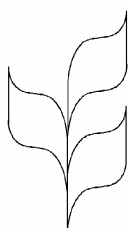




CBD



**CONVENIO SOBRE LA
DIVERSIDAD
BIOLÓGICA**

Distr.
GENERAL

UNEP/CBD/SBSTTA/8/9/Add.2
27 de noviembre de 2002

ESPAÑOL
ORIGINAL: INGLÉS

**ÓRGANO SUBSIDIARIO DE ASESORAMIENTO
CIENTÍFICO, TÉCNICO Y TECNOLÓGICO**

Octava reunión

Montreal, 10-14 de marzo de 2003

Cuestión 5.2 del orden del día provisional*

**DIVERSIDAD BIOLÓGICA MARINA Y COSTERA: EXAMEN, ELABORACIÓN
ADICIONAL Y PERFECCIONAMIENTO DEL PROGRAMA DE TRABAJO**

Informe resumido del Grupo especial de expertos técnicos en maricultura

Nota presentada por el Secretario Ejecutivo

RESUMEN EJECUTIVO

El Grupo especial de expertos técnicos en maricultura fue creado por la Conferencia de las Partes al adoptar el programa de trabajo sobre diversidad biológica marina y costera en su cuarta reunión (decisión IV/5, anexo). El grupo de expertos fue creado para asistir al Órgano subsidiario de asesoramiento científico, técnico y tecnológico (OSACTT) en su labor sobre el tema de la maricultura. En las atribuciones se encomendó al grupo que:

(a) Evaluara el estado actual de los conocimientos científicos y tecnológicos acerca de los efectos de la maricultura sobre la diversidad biológica marina y costera.

(b) Proporcionara directrices sobre criterios, métodos, técnicas y las mejores prácticas para evitar los efectos perjudiciales de la maricultura, y también para el consiguiente mejoramiento de las reservas de la diversidad biológica marina y costera y para aumentar los efectos positivos de la maricultura sobre la productividad marina y costera.

Al evaluar el estado actual de los conocimientos acerca de los efectos de la maricultura sobre la diversidad biológica marina y costera, el grupo determinó las principales especies y métodos de maricultura y sus efectos sobre la diversidad biológica (sección II). El grupo convino en que toda forma de maricultura afecta la diversidad biológica en los niveles genético, de las especies y de los ecosistemas, pero que en

* UNEP/CBD/SBSTTA/8/1.

/...

Para economizar recursos, sólo se ha impreso un número limitado de ejemplares del presente documento. Se ruega a los delegados que lleven sus propios ejemplares a las reuniones y eviten solicitar otros.

determinadas circunstancias la maricultura podría mejorar también la diversidad biológica a escala local (sección IV). Los principales efectos comprenden la degradación de hábitats, la alteración de los sistemas tróficos, el vaciamiento de los bancos de semen naturales, la transmisión de enfermedades y la reducción de la variabilidad genética. Los efectos sobre la diversidad biológica de contaminantes como los productos químicos y los fármacos no están muy estudiados, pero en general se presume que son negativos.

Existen muchos métodos y técnicas disponibles para evitar los efectos perjudiciales de la maricultura sobre la diversidad biológica, que se resumen en la sección III del presente documento. Lo más importante que incluyen es la selección del sitio apropiado, así como una gestión óptima, comprendida una alimentación apropiada. Otras medidas de mitigación comprenden el cultivo de diferentes especies reunidas (policultura) y el uso de sistemas cerrados y especialmente recirculantes. Muchos de los otros impactos pueden evitarse con mejores prácticas de gestión y otros adelantos tecnológicos. Existen varios principios, normas y procedimientos de certificación internacionales y regionales específicos para la acuicultura, que se describen en la sección V del presente documento.

