acuícolas fuentes alternativas a los alimentos para peces derivados de la harina y el aceite de pescado. Los ingredientes alternativos para producir alimentos para peces podrían incluir sustitutos de origen vegetal [como por ejemplo la soya para la proteína a granel y la proteína unicelular (levadura para la lisina y otros aminoácidos)] y otras opciones biotecnológicas (por ejemplo, los productos de biofermentación)<sup>4</sup>.

### **Calidad del agua original**

La calidad del agua original también puede tener un efecto significativo en la viabilidad de las operaciones acuícolas, ya se trate del agua empleada en los sistemas de desove y estanques o del agua en la que se sumergen jaulas y corrales. El agua puede afectar por sí misma a la salud de los organismos y contribuir al mismo tiempo a la acumulación de sustancias o patógenos tóxicos para los consumidores. Se han elaborado diversas guías de calidad para la acuicultura en función del organismo cultivado<sup>5</sup>.

### **Contaminación de los sistemas acuáticos**

Las actividades acuícolas, especialmente en los sistemas de cultivo en estanques, pueden afectar a los sistemas acuáticos debido a las labores de construcción y operación, principalmente por la movilización de suelos y sedimentos durante la construcción y mediante el vertido de efluentes durante la fase de operación. El cultivo de peces en jaulas

<sup>4</sup> Para más información, ver "Use of Fishmeal and Fish Oil in Aquafeedings: Further Thoughts on the Fishmeal Trap", FAO (2001) disponible en <http://www.fao.org/docrep/005/y3781e/y3781e07.htm#bm07.3.3> y "Assessment of the Sustainability of Industrial Fisheries Producing Fish Meal and Fish Oil", Royal Society for the Protection of Birds (2004), disponible en [http://www.rspb.org.uk/Images/fishmeal\\_tcm5-58613.pdf](http://www.rspb.org.uk/Images/fishmeal_tcm5-58613.pdf)

<sup>5</sup> Zweig, R. D., J. D. Morton y M. M. Stewart. 1999. Source Water Quality for Aquaculture: A Guide for Assessment. Banco Mundial. 62 págs.

también puede contribuir de forma notable a la contaminación marina en zonas de alta densidad de uso.

### *Erosión del suelo y sedimentación*

La excavación y movimiento de tierras realizados durante la fase de construcción de ciertos proyectos acuícolas pueden provocar la erosión del suelo y la subsiguiente sedimentación de las masas de agua más cercanas. La sedimentación de recursos acuáticos puede contribuir a la eutrofización y degradación global de la calidad del agua. Se recomiendan las siguientes estrategias de manejo:

- Construir muelles en estanques y canales con una pendiente de 2:1 o 3:1 (dependiendo del tipo de suelo) que aumenten la estabilidad de los terraplenes de los estanques, reduzcan la erosión e impidan la formación de malas hierbas acuáticas. Evitar la construcción de estanques en zonas con una pendiente superior al 2 por ciento, que requieren una construcción y mantenimiento intensivos en términos de energía
- Estabilizar los terraplenes para evitar la erosión
- Reducir la excavación y modificación de suelos sulfatados ácidos durante la construcción
- Llevar a cabo las obras de construcción durante la estación 'seca', con la finalidad de reducir la escorrentía de sedimentos que pueda contaminar las aguas adyacentes
- Instalar barreras temporales de control de los sedimentos durante la fase de construcción para ralentizar y captar los sedimentos en suspensión. Las barreras pueden estar hechas de plástico o tejido trenzado, o de pacas de heno.

### *Vertidos de aguas residuales*

*Aguas residuales de procesos industriales:* Los efluentes generados por los sistemas acuícolas suelen contener una elevada carga orgánica y de nutrientes y de sólidos en

suspensión, y también pueden contener residuos químicos, incluidos suplementos y antibióticos presentes en los alimentos. Entre sus efectos está la contaminación de las aguas subterráneas y superficiales debido al vertido de efluentes o a las filtraciones de procesos abiertos y tanques de almacenamiento en las aguas receptoras (como estanques y lagunas). El impacto en los sistemas acuáticos incluye la creación de zonas eutróficas en las aguas receptoras, una mayor fluctuación de los niveles de oxígeno disuelto, la creación de penachos visibles y la acumulación de nutrientes en las aguas receptoras<sup>6</sup>.

Las elevadas concentraciones de nutrientes son consecuencia de los intentos por elevar artificialmente el nivel de producción incrementando el suministro de alimentos a las especies cultivadas. Esto se hace elevando la disponibilidad de nutrientes bien de forma directa, utilizando alimentos complementarios, o bien indirectamente fertilizando los estanques para elevar la productividad primaria. Los ecosistemas de los estanques tienen una capacidad limitada para reciclar materia orgánica y nutrientes. Esta capacidad se ve mermada al incrementar la tasa de siembra, lo que provoca la acumulación de materia orgánica, residuos nitrogenados y fósforo tanto en la masa de agua como en el fondo del estanque o corral / jaula<sup>7</sup>. Los sólidos en suspensión proceden de las partículas de materia orgánica y de la erosión del suelo del estanque, muros y canales de descarga.

Los residuos químicos pueden incluir restos de medicamentos veterinarios (como, por ejemplo, antibióticos) que puedan haberse administrado a las especies cultivadas y sustancias tóxicas como la formalina y el verde de malaquita, ambos cancerígenos, empleados para tratar los parásitos de los peces y el crecimiento fúngico en sus huevos. El verde de malaquita

<sup>6</sup> Department of Primary Industries and the Queensland Finfish Aquaculture Industry (1999).

<sup>7</sup> Center for Tropical and Subtropical Aquaculture (2001).

está prohibido en la mayor parte de los países y no debe utilizarse. Sólo se utilizará formalina en condiciones controladas (por ejemplo, en contenedores de inmersión) y con la máxima precaución – no deberá introducirse directamente en los sistemas de producción.<sup>8</sup>

Pueden adoptarse diversas medidas en los sistemas de estanque y corral / jaula para (i) reducir el volumen de contaminación presente en los efluentes; (ii) impedir la entrada de efluentes de estanques en las masas de agua circundantes; y (iii) tratar los efluentes antes de su vertido en las aguas receptoras para reducir los niveles de contaminación. No obstante, las operaciones acuícolas en grandes masas de agua están en contacto directo con el entorno circundante y no dan lugar a segundas ni terceras opciones, y por lo tanto, la contaminación tiene efectos inmediatos<sup>9</sup>. Las siguientes medidas de gestión pueden prevenir la contaminación de los efluentes:

#### **Alimentos:**

- Garantizar que el pellet contenga una mínima cantidad de “finos” o polvo de alimento. Los finos no se consumen y aumentan la carga de nutrientes en el agua.
- Ajustar el tamaño del pellet al estadio del ciclo de vida de la especie (es decir, los alevines o juveniles deberán alimentarse con pellet de menor tamaño para reducir la fracción sin consumir)
- Supervisar periódicamente la ingesta de alimentos para determinar su consumo efectivo y ajustar en consonancia las tasas de alimentación. El desaprovechamiento de los

<sup>8</sup> Dado que el uso de sustancias altamente tóxicas constituye principalmente un problema de higiene y salud en el trabajo, ver la sección sobre Higiene y Salud en el trabajo para una descripción más detallada de su aplicación y orientaciones prácticas.

<sup>9</sup> La acuicultura es una actividad hasta cierto punto autorreguladora, dado que la presencia de agua altamente eutrófica o cargada de partículas de nutrientes, nutrientes disueltos o DOB afecta negativamente a muchos organismos cultivados y por consiguiente resulta contraproducente no gestionarlo de forma que se garanticen altos niveles de calidad. Con ello se reducirá en cierta medida el impacto de los efluentes.

alimentos puede obedecer a un exceso de alimentación o a que la alimentación se está suministrando en los momentos inadecuados del día;

- Siempre que sea factible, utilizar pellet flotante o extrusionado, dado que permite llevar a cabo la observación durante los períodos de alimentación;
- Almacenar los alimentos en instalaciones frescas y secas preferentemente durante un máximo de 30 días para evitar la reducción del contenido en vitaminas. No deberán emplearse nunca los alimentos mohosos, dado que podrían causar enfermedades.
- Repartir los alimentos de forma homogénea en el sistema de cultivo para garantizar su acceso al mayor número posible de individuos. Algunas especies son extremadamente territoriales y los alimentos no consumidos aumentan la carga de nutrientes.
- Distribuir las comidas a lo largo del día, especialmente cuando los individuos sean jóvenes, para facilitar un mejor acceso a los alimentos, mejores tasas de conversión de alimentos (TCA) y menos residuos
- Interrumpir el suministro de alimentos a intervalos adecuados antes de la cosecha para eliminar la presencia de alimentos y / o materia fecal en las entrañas del animal;
- Durante la cosecha, contener y desinfectar el agua y los efluentes con sangre para reducir el riesgo de propagación de enfermedades y contener la materia procedente de los efluentes.