RECOMENDACIONES SUGERIDAS

Quizás el Órgano subsidiario de asesoramiento científico, técnico y tecnológico crea conveniente:

- (a) *Acoger con beneplácito* el informe resumido del Grupo especial de expertos técnicos sobre maricultura y el informe completo del grupo presentado como documento de información;
- (b) *Expresar su reconocimiento* a la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) por el apoyo técnico y las instalaciones logísticas ofrecidas para la reunión del Grupo especial de expertos técnicos en maricultura;
- (c) *Tomar nota* de los efectos perjudiciales para la diversidad biológica de la maricultura, tal como se describe en la sección II del presente documento, y de los métodos y técnicas disponibles para mitigarlos, como se describe en la sección III siguiente;
- (d) *Tomar nota asimismo* de que la maricultura puede tener algunos efectos positivos sobre la diversidad biológica, como se describe en la sección IV siguiente;
- (e) *Instar* a las Partes y otros gobiernos a adoptar el uso de métodos y técnicas pertinentes para evitar los efectos perjudiciales de la maricultura sobre la diversidad biológica marina y costera, e incorporarlos a sus estrategias y planes de acción nacionales sobre la diversidad biológica;
- (f) *Reconocer* la complejidad de las actividades de maricultura, las circunstancias muy variables de las diferentes zonas geográficas, prácticas de maricultura y especies cultivadas, así como las condiciones sociales, culturales y económicas que incidirán sobre las opciones de mitigación y, por lo tanto, *recomendar* que las Partes y otros gobiernos adopten el uso de los siguientes métodos, técnicas o prácticas específicos para evitar los efectos perjudiciales de la maricultura para la diversidad biológica:
 - (i) La aplicación obligatoria de evaluaciones del impacto ambiental, o evaluaciones y procedimientos de vigilancia semejantes, para los emprendimientos de maricultura, prestando la debida consideración a la escala y naturaleza de la operación, así como a las capacidades de tolerancia del ecosistema, teniendo en cuenta las directrices sobre la integración de consideraciones acerca de la diversidad biológica en la legislación y/o procedimientos sobre evaluación del impacto ambiental y en la evaluación del impacto estratégico, avaladas por la Conferencia de las Partes en su

/...

decisión VI/7 A. Es necesario afrontar los probables impactos inmediatos, intermedios y a largo plazo en todos los niveles de la diversidad biológica;

- (ii) La elaboración de métodos efectivos de selección de sitios, en el marco de la ordenación integrada de zonas marinas y costeras;
- (iii) La elaboración de métodos efectivos para el control de efluentes;
- (iv) La elaboración de planes apropiados de gestión de recursos genéticos en el nivel de viveros y en las zonas de cría, comprendidas las técnicas de criopreservación, destinados a la conservación de la diversidad biológica;
- (v) La elaboración de métodos controlados de reproducción en viveros de bajo costo y genéticamente seguros, accesibles para un uso extendido, con el fin de evitar la recolección de semen en la naturaleza;
- (vi) El uso de aparejos de pesca selectivos para evitar/minimizar la pesca secundaria en los casos en que el semen se recoge en la naturaleza;
- (vii) El uso de especies locales en la maricultura;
- (viii) La aplicación de medidas efectivas para evitar la liberación involuntaria de especies de maricultura y poliploides fértiles;
- (ix) Evitar el uso de antibióticos mediante mejores técnicas de cría;

(g) *Instar* a las Partes y a otros gobiernos a adoptar mejores prácticas de gestión y arreglos jurídicos e institucionales sobre maricultura sostenible, en particular mediante la aplicación del Artículo 9 del Código de conducta para la pesca responsable, así como sobre otras disposiciones del Código relativas a la acuicultura, reconociendo que ofrecen la orientación necesaria para elaborar marcos legislativos y de política en los niveles nacional, regional e internacional;

(h) *Solicitar* al Secretario Ejecutivo que emprenda un amplio examen de los documentos pertinentes sobre las mejores prácticas relativas a la maricultura, y divulgue los resultados, así como las monografías correspondientes, mediante un mecanismo de facilitación, antes de la séptima reunión de la Conferencia de las Partes;

(i) *Aprobar* las prioridades de investigación y vigilancia determinadas por el Grupo especial de expertos técnicos sobre maricultura expuestas en el anexo I siguiente, y *recomendar* su ejecución como parte del programa de trabajo sobre la diversidad biológica marina y costera;

(j) *Recomendar* que el Secretario Ejecutivo, en colaboración con la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación y otras organizaciones pertinentes, explore los medios de ejecutar esas prioridades de investigación y vigilancia, incluso una evaluación de las maneras en que puede usarse la maricultura para restaurar o mantener la diversidad biológica;

(k) *Recomendar* que el Secretario Ejecutivo, en colaboración con la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación y otras organizaciones pertinentes, armonice el empleo de los términos relativos a la maricultura, desarrollando más y adoptando el glosario de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación;

(l) *Expresar su apoyo* a la colaboración regional e internacional para afrontar los impactos transfronterizos sobre la diversidad biológica de la maricultura, como la propagación de enfermedades y las especies exóticas invasoras;

/...

(m) *Decidir fomentar* programas de intercambio técnico y de capacitación y de transferencia de instrumentos y tecnología;

(n) *Recomendar* que la Conferencia de las Partes examine la necesidad de apoyar mediante el mecanismo financiero a las Partes que sean países en desarrollo para realizar actividades orientadas por el país con el fin de mejorar las capacidades para mitigar los efectos perjudiciales de la maricultura sobre la diversidad biológica.

ÍNDICE

	<i>Página</i>
RESUMEN EJECUTIVO	1
RECOMENDACIONES SUGERIDAS	2
I. ANTECEDENTES	7
II. EVALUACIÓN DEL ESTADO ACTUAL DE LOS CONOCIMIENTOS ACERCA DE LOS EFECTOS DE LA MARICULTURA SOBRE LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA MARINA Y COSTERA	7
A. Volumen y principales especies	7
B. Métodos	8
C. Efectos de la diversidad biológica sobre los principales tipos de maricultura	9
III. CÓMO EVITAR LOS EFECTOS PERJUDICIALES DE LA MARICULTURA SOBRE LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA MARINA Y COSTERA	12
A. Selección del mejor sitio y mejor gestión para reducir los efectos del aporte de nutrientes	12
B. Reducción de los residuos mediante una mejor gestión	13
C. Uso de sistemas cerrados y de recirculación (tanto para la cría de peces de aletas como de camarones)	14
D. Maricultura integrada (policultura)	15
E. Producción de larvas en instalaciones de acuicultura en vez de las naturales	15
F. Cómo mitigar los efectos de los antibióticos	16
G. Cómo mitigar los efectos de los plaguicidas, piscicidas y parasiticidas	16
H. Cómo reducir el uso de hormonas	16
I. Cómo evitar la propagación de enfermedades	17
J. Cómo evitar la fugas	17
IV. CÓMO AUMENTAR LOS EFECTOS POSITIVOS DE LA MARICULTURA SOBRE LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA Y LA PRODUCTIVIDAD MARINA Y COSTERA	18
V. DIRECTRICES SOBRE MARICULTURA RELACIONADAS CON LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA	19
A. Principios y normas	19
B. Certificación	19

Anexos

I. RECOMENDACIONES PARA FUTUROS PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN Y VIGILANCIA	22
II. REFERENCIAS	24

/...

I. ANTECEDENTES

1. El Grupo especial de expertos técnicos en maricultura fue creado por la Conferencia de las Partes al adoptar el programa de trabajo sobre la diversidad biológica marina y costera en su cuarta reunión (decisión IV/5, anexo). El grupo de expertos fue creado para asistir al OSACTT en su labor sobre el tema de la maricultura. Las atribuciones del grupo fueron aprobadas por la Conferencia de las Partes en su quinta reunión, en la decisión V/3. La labor del grupo está destinada a ayudar a ejecutar el elemento 4 (maricultura) del programa de trabajo sobre la diversidad biológica marina y costera. El objetivo operacional de este elemento del programa es el siguiente:

“Evaluar las consecuencias de la maricultura para la diversidad biológica marina y costera y fomentar técnicas que minimicen los impactos perjudiciales.”

2. En sus atribuciones, se solicitó al grupo que:

(a) Evaluara el estado actual de los conocimientos científicos y tecnológicos acerca de los efectos de la maricultura sobre la diversidad biológica marina y costera;

(b) Suministrara orientación sobre criterios, métodos y técnicas que eviten los efectos perjudiciales de la maricultura, y del consiguiente aumento de las reservas, sobre la diversidad biológica marina y costera y realcen los efectos positivos de la maricultura sobre la productividad marina y costera.