#### **Otras sustancias orgánicas:**

- Sacrificar y procesar los animales en una zona en que los efluentes puedan contenerse
- Prevenir la filtración de efluentes procedentes de las balsas y silos de cosecha empleando silos en buenas condiciones dotados de revestimientos sellados y de cubiertas y tapas seguras



- Dotar los muelles de descarga de una rampa impermeable y rodearlos de un dique para contener posibles vertidos y prevenir la contaminación con efluentes<sup>10</sup>

### **Sólidos en suspensión**

- Evitar el vertido de aguas procedentes de estanques durante la cosecha con redes, ya que esto aumenta la presencia de sólidos en suspensión en el drenaje de efluentes
- Cuando sea factible, utilizar técnicas de drenaje parcial para vaciar los estanques una vez finalizada la cosecha. El último 10–15 por ciento del agua de estanque contiene las mayores cantidades de nutrientes disueltos, sólidos en suspensión y materia orgánica. Después de la cosecha, conservar el remanente de agua en el estanque durante unos días antes de su vertido o de transferirlo a una planta de tratamiento.

### **Fertilizantes**

- Planear el ritmo y método de aplicación de los fertilizantes para maximizar la utilización de los mismos e impedir una aplicación excesiva, teniendo en cuenta los índices previstos de consumo
- Aumentar la eficiencia de la aplicación y la dispersión con prácticas tales como la dilución de fertilizantes líquidos o la disolución de fertilizantes granulados antes de la aplicación. Otras opciones incluyen el uso de fertilizantes en polvo o la colocación de bolsas de fertilizantes en polvo en aguas poco profundas para facilitar su disolución y dispersión
- Estudiar el uso de fertilizantes liberados por tiempos en los que gránulos recubiertos de resina liberan nutrientes en el agua del estanque y cuyo ritmo de liberación obedece a la temperatura y movimiento del agua

- Evitar el uso de fertilizantes que contengan amoníaco o amonio en aguas cuyo pH sea igual o superior a 8 y así evitar la formación de amoníaco tóxico (NH<sub>3</sub>)<sup>11</sup>
- Dependiendo del sistema empleado (por ejemplo, acuicultura de agua dulce), cultivar fertilizante orgánico (es decir, hierba natural) en el estanque después de la cosecha
- Empezar la fertilización del estanque sólo en los estanques estáticos donde el desbordamiento no pueda afectar a las corrientes y cuencas situadas aguas abajo
- Llevar a cabo la fertilización del estanque para evitar o minimizar las consecuencias de posibles escorrentías provocadas por inundaciones y lluvias intensas y evitar la aplicación en los estanques inundados

### **Químicos**

- Diseñar los estanques con una profundidad tal que permita reducir la necesidad de controlar por medios químicos las algas acuáticas y reducir la estratificación térmica
- Prescindir del uso de antiincrustantes para tratar jaulas y corrales. Las sustancias químicamente activas empleadas en los agentes antiincrustantes son extremadamente venenosas y altamente estables en los medios acuáticos. Limpiar las redes de forma manual o empleando una lavadora de redes.

Podrán adoptarse las siguientes medidas de gestión en los sistemas de cultivo en estanques para prevenir la entrada de efluentes procedentes de los estanques en las masas de agua más cercanas:

- En algunos sistemas piscícolas, evitar el drenaje automático de estanques al término del ciclo de producción, ya que, en el caso de ciertas especies (como

<sup>10</sup> Shetland Aquaculture (2006).

<sup>11</sup> WRAC (2000).

el siluro) el agua del estanque puede emplearse para cultivar varias cosechas<sup>12</sup>;

- Reutilizar el agua de los estanques cosechados bombeándola hacia estanques adyacentes para complementar su productividad primaria, siempre que el nivel de DOB esté bajo control. Este proceso se denomina “siembra de floración” y requiere una cuidadosa planificación cronológica de las cosechas
- Tener en cuenta la hidrología de la región al momento de diseñar el sistema de estanques y garantizar que los terraplenes de los estanques son lo bastante altos para contener el agua de estanque e impedir la pérdida de efluentes durante los períodos de lluvias y posibles inundaciones.

*Tratamiento de aguas residuales de procesos:* Las técnicas empleadas para tratar las aguas residuales de procesos industriales en este sector incluyen filtros de grasa, espumadores o separadores de aceite/agua para separar los sólidos flotantes; la equalización de flujos y cargas; la sedimentación dirigida a reducir los sólidos en suspensión mediante el empleo de clarificadores o estanques de sedimentación; el tratamiento biológico, normalmente aerobio, para reducir la materia orgánica soluble (DOB); la eliminación de nutrientes biológicos para reducir el nitrógeno y el fósforo; la cloración de los efluentes siempre que sea necesario realizar la desinfección; deshidratación y eliminación de residuos; en algunos casos, podrá realizarse el compostaje o aplicar en el terreno residuos de aguas residuales previamente tratadas y de calidad aceptable. Es posible que sean necesarios controles de ingeniería adicionales para (i) eliminar los suplementos alimentarios residuales, químicos, antibióticos, etc. presentes en el sistema de tratamiento de las aguas residuales y (ii) contener y neutralizar los olores molestos. En las aplicaciones

de agua marina, las operaciones de tratamiento de aguas residuales tendrán que adaptarse a la salinidad relativamente alta del agua.

Las **Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad** explican el manejo de aguas residuales industriales y ofrecen ejemplos de enfoques para su tratamiento. Mediante el uso de estas tecnologías y técnicas recomendadas para el manejo de aguas residuales, los establecimientos deberían cumplir con los valores para la descarga de aguas residuales que se indican en el cuadro correspondiente de la Sección 2 del presente documento para la industria gráfica.

*Consumo de agua y otras corrientes de aguas residuales:* Las **guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad** proporcionan orientaciones sobre el manejo de aguas residuales no contaminadas procedentes de operaciones de servicios públicos, aguas pluviales no contaminadas y aguas de alcantarillado. Las corrientes contaminadas deben desviarse hacia un sistema de tratamiento de aguas residuales de procesos industriales. Las recomendaciones para reducir el consumo de agua, especialmente en aquellos sitios en que pueda ser un recurso natural escaso, se analizan en las **Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad**.

### **Materiales peligrosos**

Las actividades acuícolas pueden requerir el manejo y uso de materiales peligrosos (como aceites, fertilizantes y otros productos químicos). Las **Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad** contienen recomendaciones para el almacenamiento, manipulación y empleo seguros de materiales peligrosos, incluidas orientaciones sobre vertidos y contención de aceites.

<sup>12</sup> Esto no se aplica a la cría de camarones, que exige el desecado del fondo de los estanques entre cosecha y cosecha.

## 1.2 Higiene y seguridad en el trabajo

En general, la planificación del manejo de la higiene y seguridad incluirá la adopción de una aproximación sistemática y estructurada para la prevención y el control de los peligros físicos, químicos, biológicos y radiológicos para la higiene y la seguridad descrita en las **Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad**. Los peligros relacionados con la higiene y la seguridad en el trabajo están relacionados con las operaciones diarias del sector acuícola, que pueden agruparse en tres categorías:

- Riesgos físicos
- Exposición a productos químicos
- Exposición a enfermedades que se transmiten a través del agua

### Riesgos físicos

Existe una serie de peligros vinculados a las rutinas de trabajo diarias en la acuicultura que incluyen el levantamiento de pesos, las descargas eléctricas y los ahogos.

#### *Levantamiento de pesos*

Durante las operaciones diarias se llevan a cabo una serie de actividades que implican el levantamiento de peso (por ejemplo, el llenado de los alimentadores automáticos en los estanques y la clasificación de los peces). Podrán adoptarse las siguientes medidas de gestión para reducir el riesgo de exposición del personal a las lesiones derivadas del levantamiento de peso:

- Emplear sistemas mecánicos y / o automatizados para facilitar el levantamiento de pesos superiores a 25 kg
- Diseñar estaciones de trabajo que puedan adaptarse a los trabajadores individuales, especialmente cuando se requiera el procesamiento del pescado después de la cosecha

- Construir estanques rectangulares para facilitar las labores de recogida de la cosecha. Cuando los estanques tengan un tamaño adecuado y los terraplenes tengan una anchura de al menos 2,5 metros, se podrán utilizar vehículos en los terraplenes para arrastrar las redes de cerco.

#### *Descargas eléctricas*

Los dispositivos eléctricos empleados normalmente en la acuicultura son muy variados, e incluyen bombas de agua, aireadores de paleta e instalaciones de luz. Por lo tanto, el riesgo de sufrir descargas eléctricas está presente en todas las operaciones en las que los trabajadores estén en contacto con el agua. Las medidas para reducir el riesgo de descargas eléctricas incluyen:

- Impermeabilizar todas las instalaciones eléctricas
- Garantizar el empleo de fusibles y una adecuada conexión a tierra
- Garantizar que todos los cables estén intactos, impermeabilizados y sin conectar
- Proporcionar formación para el correcto manejo de los equipos eléctricos (como, por ejemplo, las bombas) para evitar el riesgo de cortocircuitos
- Utilizar procedimientos de bloqueo / desconexión

#### *Ahogamientos*

El riesgo de ahogarse está presente en casi todas las operaciones en acuicultura y, especialmente, en el cultivo en jaulas en el mar. Las medidas de gestión dirigidas a reducir el riesgo de ahogamiento entre empleados y visitantes incluyen entre otras:

- Proporcionar chalecos salvavidas y arneses con cierres de seguridad (*karabiners*) que puedan anclarse a cuerdas o a puntos fijos

- Garantizar que los trabajadores sean nadadores experimentados
- Capacitar al personal en seguridad en el mar, lo que incluye procedimientos para la supervisión del personal
- Obligar al personal a llevar chalecos salvavidas en todo momento en los lugares peligrosos y en el mar
- Cuando se utilicen naves de gran envergadura para transportar al personal y a los equipos hasta los emplazamientos marinos, garantizar que la nave pueda atracar de forma segura en los pontones para reducir el riesgo de caídas en el espacio que queda entre la nave y el pontón.

### Exposición a productos químicos

Durante las operaciones acuícolas pueden emplearse una serie de productos químicos para tratar y / o controlar los organismos causantes de enfermedades o facilitar la producción (como, por ejemplo, la cal, cloro diluido o sal). Además, los fertilizantes suelen estar compuestos de materiales cáusticos y deberá extremarse la precaución durante su aplicación. Las **Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad** describen las estrategias recomendadas para manejar la exposición a productos químicos en el trabajo.

### Enfermedades acuáticas

Los trabajadores pueden verse expuestos directa o indirectamente a enfermedades acuáticas debido al contacto frecuente con el agua (estanques) y a la proximidad de su alojamiento a masas de agua superficiales. La posibilidad de transmisión de enfermedades acuáticas debe formar parte del programa de higiene y seguridad en el trabajo, incluyendo la supervisión médica específicamente dirigida a los trabajadores y la implementación de medidas preventivas (por ejemplo, instalando mosquiteras en las viviendas). Las **Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad** incluyen

orientaciones sobre la prevención y el control de enfermedades contagiosas.

### 1.3 Higiene y seguridad en la comunidad

Los riesgos de higiene y seguridad en la comunidad asociados a las operaciones acuícolas incluyen:

- Salinización de los terrenos agrícolas más cercanos
- Efectos de las actividades en los recursos hídricos
- Impacto y gestión de la seguridad alimentaria
- Riesgos físicos

### Efectos de las actividades en los recursos hídricos

Los recursos hídricos empleados en la acuicultura incluyen mares, estuarios, ríos, lagos y aguas subterráneas. La extracción de agua de estos recursos puede causar alteraciones en el régimen natural de las aguas y, por lo tanto, afectar a la población de peces y a las actividades comerciales / recreativas (por ejemplo, la pesca y las actividades recreativas que se realizan aguas abajo del punto de extracción), o a la disponibilidad y calidad de las aguas subterráneas. Las estrategias de manejo del agua deben diseñarse para garantizar el mantenimiento de las condiciones hidrológicas para proporcionar agua de calidad y en las cantidades requeridas para las necesidades y usos de la comunidad; en el caso de las instalaciones costeras, debe evitarse que la penetración de agua salada afecte al suministro de agua potable y destinada a usos agrícolas.

Las operaciones acuícolas pueden servir de lugar de reproducción para distintos insectos, especialmente el mosquito y la mosca tsé-tsé, incrementando así el riesgo de enfermedades transmitidas por insectos en las comunidades de la zona. Los operadores deberán planificar el diseño y el

funcionamiento de la planta para prevenir y controlar dicho impacto. Las **Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad** proporcionan información adicional al respecto en la sección dedicada a la Prevención de enfermedades.

## Impacto y gestión de la seguridad alimentaria

### *Desarrollo de resistencia a los medicamentos veterinarios*

Los principales medicamentos veterinarios empleados en la acuicultura son los antibióticos, que se utilizan para prevenir y tratar las enfermedades bacterianas. Por lo general, los antibióticos se administran mediante los alimentos. Los fabricantes y los agricultores pueden incorporar antibióticos a los alimentos o bien recubrir la superficie del pellet. El desarrollo de la resistencia a los antibióticos por parte de las bacterias patógenas puede darse cuando las bacterias adquieren resistencia a uno o más antibióticos a los que con anterioridad eran sensibles. Esta resistencia acaba anulando la eficacia de los antibióticos para tratar enfermedades microbianas específicas en los seres humanos<sup>13</sup>. Por añadidura, en caso de consumo no intencionado de antibióticos residuales en los alimentos, la cantidad ingerida no puede cuantificarse ni supervisarse y podría provocar otros problemas de salud (como es el caso de la anemia aplásica), lo que entraña un grave riesgo para la salud humana. Lo mismo sucede en los sistemas integrados de cría de peces en los que los antibióticos residuales procedentes del abono animal empleado como fertilizante pueden introducirse en los estanques de cultivo.

El reconocimiento de los riesgos asociados al consumo de medicamentos veterinarios ha llevado a la prohibición de ciertos antibióticos en la producción acuícola y al establecimiento de límites máximos para residuos (LMR)<sup>14</sup> para aquellos

antibióticos cuyo riesgo se conoce. Ciertas jurisdicciones nacionales exigen el cumplimiento de estos LMR, fomentándose su aplicación en otros lugares<sup>15</sup>. Debe fomentarse el uso de variedades resistentes y buenas prácticas agrícolas para mantener la salud de la población de peces.

Para limitar el uso de antibióticos pueden adoptarse las siguientes medidas:

- Siempre que sea posible, debe optarse por las vacunas para limitar el uso de antibióticos
- Las instalaciones acuícolas deberán permanecer en barbecho durante un período todos los años como parte de la estrategia de manejo de patógenos en los corrales. El período mínimo de barbecho debe ser de cuatro semanas a la finalización de cada ciclo
- Las plantas dedicadas a la producción acuícola deben emplear servicios veterinarios con frecuencia para revisar y evaluar el estado de salud de la población de peces y la competencia y capacitación de los empleados. Con la ayuda del servicio veterinario, estas instalaciones desarrollarán un Plan de Salud Veterinaria que incluya los siguientes elementos<sup>16</sup>:
  - Un resumen de las principales enfermedades presentes o previsiblemente presentes
  - Estrategias de prevención de enfermedades
  - Tratamientos que administrar en condiciones que se den regularmente
  - Protocolos de vacunación recomendados

---

cloroformo, clorpromazina, colchicina, dapsona, dimetridazol, metronidazol, nitrofuranos (incluida furazolidona) y ronidazol.

<sup>15</sup> El *Codex Alimentarius* contiene los límites máximos para residuos (LMR) para los residuos de medicamentos veterinarios presentes en los principales productos alimenticios, incluido el salmón y la gamba gigante. La FAO/OMS dispone de una base de datos simplificada de MRL en la siguiente página web: [http://www.codexalimentarius.net/mrls/vetdrugs/jsp/vetd\\_q-e.jsp](http://www.codexalimentarius.net/mrls/vetdrugs/jsp/vetd_q-e.jsp)

<sup>16</sup> Para más información, ver la normativa EUREPGAP sobre aseguramiento integrado en la acuicultura en: [http://www.eurepgap.org/fish/Languages/Spanish/index\\_html](http://www.eurepgap.org/fish/Languages/Spanish/index_html)

<sup>13</sup> FAO (2002b).