3. En la decisión V/3, párrafo 15, se pidió al grupo que determinara las mejores prácticas de maricultura.

4. El grupo de expertos se reunió del 1 al 5 de julio de 2002, en la sede de la FAO en Roma. La lista completa de miembros del grupo figura en su informe completo, que se distribuirá como documento de información para la octava reunión del OSACTT. El personal de la División de recursos de pesca de la FAO aportó apoyo logístico y técnico a la reunión.

5. En la sección II de la presente nota se hace una evaluación del estado actual de los conocimientos científicos y tecnológicos acerca de los efectos de la maricultura sobre la diversidad biológica marina y costera. Esa sección corresponde a la parte a) de las atribuciones y en ella se examinan las principales especies y métodos de la maricultura y sus repercusiones. En la sección III se presentan criterios, métodos, las mejores prácticas y tecnología para evitar los efectos perjudiciales de la maricultura sobre la diversidad biológica marina y costera, mientras en la sección IV se examinan sus efectos positivos. Estas secciones corresponden a la parte b) de las atribuciones. Además, se ofrece en la sección V del informe un resumen de las directrices internacionales y regionales sobre maricultura.

II. EVALUACIÓN DEL ESTADO ACTUAL DE LOS CONOCIMIENTOS ACERCA DE LOS EFECTOS DE LA MARICULTURA SOBRE LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA MARINA Y COSTERA

A. *Volumen y principales especies*

6. La maricultura es el cultivo y la cría de vegetales y animales marinos en agua salobre o medios marinos. Aunque aún es mínima frente al tonelaje de organismos cultivados en agua dulce, la producción marícola está creciendo en todo el mundo. Las estadísticas de la FAO muestran un incremento desde unos 9 millones de toneladas en 1990 hasta más de 23 millones de toneladas en 1999. Pero este aumento

/...

es resultado de una mayor producción en unas pocas especies. En el informe completo del grupo de expertos se enumeran las principales especies de maricultura, a base de las estadísticas de la FAO para 2000.

B. Métodos

7. A pesar de la enorme variedad de organismos marinos cultivados, los métodos empleados pueden reducirse a unas pocas estrategias básicas. Aunque hay numerosos esquemas para agrupar clases de acuicultura (p.ej. autotrófica vs. heterotrófica), los métodos de maricultura presentados aquí se agrupan de un modo orientado por el sentido común que facilita la identificación y visualización de sus efectos sobre la diversidad biológica. En el informe completo del grupo de expertos se presenta información detallada sobre cada método de cultivo. Las categorías de cultivo son:

- (a) Para los *moluscos*:
 - (i) Cultivo vertical o en rejilla;
 - (ii) Cultivo colgante;
 - (iii) Cultivo de fondo;
 - (iv) Cultivo en tanque con base de tierra;
 - (v) Cría marina extensiva;
- (b) Para los *equinodermos*:
 - (i) Cultivo en tanque;
 - (ii) Cultivo en jaula;
 - (iii) Cría marina extensiva;
- (c) Para los *crustáceos*:
 - (i) Cultivo en estanque;
 - (ii) Cultivo en canal;
 - (iii) Cultivo en jaula;
 - (iv) Cría marina extensiva;
- (d) Para las *plantas acuáticas marinas*:
 - (i) Cultivo suspendido (línea larga, balsa, red) ;
 - (ii) Cultivo de fondo;
 - (iii) Cultivo en tanque;
- (e) Para los *peces de aletas*:
 - (i) Cultivo en jaula (playa adentro o mar afuera);
 - (ii) Cultivo en corral;
 - (iii) Cultivo en estanque y canal (sistemas en la corriente y de recirculación);
 - (iv) Cría marina extensiva.

/...

8. La policultura o cultivo de dos o más especies pertenecientes a distintos niveles tróficos en el mismo sistema, tiene larga historia en la acuicultura de agua dulce, especialmente en China. Entre algunos ejemplos marinos, cabe citar el mero y el cangrejo barrero en estanques; el *milkfish* y *sigánidos* en jaula de red marina; las vieiras de mar colgadas de corrales de red para salmones; los camarones y las vieiras; y la vieira *ezo*, las algas marinas japonesas y la holoturia se cultivan combinados con estructuras marícolas de aguas abiertas, como las jaulas para peces de aletas.