<sup>14</sup> En el Anexo IV del Reglamento 2377/90/CEE se enumeran nueve sustancias cuyo uso está prohibido en especies destinadas a la alimentación, dada la imposibilidad de determinar niveles residuales seguros: cloranfenicol,

- Controles parasitarios recomendados
- Medicamentos recomendados para alimentos o para el agua

En caso de recomendarse el uso de antibióticos, deben tenerse en cuenta las siguientes medidas:

- Aplicar los antibióticos autorizados sin receta cumpliendo estrictamente las instrucciones del fabricante para garantizar un uso responsable de los mismos
- Administrar los antibióticos autorizados que se adquieren y aplican con receta bajo la supervisión de un profesional cualificado
- Elaborar un plan de contingencia que describa cómo deben aplicarse los antibióticos una vez identificado un brote
- Almacenar los antibióticos en su envase original y en un lugar específico que:
  - Pueda cerrarse, esté claramente identificado por medio de señales y sea de acceso limitado al personal autorizado
  - Pueda contener posibles vertidos y evitar el vertido incontrolado de antibióticos en los alrededores
  - Facilite el almacenamiento de contenedores en paletas y otro tipo de plataformas que faciliten la detección visual de fugas
- Evitar las existencias de antibióticos residuales adoptando el principio de “primero en entrar, primero en salir” con objeto de que no sobrepassen la fecha de caducidad. Los antibióticos caducados deben eliminarse de acuerdo con la normativa nacional vigente.

### **Riesgos físicos**

Las comunidades pueden verse expuestas a una serie de riesgos físicos, incluidos los ahogamientos, asociados a la presencia de sistemas de estanque y otras infraestructuras del

proyecto junto a las comunidades o entre las mismas que deban ser atravesadas con frecuencia o impliquen una interacción física. Al diseñar las vías de acceso, deben tenerse en cuenta los usos comunitarios, proporcionando por ejemplo zonas amplias de tránsito a pie equipadas de sistemas de protección frente a caídas en aquellos lugares que sean potencialmente peligrosos.

## **2.0 Indicadores y seguimiento del desempeño**

### **2.1 Medio ambiente**

El Cuadro 1 contiene las guías sobre efluentes para el sector. Las cantidades correspondientes a las emisiones y efluentes de los procesos industriales en este sector son indicativas de las prácticas internacionales recomendadas para la industria, reflejadas en las normas correspondientes de los países que cuentan con marcos normativos reconocidos. Dichas cantidades pueden alcanzarse en condiciones normales de funcionamiento de instalaciones adecuadamente diseñadas y utilizadas mediante la aplicación de las técnicas de prevención y control de la contaminación que se han analizado en las secciones anteriores de este documento. Estos niveles se deben lograr, sin dilución, al menos el 95% del tiempo que opera la planta o unidad, calculado como proporción de las horas de operación anuales. El incumplimiento de estos niveles debido a las condiciones de determinados proyectos locales se debe justificar en la evaluación ambiental correspondiente.

Las guías sobre emisiones son aplicables a las emisiones procedentes de la combustión. Las guías sobre emisiones procedentes de la combustión relacionadas con centrales de generación de vapor y energía a partir de fuentes con una capacidad igual o inferior a 50 MW se analizan en las **Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad**, y las guías sobre emisiones procedentes de centrales de mayor

capacidad se analizan en las **Guías sobre medio ambiente, salud y seguridad para centrales térmicas**. En las **Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad** se proporciona orientación acerca de consideraciones ambientales basadas en la carga total de emisiones.

Las guías sobre efluentes se aplican a los vertidos directos de efluentes tratados a aguas superficiales de uso general. Los niveles de vertido específicos del emplazamiento pueden establecerse basándose en la disponibilidad y condiciones de los sistemas de tratamiento y recogida de aguas de alcantarillado público o, si se vierten directamente a las aguas superficiales, basándose en la clasificación del uso del agua receptora que se describe en las **Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad**.

**Cuadro 1. Niveles de efluentes para la acuicultura**

Contaminantes	Unidades	Valor indicativo
pH	pH	6 – 9
DBOD <sub>5</sub>	Mg/l	50
DQO	Mg/l	250
Nitrógeno total	Mg/l	10
Fósforo total	Mg/l	2
Aceite y grasa	Mg/l	10
Sólidos en suspensión totales	Mg/l	50
Aumento de temperatura	°C	<3 <sup>b</sup>
Bacterias coliformes totales	MPN <sup>a</sup> / 100 ml	400
Ingredientes activos / Antibióticos	A determinar en cada caso	
<b>Notas:</b> <sup>a</sup> NMP = Número Más Probable <sup>b</sup> Al borde de una zona de mezcla científicamente establecida que toma en cuenta la calidad del agua ambiente, el uso del agua receptora, los receptores potenciales y la capacidad de asimilación.		

## Seguimiento ambiental

Se llevarán a cabo programas de seguimiento ambiental para este sector en todas aquellas actividades identificadas por su potencial impacto significativo en el medio ambiente, durante las operaciones normales y en condiciones alteradas. Las actividades de seguimiento ambiental se basarán en indicadores directos e indirectos de emisiones, efluentes y uso de recursos aplicables al proyecto concreto. La frecuencia del seguimiento debería permitir obtener datos representativos sobre los parámetros objeto del seguimiento. El seguimiento deberá recaer en individuos capacitados, quienes deberán aplicar los procedimientos de seguimiento y registro y utilizar un equipo adecuadamente calibrado y mantenido. Los datos de seguimiento se analizarán y revisarán con regularidad, y se compararán con las normas vigentes para así adoptar las medidas correctivas necesarias. Las Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad contienen orientaciones adicionales sobre los métodos de muestreo y análisis de emisiones y efluentes.

## 2.2 Higiene y seguridad en el trabajo

### Guía sobre higiene y seguridad en el trabajo

Para evaluar el desempeño en materia de higiene y seguridad en el trabajo deben utilizarse las guías sobre exposición que se publican en el ámbito internacional, entre ellas: las guías sobre la concentración máxima admisible de exposición profesional (TLV®) y los índices biológicos de exposición (BEIs®) publicados por la American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH)<sup>17</sup>, la Guía de bolsillo sobre riesgos químicos publicada por el Instituto Nacional de Higiene y Seguridad del Trabajo de los Estados Unidos (NIOSH)<sup>18</sup>, los límites permisibles de exposición publicados por la Administración de Seguridad e Higiene en el Trabajo de los

<sup>17</sup> Disponible en <http://www.acgih.org/TLV/> y <http://www.acgih.org/store/>

<sup>18</sup> Disponible en <http://www.cdc.gov/niosh/npg/>

Estados Unidos (OSHA)<sup>19</sup>, los valores límite indicativos de exposición profesional publicados por los Estados miembros de la Unión Europea<sup>20</sup>, u otras fuentes similares.

### Tasas de accidentes y letalidad

Deben adoptarse medidas para reducir a cero el número de accidentes entre los trabajadores del proyecto (ya sean empleados directos o personal subcontratado), especialmente los accidentes que pueden causar la pérdida de horas de trabajo, diversos niveles de discapacidad e incluso la muerte. Como punto de referencia para evaluar las tasas del proyecto puede utilizarse el desempeño de instalaciones en este sector en países desarrollados, que se obtiene consultando las fuentes publicadas (por ejemplo, a través de la Oficina de Estadísticas Laborales de los Estados Unidos y el Comité Ejecutivo de Salud y Seguridad del Reino Unido)<sup>21</sup>.

### Seguimiento de la higiene y la seguridad en el trabajo

Es preciso realizar un seguimiento de los riesgos que pueden correr los trabajadores en el entorno laboral del proyecto concreto. Las actividades de seguimiento deben ser diseñadas y realizadas por profesionales acreditados como parte de un programa de seguimiento de la higiene y la seguridad en el trabajo <sup>22</sup>. Las instalaciones, además, deben llevar un registro de los accidentes y enfermedades laborales, así como de los sucesos y accidentes peligrosos. Las **Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad** contienen orientaciones adicionales sobre los programas de seguimiento de la higiene y la seguridad en el trabajo.

<sup>19</sup> Disponible en [http://www.osha.gov/pls/oshaweb/owadisp.show\\_document?p\\_table=STANDARDS&p\\_id=9992](http://www.osha.gov/pls/oshaweb/owadisp.show_document?p_table=STANDARDS&p_id=9992)

<sup>20</sup> Disponible en [http://europe.osha.eu.int/good\\_practice/risks/ds/oe/](http://europe.osha.eu.int/good_practice/risks/ds/oe/)

<sup>21</sup> Disponibles en: <http://www.bls.gov/iif/> y <http://www.hse.gov.uk/statistics/index.htm>

<sup>22</sup> Los profesionales acreditados pueden incluir a higienistas industriales certificados, higienistas ocupacionales diplomados o profesionales de la seguridad certificados o su equivalente.