C. Efectos sobre la diversidad biológica de los principales tipos de maricultura

9. Todas las formas de maricultura, al margen de la estructura física o de la motivación económica, afectan la diversidad biológica en los niveles genético, de las especies y de los ecosistemas. La maricultura puede modificar, degradar o destruir hábitats, alterar los sistemas tróficos, agotar el banco de semen natural, transmitir enfermedades y reducir la variabilidad genética. Por ejemplo, los manglares costeros han sido convertidos en estanques de camarones, en aguas cerradas o semicerradas que han sido afectadas por la carga (o el vaciado) de nutrientes, y los hábitats bénticos afectados por prácticas de cultivo de bivalvos de fondo y por la sedimentación. En esta sección se presenta un resumen de los principales efectos de la maricultura para la diversidad biológica. En el informe completo del grupo de expertos podrá encontrarse una amplia exposición sobre este tema.

10. La maricultura podría también mejorar la diversidad biológica local en determinadas circunstancias, por ejemplo algunas aves podrían resultar atraídas a los sitios de maricultura y los arrecifes artificiales, actuando como mecanismos de acumulación de especies, pueden mejorar la diversidad biológica. Los programas de replantación de coral *in situ* también han demostrado tener un efecto positivo sobre la diversidad biológica de los arrecifes. 1/

11. Según las fuentes de energía usadas para producir biomasa, la maricultura podría dividirse en:

(a) Sistemas tróficos de base orgánica autóctona o “naturales”, como el cultivo de algas marinas y el cultivo en balsa de mejillones u ostras. Esas prácticas de cultivo extraen su energía de la radiación solar o de fuentes de nutrientes ya disponibles en los ecosistemas naturales, y tienden a tener menos efectos negativos sobre la diversidad biológica. En algunos casos, su repercusión sobre la diversidad biológica puede ser incluso positiva;

(b) Sistemas tróficos de base orgánica alóctona o “artificiales”, como el cultivo en red y en estanque de peces y camarones, que extraen energía sobre todo de los alimentos provistos por los criadores y es más probable que alteren los ecosistemas naturales.

12. Todos los efectos ambientales dependen en gran medida de la sensibilidad de un ecosistema particular o de su tipo. Por lo tanto, algunos hábitats y ecosistemas son particularmente vulnerables, como los que han sido identificados como amenazados o sensibles, ya sea debido a su rareza o a su vulnerabilidad al cambio. Esos ecosistemas comprenden los manglares, estuarios, lechos de *zostera* marítima, arrecifes de coral y comunidades bénticas específicas. Los impactos dependerán en cada caso de los diferentes requisitos de capacidad para sobrellevar las diversas prácticas de cultivo en cualquier ecosistema determinado, los cuales se conocen sin embargo muy poco.

13. Considerando el destino de los subproductos de las prácticas de cultivo, ciertas materias que incluyen formas orgánicas de nitrógeno y fósforo y sulfatos se mueven típicamente hacia abajo, cayendo al bentos, mientras el dióxido de carbono, el carbono orgánico disuelto y diversos nutrientes (p.ej., amonio y fosfato) se mueven frecuentemente en la columna de agua. Las comunidades bénticas (p.ej., microbios y

1/ Ekaratne, comunicación personal.

alimentos en suspensión) modulan sus rutas de transporte como lo hace la estructura de las comunidades pelágicas. La estructura y función de esas comunidades son modificadas a su vez por esos procesos.

14. No se han estudiado bastante los peligros potenciales para la diversidad biológica en zonas que reciben descargas de contaminantes, como productos químicos, fármacos y otros aditivos usados en maricultura. Esas descargas son resultado del uso excesivo de esos contaminantes. La falta de acceso a la información sobre el uso apropiado ha llevado a algunos acuiculturistas a aplicar mal ciertos productos químicos (p.ej., los antibióticos). Los vendedores y las empresas farmacéuticas pueden alentar también una mala aplicación. Entre los productos químicos usados corrientemente figuran los antibióticos, los plaguicidas, los desinfectantes, los antiochambre y las hormonas.