### 3.0 Referencias y fuentes adicionales

Administración de Alimentos y Fármacos de Estados Unidos (US FDA). 2001. Centro de Seguridad Alimentaria y Nutrición Aplicada. Fish and Fisheries Products Hazards and Controls Guidance: Third Edition. Washington, DC: US FDA. Disponible en: <http://www.cfsan.fda.gov/~comm/haccp4.html>

Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (US EPA). 2001. Office of Water, Engineering and Analysis Division. Update and Overview of the Effluent Limitations Guidelines and Standards for the Aquaculture Industry. Encuentro de NCRAC, 16–18 de febrero de 2001. Washington, DC: US EPA. Disponible en: <http://aquanic.org/isa/effluents/EPA%20presentation%20at%20NCRAC.htm>

Banco Mundial, ISME, cenTER Aarhus. 2003. Principios para un código de conducta para la gestión y uso sostenible de ecosistemas de manglar. Elaborado por el profesor Donald J. Macintosh y la Dr. Elizabeth C. Ashton. Washington, DC: Banco Mundial. Disponible en: [mit.biology.au.dk/cenTER/MBF\\_Files/2005\\_MCB\\_Code\\_SPANISH\\_March.pdf](http://mit.biology.au.dk/cenTER/MBF_Files/2005_MCB_Code_SPANISH_March.pdf)  
Banco Mundial. 2005. The NEPAD Action Plan for the Development of African Fisheries and Aquaculture. Washington, DC: Banco Mundial. Disponible en: <http://siteresources.worldbank.org/>

Comisión OSPAR. 1992. Convenio sobre la protección del medio marino del nordeste Atlántico. OSPAR. Disponible en: <http://www.ospar.org/eng/html/welcome.html>

[INTARD/Resources/ACTION\\_PLAN\\_endorsed.pdf](#) Center for Tropical and Subtropical Aquaculture (2001). 2001. Best Management Practices for Hawaiian Aquaculture. Publicación n° 148. Waimanalo, Hawaii. Disponible en: <http://govdocs.aquaculture.org/cqi/reprint/2003/526/5260130.pdf>

Departamento de Comercio de Estados Unidos, Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (US NOAA). 2005. National Offshore Aquaculture Act of 2005. Washington, DC: NOAA. Disponible en: [http://www.nmfs.noaa.gov/mediacenter/aquaculture/docs/03\\_National%20Offshore%20Aquaculture%20Act%20FINAL.pdf](http://www.nmfs.noaa.gov/mediacenter/aquaculture/docs/03_National%20Offshore%20Aquaculture%20Act%20FINAL.pdf)

Departamento de Comercio de Estados Unidos, Servicio Nacional de Pesquerías Marinas (NMFS) de la NOAA. Code of Conduct for Responsible Aquaculture Development in the US Exclusive Economic Zone. Washington, DC: NMFS. Disponible en: <http://www.nmfs.noaa.gov/trade/AQ/AQCode.pdf>

Department of Primary Industries and the Queensland Finfish Aquaculture Industry. 1999. Industry Environmental Code of Best Practice for Freshwater Finfish Aquaculture. Elaborado por Dallas J Donovan, Kuruma Australia Pty Ltd. Queensland: Department of Primary Industries. Disponible en: <http://www.abfa.info/PDFS/Codeeed2.pdf>

División de Biociencias Aplicadas, Facultad de Pesca, Escuela de Graduados en Agricultura, Universidad de Kyoto. 2004. Nitrogen and Phosphorus Budget in Coastal and Marine Cage Aquaculture and Impacts of Effluent Loading on Ecosystems?: Review and Analysis Towards Model Development (Abstract). Kyoto: División de Biociencias Aplicadas. Disponible en: [http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&list\\_uids=15664033&dopt=Abstract](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&list_uids=15664033&dopt=Abstract)

Federación Europea de Productores de Acuicultura (FEAP). 2000. Código de conducta de la acuicultura europea. Bruselas: FEAP. Disponible en: <http://www.feap.info/FileLibrary/6/FEAP%20Code%20of%20Conduct.pdf>

Francis-Floyd, R. 1996. Use of Formalin to Control Fish Parasites. College of Veterinary Medicine, Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida. Gainesville, FL: College of Veterinary Medicine. Disponible en: <http://edis.ifas.ufl.edu/VM061>

Green, Bartholomew W. 2000. Level of Adoption of Selected Good Management Practices on Penaeid Shrimp Farms in Honduras. 36849-5419. Department of Fisheries and Allied Aquacultures, Auburn University. Auburn: Auburn University. Disponible en: <http://www.aq.auburn.edu/fish/>

Grupo de trabajo de minoristas de productos frescos (EUREP). EUREGAP. Disponible en: [www.globalgap.org/cms/front\\_content.php?idart=3&idcat=9&lang=1](http://www.globalgap.org/cms/front_content.php?idart=3&idcat=9&lang=1)

Health and Safety Executive (UK HSE) del Reino Unido. 2005a. Fatal Injuries Report 2004/05. Fatal Injuries in Farming, Forestry and Horticulture. Part 3: Non-Fatal Injuries in the Agricultural Sector, 1994/95–2003/04, pp.42–46. Londres: HSE. Disponible en: <http://www.hse.gov.uk/agriculture/pdf/fatal0405.pdf>

UK HSE. 2005b. United Kingdom, Fatal Injuries Report 2004/05. Fatal Injuries in Farming, Forestry and Horticulture. Part 2: Analysis of Reportable Fatal Injuries in the Agricultural Sector, 1994/95–2003/04. p 23. Londres: HSE. Disponible en: <http://www.hse.gov.uk/agriculture/pdf/fatal0405.pdf>

National Committee for Research Ethics in Science and Technology (NENT). 1995. The Holmenkollen Guidelines for Sustainable Industrial Fish Farming. Oslo: NENT.

National Committee for Research Ethics in Science and Technology. 1998. The Holmenkollen Guidelines for Sustainable Aquaculture. (Supercede the Holmenkollen Guidelines for Sustainable Industrial Fish Farming). Oslo: NENT. Disponible en: <http://www.ntva.no/rapport/aqua/report.htm>

Northern Central Regional Aquaculture Center (NCRAC). 1992. Pond Culture of Walleye Fingerlings. Fact Sheet Series # 102. March 1992. En colaboración con el departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA). East Lansing, MI: NCRAC. Disponible en: [http://aquanic.org/publicat/usda\\_rac/fact.htm](http://aquanic.org/publicat/usda_rac/fact.htm)

Oficina de Estadísticas Laborales de Estados Unidos (US BLS). 2004a. Census of Fatal Occupational Injuries Charts, 1992–2004. Table (p.10): Number and rate of fatal occupational injuries by private industry sector, 2004.) Washington, DC: BLS. Disponible en: <http://www.bls.gov/iif/oshwc/cfoi/cfch0003.pdf>

Oficina de Estadísticas Laborales de Estados Unidos (US BLS). 2004b. Industry Injury and Illness Data — 2004. Supplemental News Release Tables. Table SNR05: Incident rate and number of nonfatal occupational injuries by industry, 2004. Washington, DC: BLS. Disponible en: <http://www.bls.gov/iif/home.htm>

Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO). 1971. Convención relativa a los humedales de importancia internacional especialmente como habitat de aves acuáticas (reformada en 1982 y 1987). Paris: UNESCO. 1994. Disponible en: [http://portal.unesco.org/en/ev.php-URL\\_ID=15398&URL\\_DO=DO\\_TOPIC&URL\\_SECTION=201.html](http://portal.unesco.org/en/ev.php-URL_ID=15398&URL_DO=DO_TOPIC&URL_SECTION=201.html)

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). 1991. Una estrategia para el desarrollo de la acuicultura: el caso de América Latina. Roma: FAO. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/008/u1780s/u1780s00.htm>

FAO. 1997. Directrices técnicas para la pesca responsable 5. Desarrollo de la Acuicultura. Roma: FAO. Disponible en: <http://ftp.fao.org/docrep/fao/003/W4493e/W4493e00.pdf>

FAO. 2001. Report of the Technical Consultation on Legal Frameworks and Economic Policy Instruments for Sustainable Commercial Aquaculture in Africa South of the Sahara. Arusha, United Republic of Tanzania, 4–7 diciembre de 2001. Roma: FAO. Disponible en: [http://www.fao.org/documents/show\\_cdr.asp?url\\_file=/DOCREP/005/Y3575B/Y3575B00.HTM](http://www.fao.org/documents/show_cdr.asp?url_file=/DOCREP/005/Y3575B/Y3575B00.HTM)

FAO. 2002a. Documento Técnico de Pesca n° 428. Farming Freshwater Prawns. A Manual for the Culture of the Giant River Prawn (*Macrobrachium rosenbergii*). Documentos técnicos para la pesca responsable 5. Roma: FAO. Disponible en: [http://www.fao.org/documents/show\\_cdr.asp?url\\_file=/docrep/005/y4100e/y4100e00.htm](http://www.fao.org/documents/show_cdr.asp?url_file=/docrep/005/y4100e/y4100e00.htm)