15. Muchos plaguicidas usados para controlar parásitos y hongos son biológicamente poderosos, aun en cantidades inferiores a los límites de detección química. Los efectos sobre el medio ambiente marino no han sido bien estudiados, aunque por lo general se supone que son negativos.

16. También se usan productos químicos como agentes antiochambre y como desinfectantes. En los países desarrollados, antiochambres como el TBT están prohibidos para fines de acuicultura, pero todavía se usan en otros países, donde siguen afectando la diversidad biológica.

17. Las hormonas se usan para inducir o impedir la maduración reproductiva, para la inversión de sexos y para fomentar el crecimiento. Las aplicaciones de hormonas incorporadas al baño y a la comida son, obviamente, más inquietantes que la inyección controlada en animales de cría individuales, porque se liberan fácilmente en las aguas circundantes, donde pueden persistir en el medio ambiente o en productos de acuicultura. El uso de hormonas no está bien documentado y a veces se lleva adelante sin una suficiente comprensión de las cantidades necesarias.

18. Los parásitos en un plantel cultivado plantean problemas, no sólo a los acuiculturistas, sino también a otros organismos en el medio ambiente. En Columbia Británica, por ejemplo, una teoría sobre el aumento de la infección por *Parvicapsula* en el salmón migratorio del Pacífico apunta a la adquisición en una granja ictícola. Se sospecha que el parásito está vinculado a profundos cambios en el comportamiento migratorio del salmón, que provocan masiva mortalidad previa al desove y quizás sean responsables de la caída de la diversidad en el nivel de la población. ^{2/}

19. Las especies carnívoras marinas de gran valor que se cultivan requieren alimentos que contengan fuentes de proteínas animales. El efecto más evidente en la cría de estas especies carnívoras como el salmón, la trucha y el *sea bream*, es que se nutre de más proteínas al pez que se destinará más tarde al consumo humano. La mayor parte de esos alimentos proceden de fuentes marinas, en forma de harina de pescado y aceites de pescado, y el porcentaje de harina de pescado incorporada al alimento para peces ha ido aumentando, del 10% en 1988 al 17% en 1994 y al 33% en 1997. ^{3/} Aunque se están elaborando proteínas vegetales para incorporarlas a las fuentes de proteínas en los alimentos para peces, tal vez no sea posible sustituir por completo los aceites de pescado en los alimentos para peces, porque tienen un efecto benéfico en su resistencia contra las enfermedades de los peces.

20. La pesca de peces chicos para convertirlos en harina de pescado deja menos cantidad en la cadena alimentaria para otros peces depredadores de valor comercial, como el tiburón, y para otras especies marinas depredadoras, como las aves marinas y las focas. Pauly *et al.* (1998) han reconocido una tendencia importante en la acuicultura de “cría hacia arriba en la cadena alimentaria”, que estudian en

^{2/} C.Wood, comunicación personal 2002.

^{3/} Davenport *et al.*, en prensa.

combinación con el problema mundial de la “pesca hacia abajo en la cadena alimentaria”. Pero esta afirmación sigue siendo motivo de polémica. La intensificación de la acuicultura, especialmente en Asia, y su concentración en especies carnívoras de mayor valor, aumenta inexorablemente la dependencia con respecto a la pesca de captura al aumentar la producción de alimento. El carácter competitivo que imponen a las pesquerías marinas las pesquerías de captura y cultivo merece ser más investigado.

21. El cultivo de bivalvos capta nutrientes de la cadena alimentaria marina. Sin embargo, sólo incide negativamente en la diversidad biológica si el carbono y el nitrógeno que retiran de la columna de agua aumentan excesivamente, dejando menos para otros herbívoros y el fitoplancton, y afectando el crecimiento y la reproducción de zooplancton y de otros animales marinos herbívoros. Los bivalvos toman materia en partículas suspendidas en el agua y la convierten en partículas más densas que caen al fondo. El cultivo extensivo permanente de bivalvos puede aportar cambios en la red alimentaria costera, alterando el proceso de eutroficación.