FAO. 2002b. El estado mundial de la pesca y la acuicultura (SOFIA). Roma: FAO. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/005/y7300s/y7300s00.HTM>

FAO. Código de conducta para la pesca responsable. Roma: FAO. Disponible en: <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/005/v9878s/v9878s00.pdf>

FAO y Organización Mundial de la Salud (OMS). 1962–2005. Códex Alimentarius. Ginebra: FAO y OMS. Disponible en: [http://www.codexalimentarius.net/web/index\\_es.jsp](http://www.codexalimentarius.net/web/index_es.jsp)

Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). 2001. Convenio de Estocolmo sobre contaminantes orgánicos persistentes. Estocolmo: PNUMA. Disponible en: [http://www.pops.int/documents/convtext/convtext\\_en.pdf](http://www.pops.int/documents/convtext/convtext_en.pdf)

Shetland Aquaculture. 2006. A Code of Good Practice for Scottish Finfish Aquaculture, enero de 2006. Lerwick: Shetland Aquaculture. Disponible en: <http://www.shetlandaquaculture.com/code-of-good-practice>

Southern Regional Aquaculture Center (SRAC). 1998. Fertilization of Fish Fry Ponds. SRA Publication No. 469. En colaboración con el Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA). Stoneville, MS: SRAC. Disponible en: [http://aquanic.org/publicat/usda\\_rac/fact.htm](http://aquanic.org/publicat/usda_rac/fact.htm)

SRAC. 1999. Fertilization of Fish Ponds. SRA Publication No. 471. In cooperation with the US Department of Agriculture (USDA). Stoneville, MS: SRAC. Disponible en: [http://aquanic.org/publicat/usda\\_rac/fact.htm](http://aquanic.org/publicat/usda_rac/fact.htm)

Subcomité Conjunto de Acuicultura de Estados Unidos (US JSA) Working Group on Quality Assurance in Aquaculture Production. 2001. Guide to Drug, Vaccine and Pesticides in Aquaculture. Washington, DC: JSA. Disponible en: [http://aquanic.org/jsa/wgqaap/drugguide/aquaculture\\_drug\\_guide.pdf](http://aquanic.org/jsa/wgqaap/drugguide/aquaculture_drug_guide.pdf)

## Códigos internacionales y regionales

Código de Conducta para la Pesca Responsable de la FAO: <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/005/v9878s/v9878s00.pdf>

Orientaciones técnicas para la pesca responsable de la FAO:

- [Desarrollo de la acuicultura. 1997](ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/003/W4493e/W4493e00.pdf)
- [Desarrollo de la acuicultura 1. Procedimientos idóneos en la fabricación de alimentos para la acuicultura. 2001](http://www.fao.org/DOCREP/005/Y1453S/Y1453S00.HTM)
- [Integración de la pesca en la ordenación de la zona costera. 1996](http://www.fao.org/docrep/003/w3593s/w3593s00.htm)

- [Enfoque precautorio para la pesca de captura y las introducciones de especies. 1996](http://www.fao.org/docrep/003/w3592s/w3592s00.htm)
- [Utilización responsable del pescado. 1998](http://www.fao.org/documents/pub_dett.asp?lang=en&pub_id=60838)
- [Guidelines on the collection of structural aquaculture statistics, 1997](http://www.fao.org/docrep/003/w3592s/w3592s00.htm)

## Introducción de especies y biodiversidad

FAO Documento técnico, [International Introductions of Inland Aquatic Species 1988](http://www.fao.org/docrep/x5628E/x5628e00.htm#Contents)

[Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres \(CITES\)](http://www.cites.org/esp/index.shtml), 1973.

[Convenio sobre la Diversidad Biológica \(CDB\)](http://www.cdb.int), 1992.

[ICES/EIFAC Code of Practice on the Introductions and Transfers of Marine Organisms](http://www.ices.dk/reports/general/2004/ICESOP2004.pdf), 2004

[EIFAC Code of Practice and Manual of Processes for Consideration of Introductions and Transfers of Marine and Freshwater Organisms](http://www.ices.dk/reports/general/2004/ICESOP2004.pdf), 1988.

European Inland Fisheries Advisory  
[http://cdserver2.ru.ac.za/cd/011120\\_1/Aqua/SSA/codes.htm](http://cdserver2.ru.ac.za/cd/011120_1/Aqua/SSA/codes.htm)

## Gestión y mejores prácticas de la salud

[CODEX Alimentarius](http://www.codexalimentarius.net/web/standard_list.do?lang=en).

Código sanitario internacional para los animales acuáticos, 2005.  
[http://www4.fao.org/cgi-bin/faobib.exe?rec\\_id=550417&database=faobib&search\\_type=link&table=mona&back\\_path=/faobib/mona&lang=eng&format\\_name=EFMON](http://www4.fao.org/cgi-bin/faobib.exe?rec_id=550417&database=faobib&search_type=link&table=mona&back_path=/faobib/mona&lang=eng&format_name=EFMON)

[FAO/NACA Asia Regional Technical Guidelines on Health Management for the Responsible Movement of Live Aquatic Animals and the Beijing Consensus and Implementation Strategy](http://www.fao.org/documents/show_cdr.asp?url_file=/DOCREP/005/X8485E/x8485e02.htm), 2000.

[FAO/NACA Manual of Procedures for the Implementation of the Asia Regional Technical Guidelines on Health Management for the Responsible Movement of Live Aquatic Animals](http://www.fao.org/documents/show_cdr.asp?url_file=/DOCREP/005/Y1238E/Y1238E00.HTM), 2001.

[FAO/NACA Asia Diagnostic Guide to Aquatic Animal Diseases](http://www.fao.org/documents/show_cdr.asp?url_file=/DOCREP/005/Y1679E/Y1679E00.HTM), 2001

[Better-practice approaches for culture-based fisheries development in Asia](http://www.aciar.gov.au/web.nsf/at/ACIA-6M98FT/$file/CBF_manual.pdf)

[Holmenkollen Guidelines for Sustainable Aquaculture](http://www.ntva.no/rapport/aqua.htm), 1998.

[Development of HARP Guidelines. Harmonised Quantification and Reporting Procedures for Nutrients. SFT Report 1759/2000. TA-1759/2000. ISBN 82-7655-401-6. <http://www.sft.no/publikasjoner/vann/1759/ta1759.pdf>](#)

## Cultivo de camarones

[Bangkok FAO](#) Consulta Técnica FAO/Bangkok sobre Políticas para el Cultivo Sostenible del Camarón, Bangkok, Tailandia, 8-11 de diciembre de 1997. [http://www.fao.org/documents/show\\_cdr.asp?url\\_file=/DOCREP/006/x0570t/x0570t00.HTM](http://www.fao.org/documents/show_cdr.asp?url_file=/DOCREP/006/x0570t/x0570t00.HTM)

[Reunión especial de expertos técnicos sobre indicadores y criterios para el cultivo sostenible del camarón, Roma, Italia, 28-30 de abril de 1998.](#) <http://www.fao.org/DOCREP/006/X0570T/X0570T00.HTM>

[Code of Practice for Sustainable Use of Mangrove Ecosystems for Aquaculture in Southeast Asia, 2005](#)  
<http://www.ices.dk/reports/general/2004/ICESCOP2004.pdf>

Principios internacionales para la crianza responsable del camarón,  
<http://www.enaca.org/modules/mydownloads/singlefile.php?cid=19&lid=755>

[Codes of Practice for Responsible Shrimp Farming.](#)  
<http://www.gaalliance.org/code.html#CODES>

[Codes of Practice and Conduct for Marine Shrimp Aquaculture, 2002.](#)  
[http://www.fw.vt.edu/fisheries/Aquaculture\\_Center/Power\\_Point\\_Presentations/FIW%204514/Lecture%209.1%20-%20aquaculture%20and%20environment/shrimpCOP.pdf](http://www.fw.vt.edu/fisheries/Aquaculture_Center/Power_Point_Presentations/FIW%204514/Lecture%209.1%20-%20aquaculture%20and%20environment/shrimpCOP.pdf)

## Códigos y mejores prácticas nacionales

**Canadá:** [National Code on Introductions and Transfers of Aquatic Animals, 2003.](#) Department of Fisheries and Oceans, Government of Canada.  
[http://www.dfo-mpo.gc.ca/science/aquaculture/code/Code2003\\_e.pdf](http://www.dfo-mpo.gc.ca/science/aquaculture/code/Code2003_e.pdf)

**Chile:** [Codigo de Buenas Prácticas \(CGEP\) para Centros de Cultivo de Salmónidos Ambientalmente bien Manejados, 2003.](#)  
[library.enaca.org/certification/publications/Code\\_2003\\_SPANISH.pdf](http://library.enaca.org/certification/publications/Code_2003_SPANISH.pdf)

**Escocia:** [Code of practice to avoid and minimise the impact of Infectious Salmon Anaemia \(ISA\), 2002.](#)  
<http://www.marlab.ac.uk/FRS.Web/Uploads/Documents/ISACodeofPractice.pdf>

**Estados Unidos:** [Code of Conduct for Responsible Aquaculture Development in the U.S. Exclusive Economic Zone.](#)  
<http://www.nmfs.noaa.gov/trade/AQ/AQCode.pdf>

[Guidance Relative to Development of Responsible Aquaculture Activities in Atlantic Coast States, 2002.](#)  
<http://www.asmf.org/publications/specialReports/aquacultureGuidanceDocument.pdf>

[USDA Aquaculture BMP Index, 2004.](#)  
<http://efotg.nrcs.usda.gov/references/public/AL/INDEX.pdf>

[Guidelines for Ecological Risk Assessment of Marine Fish Aquaculture.](#) NOAA Technical Memorandum NMFS-NWFSC-71.  
[http://www.nwfsc.noaa.gov/assets/25/6450\\_01302006\\_155445\\_NashFAOFinalM71.pdf](http://www.nwfsc.noaa.gov/assets/25/6450_01302006_155445_NashFAOFinalM71.pdf)

Guidelines for Environmental Management of Aquaculture in Vietnam  
[http://imagebank.worldbank.org/servlet/WDS\\_IBank\\_Servlet?pcont=details&men](http://imagebank.worldbank.org/servlet/WDS_IBank_Servlet?pcont=details&men)

uPK=64154159&searchMenuPK=64258162&theSitePK=501889&eid=000310607\_20061101130138&siteName=IMAGEBANK

**Filipinas:** [Fisheries Code, 1998.](#) <http://www.da.gov.ph/FishCode/ra8550a.html>

**India:** Guidelines for Sustainable Development and Management of Brackish Water Aquaculture, 1995. <http://www.mpeda.com/>

**Japón:** Basic Guidelines to Ensure Sustainable Aquaculture Production, 1999.

**Sri Lanka:** [Best Aquaculture Practices \(BAP\) for Shrimp Farming Industry in Sri Lanka](#) <http://www.naqda.gov.lk/pages/BestAquaculturePracticeMethods.htm>

**Tailandia:** [Thailand Code of Conduct for Shrimp Farming](#) (in Thai)  
<http://www.thaiqualityshrimp.com/coc/home.asp>

## Códigos de la industria / organizaciones

[Australian Aquaculture Code of Conduct.](#)  
[http://www.pir.sa.gov.au/byteserve/aquaculture/farm\\_practice/code\\_of\\_conduct.pdf](http://www.pir.sa.gov.au/byteserve/aquaculture/farm_practice/code_of_conduct.pdf)

[Environmental Code of Practice for Australian Prawn Farmers, 2001.](#)  
<http://www.apfa.com.au/prawnfarmers.cfm?inc=environment>

[A Code of Conduct for European Aquaculture.](#)  
<http://www.feap.info/FileLibrary/6/CodeFinalD.PDF>

NZ Mussel Industry Environmental Codes of Practice, 2002. Mussel Industry Council Ltd., Blenheim

[Judicious Antimicrobial Use in US Aquaculture: Principles and Practices, 2003.](#)  
<http://www.nationalaquaculture.org/pdf/Judicious%20Antimicrobial%20Use.pdf>

[Draft Protocol for Sustainable Shrimp Production, en fase de preparación.](#)  
<http://www.ntva.no/rapport/aqua.htm>

[BCSFA Code of Practice, 2005.](#)  
<http://www.salmonfarmers.org/pdfs/codeofpractice1.pdf>

## Anexo A: Descripción general de las actividades de la industria

El sector acuícola es muy diverso en términos de productos y métodos de producción, como muestra el Cuadro A-1.

Los sistemas extensivos<sup>23</sup> se basan en densidades de población bajas y prescinden del uso de suplementos alimenticios. Los sistemas extensivos pueden emplear estanques artificiales, aunque recurren más a menudo a las estructuras naturales existentes (como lagos o lagunas) que suelen tener un tamaño considerable (>2 ha). Los sistemas semiintensivos<sup>24</sup> (aproximadamente de 2 a 20 toneladas/ha/año) se basan en densidades de población más elevadas, suplementos alimenticios y manejos adicionales (por ejemplo, cambios en el agua), empleando normalmente estanques artificiales, corrales y jaulas. Algunos sistemas semiintensivos, especialmente los policultivos, emplean lagos naturales (por ejemplo, especies filtradoras y peces omnívoros pueden cultivarse en jaulas ubicadas en estanques de camarones o gambas)<sup>25</sup>.

<sup>23</sup> Este sistema de producción se caracteriza por (i) un reducido grado de control (a saber, del medio, la nutrición, los depredadores, los competidores, los agentes causantes de enfermedades); (ii) bajos costes iniciales, tecnología de bajo nivel y escasa eficiencia productiva (con rendimientos por debajo de los 500 kg/ha/año); (iii) una elevada dependencia del clima y la calidad del agua locales; el uso de masas de agua naturales (como son lagunas, bahías, bahías abiertas) y organismos alimenticios naturales a menudo no especificados.

<sup>24</sup> Este sistema de cultivo se caracteriza por una producción de 0,5-5 toneladas/ha/año, la posible utilización de suplementos alimenticios con alimentos de baja calidad, siembra con alevines capturados en libertado o criados en centros de desove, el uso frecuente de fertilizantes orgánicos o inorgánicos, el suministro de agua procedente de lluvia o mareas y/o cierta medida de intercambio de agua, la supervisión básica de la calidad del agua, desarrollándose por lo general en estanques tradicionales o mejorados; también se emplean algunos sistemas de jaula, incluyendo la alimentación de alevines a base de zooplancton.

<sup>25</sup> Center for Tropical and Subtropical Aquaculture (2001). En Asia se utilizan otros sistemas de policultivo, principalmente la carpa, en combinación con las granjas de patos y de cerdos y el cultivo de productos en los terraplenes de los estanques.

Los sistemas intensivos<sup>26</sup> emplean densidades de población máximas y combinan alimentos naturales y formulados. Los sistemas semiintensivos o intensivos suelen emplear pequeños compartimentos de estanque de hasta 1 ha para facilitar la gestión. La elección de emplazamiento para una planta acuícola es a menudo la clave para garantizar la higiene y seguridad ambiental. Los criterios de selección del emplazamiento incluyen el suministro y la calidad del agua; la calidad del suelo; la protección frente a los peligros naturales; y la accesibilidad de los insumos, incluidos el mercado y la mano de obra<sup>27</sup>. Las plantas acuícolas requieren un suministro constante de agua en cantidades adecuadas a lo largo del año. El suministro de agua no debe estar contaminado y debe caracterizarse por un pH estable y adecuado, así como por niveles adecuados de oxígeno disuelto y escasa turbidez. Algunos productores tratan el agua captada para eliminar las sustancias no deseadas, utilizando a tal fin un filtro para eliminar la presencia de depredadores. Además, las piscifactorías no pueden estar próximas entre sí, ya que esto podría aumentar el riesgo de transmisión de enfermedades y tener un efecto nocivo en la calidad del agua captada.

<sup>26</sup> Estos sistemas de cultivo se caracterizan por una producción de 2 a 20 toneladas/ha/año, para lo cual se emplean mayormente alimentos naturales, que se incrementa mediante la fertilización o se complementa con el uso de suplementos alimenticios, la siembra con alevines criados en los centros de desove, el uso habitual de fertilizantes, alguna medida de intercambio de agua o aireación, agua bombeada o suministrada por gravedad, desarrollándose por lo general en estanques mejorados, algunos encerramientos o sistemas simples de jaula.

<sup>27</sup> Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), 1989, ADCP/REP/89/43, Aquaculture Systems and Practices: A Selected Review. <http://www.fao.org/docrep/T8598E/t8598e00.HTM>.

**Cuadro A-1. Diversidad de tecnologías de producción en acuicultura**

Recurso	Sistema	Instalaciones
Agua	Agua en calma	Estanques y lagos
	Flujo abierto	Estanques, canales, tanques (con base en tierra) Jaulas (con base en lagos y mares) Grandes unidades marinas (con base en el mar)
Nutrición	Reutilización o recirculación	Tanques y estanques con base en tierra
	Extensivo (sin alimentos)	Estanques (con base en tierra) Sustrato - mariscos (con base en el mar) Sustrato - algas marinas (con base en el mar)
	Sistemas semiintensivos (suplementos alimenticios y /o fertilizantes)	Estanques (con base en tierra) Canales (con base en tierra)
Especies	Sistemas intensivos (alimentos)	Estanques (con base en tierra) Jaulas (con base en lagos y mares) Canales (con base en tierra y mar) Silos y tanques (con base en tierra)
	Monocultivo	Animales (estanques y tanques, jaulas/corrales en lagos o mares) Plantas (estanques y tanques, jaulas/corrales en lagos o mares)
	Policultivo	Animales (peces)

El emplazamiento debe disponer de suelos apropiados para las estructuras a erigir (por ejemplo, suelo franco-arcilloso o arenoso-arcilloso para los estanques, y un suelo de fango firme para los corrales) que permitan hundir la estructura en el sustrato para lograr un mejor soporte de la misma. Las plantas acuícolas deben protegerse de vientos fuertes, olas y mareas, de la escorrentía excesiva de aguas pluviales, de los depredadores y de otros peligros naturales. Sin embargo, las mareas moderadas pueden contribuir a un adecuado intercambio de agua en estanques, corrales y jaulas.

El Gráfico A-1 ilustra el ciclo de producción normal de una planta acuícola. El período de producción varía de unas especies a otras y de unas regiones a otras, dependiendo de los requisitos del mercado en cuanto al tamaño y tasas de crecimiento de las especies, que dependen a su vez de la temperatura, calidad de los alimentos y asignación de los mismos. La mayor parte de las operaciones registran períodos de crecimiento de entre 4 y 18 meses.

## Preparación y siembra

### *Estanques de agua dulce*

Los estanques se construyen normalmente excavando suelos y empleando las tierras de excavación resultantes para erigir los terraplenes. Los suelos considerados adecuados para la construcción de estanques de barro presentan las siguientes características: un adecuado contenido en arcilla (la arcilla ralentiza e incluso elimina las filtraciones), un bajo contenido orgánico, una adecuada textura del suelo y un pH preferentemente alcalino. Cuando la producción se basa en densidades elevadas, o durante los primeros estadios de alevines o juveniles, los estanques pueden sellarse con una lona de plástico o cemento y la producción puede llevarse a cabo en canales o tanques sellados para facilitar las labores de limpieza.

### *Corrales y jaulas*

Los sistemas de corrales y jaulas implican la cría de peces en recintos de redes fijas o flotantes con estructuras rígidas y ubicados en las zonas mejor protegidas y poco profundas de lagos, bahías, ríos, estuarios o costas marinas. Los corrales y jaulas son bastante parecidos. Los corrales se fijan al fondo del lago o del mar, que hace las veces de suelo del propio corral, mientras que las jaulas se suspenden en el agua y pueden ser tanto fijas como flotantes. Por lo general, las jaulas se sitúan en ubicaciones más expuestas y aguas más

profundas que los corrales. Los alevines se pueden criar hasta alcanzar el tamaño de pececillos en compartimentos especiales de criadero y luego trasladarse a los corrales y las jaulas para proseguir su crecimiento, mientras que los pececillos destinados a la siembra pueden adquirirse en establecimientos con base en tierra. En algunos casos, el material de siembra puede consistir en especímenes capturados en libertad.

### *Cultivo en aguas abiertas*

Las algas marinas y los moluscos se cultivan en aguas marinas abiertas. Las estructuras empleadas (a saber, balsas, estantes y estacas) para proporcionar una superficie de crecimiento a estas especies se colocan en zonas adecuadas para este fin. Con frecuencia, estas especies se asientan por sí solas en las estructuras y el productor se limita a eliminar las especies no deseadas y en ocasiones a reducir la población. La acuicultura de otras especies, sobre todo las ostras, exige una gestión más activa, y las semillas y otros juveniles se incorporan a las estructuras para su posterior desarrollo.

### **Alimentación inicial**

Los estadios iniciales de la producción de peces y crustáceos a menudo requieren un régimen alimenticio especial, y el uso de alimentos artificiales durante estas primeras fases puede resultar problemático. Durante la fase inicial de alimentación suelen emplearse fertilizantes orgánicos y/o inorgánicos (como nitrógeno y fósforo) para provocar la floración de algas. La floración de algas aumenta los niveles de productividad primaria en el estanque, al generar una fuente de alimentos para microorganismos tales como el zooplancton que son ingeridos por los alevines y larvas de los organismos cultivados. La floración de algas previene asimismo el establecimiento de plantas acuáticas. Durante esta fase podrán añadirse medicamentos veterinarios para reducir el riesgo de enfermedades o en respuesta a los brotes que puedan

producirse. Los medicamentos de uso más frecuente son los antibióticos de amplio espectro.

### **Crecimiento**

Una vez finalizado el período de alimentación inicial, se produce una transición a la fase de cría. La calidad de los alimentos empleados puede variar enormemente dependiendo de las especies cultivadas y/o del nivel de sofisticación de las instalaciones de la piscifactoría. Una solución simple consiste en emplear carne de pescado desmenuzada preparada en la propia piscifactoría y suministrada diariamente durante el período de crecimiento. Las operaciones intensivas utilizan exclusivamente alimentos de alta calidad, peletizados y formulados durante el período de producción.

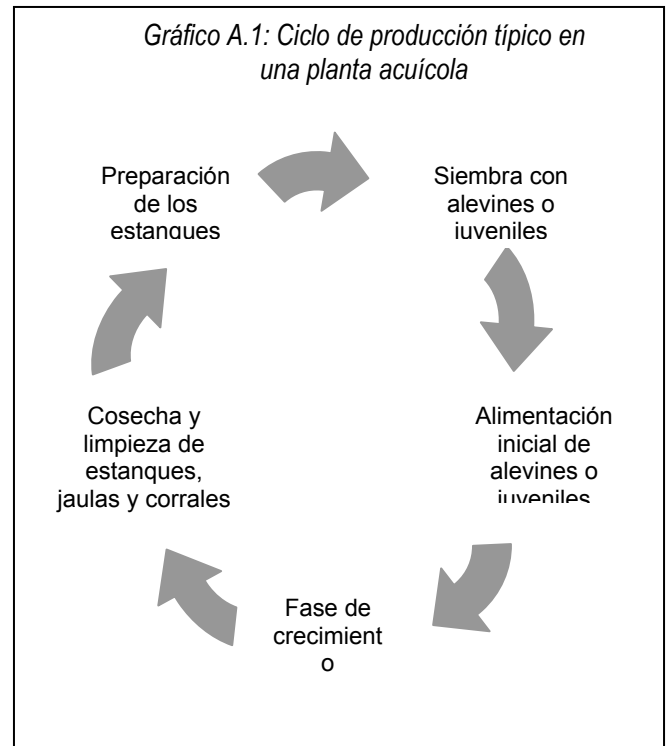
La biomasa aumenta durante la fase de alimentación, lo que provoca un incremento del consumo de oxígeno, empleándose a menudo los aireadores de estanque (aireadores de paleta y difusores) para airear el agua. Durante la fase de crecimiento, la población se supervisa con regularidad para comprobar la presencia de enfermedades y la disposición a comer, lo que permite al gestor del estanque intervenir (aplicando, por ejemplo, antibióticos, o cambiando el agua del estanque) en caso de darse no darse las condiciones deseables.

### **Cosecha y limpieza**

Una vez que la población ha alcanzado el tamaño deseado, se procede a su cosecha y comercialización. Algunas especies se venden vivas, mientras que otras se sacrifican antes de la venta. En este último caso, se instalarán unidades especiales en la piscifactoría para proceder al sacrificio (por ejemplo, controlar la sanguaza resultante de la cosecha de los organismos). El producto sacrificado se congela y envía para su posterior procesamiento externo en una planta de

procesamiento de pescado especializada o se vende fresco en los mercados locales<sup>28</sup>.

Después de la cosecha, los efluentes procedentes de la acuicultura pueden transportarse hasta una cuenca de sedimentación antes de su vertido en las aguas receptoras. Una vez vaciado el estanque, el fondo se limpia para eliminar los sedimentos compuestos por alimentos sin consumir y heces. En los sistemas intensivos y semiintensivos, se suele dejar que los estanques se sequen por completo y a continuación se someten a un tratamiento (por ejemplo, con cal y pesticidas) para controlar las enfermedades, los organismos rivales y los depredadores antes de comenzar el siguiente ciclo de producción. En el caso de jaulas y corrales, se eliminan las incrustaciones de las redes mediante un proceso de limpieza mecánica seguido a menudo de un baño químico de las redes destinado a reducir la sedimentación en las mismas durante el período de crecimiento.



<sup>28</sup> Ver las Guías sobre MASS para el Procesamiento de pescado para obtener orientaciones prácticas sobre las cuestiones de MASS del sector.