22. La pérdida o alteración de hábitats se convierte en efecto de la diversidad biológica cuando cambia las condiciones de vida para otras especies. La recolección de semen de hábitats como los fondos de lagunas usando equipos destructivos provoca la destrucción y/o alteración de hábitats. La maricultura ocupa espacio, a menudo mucho espacio, no sólo en bahías y océanos, sino también en las playas vecinas. Convertir los humedales de mareas en estanques para camarones y construir caminos, diques y canales, amenaza la diversidad de los hábitats bénticos en los trópicos, en particular en Latinoamérica y Asia. Se pierden marismas y manglares que actúan como viveros para poblaciones de camarones y peces silvestres y entran menos detritus de hierba de manglar y de pantano en las cadenas alimentarias costeras. El drenaje de estanques para cosecha libera enfermedades, antibióticos y nutrientes en las aguas de estuarios y costeras. A pesar de las posibles repercusiones en gran escala, siguen siendo muy poco estudiados los efectos en la zona costera.

23. Los efectos locales o más extendidos sobre especies a las que no se apunta, como en la recolección secundaria de semen en la naturaleza, no han sido bien estudiados. En los sistemas de cultivo en que no hay ningún método de control artificial de la reproducción, o donde tales métodos existen pero están fuera del alcance de los criadores locales, la recolección manual de alevines para crecimiento puede eliminar importantes cantidades de biomasa y diversidad biológica. Por ejemplo, la recolección de una larva de camarón tigre supone la eliminación de otros 1.400 individuos de macrozooplancton.

24. En el cultivo con corral de red, las condiciones de apretujamiento y tensión provocan frecuentemente brotes de infección. A veces, las infecciones son resultado de organismos naturalmente presentes en el pez en libertad; en otros casos, el organismo patógeno es exótico.

25. Los efectos genéticos de la maricultura son diversos y muy importantes para la diversidad biológica. A diferencia de muchos de los otros efectos examinados hasta ahora, comprender los efectos genéticos exige un alto nivel de comprensión de la estructura genética de las poblaciones tanto cultivadas como silvestres, algo con que no contamos para ninguna especie. El campo de la genética molecular de los peces sólo está empezando a ampliarse rápidamente, a medida que se dispone de nuevas técnicas de análisis. Los efectos genéticos de los animales marinos cultivados son involuntarios (por fugas de animales cultivados) o deliberados (por mejoramiento o cría marina extensiva), y pueden causar la pérdida de diversidad genética. Esa variación reducida de las interpoblaciones no es algo necesariamente malo para las poblaciones cultivadas, pero puede tener un impacto a largo plazo sobre la supervivencia de las especies si los plantales cultivados se entremezclan con sus vecinos silvestres.

26. Suele sugerirse la producción de peces estériles como una tecnología de mitigación. Sin embargo, aunque los peces estériles no pueden fundar poblaciones silvestres ni entrecruzarse con peces silvestres, sí

pueden competir por comida con los peces silvestres, propagar enfermedades y alterar los sitios de anidación naturales. Los tetraploides fértiles fugados o liberados pueden cruzarse con peces silvestres y alterar el éxito del desove en general. La transferencia de genes (no utilizada todavía en maricultura comercial) puede tener efectos ecológicos si el DNA introducido provoca cambios importantes en la función ecológica de los peces transgénicos (aumentando, por ejemplo, su tamaño o su capacidad para usar nuevas fuentes de alimentación). Los peces transgénicos a los que se les ha añadido un gene para acelerar su crecimiento, por ejemplo, podrían superar con éxito a los peces silvestres en la competencia por sitios de alimentación o de desove, mientras que los peces modificados para tolerar el frío podrían invadir los territorios de especies más nórdicas. También pueden surgir (múltiples) efectos pleiotrópicos imprevistos.

27. Como gran parte de la acuicultura mundial se basa en especies fuera de su territorio nativo, las fugas son una constante inquietud para la diversidad biológica. Muchas especies marinas exóticas son resultado de plántulas de cultivo fugadas que se han establecido firmemente lejos de sus territorios de origen. Cuando se han establecido poblaciones autosuficientes a partir de fugas, podrían interactuar con las comunidades nativas de muchos modos, entre ellos con depredación, competencia e incluso eliminación de especies nativas. El riesgo es mayor, probablemente, en el caso de fugas de especies que ocupan nichos similares a los locales, porque es más probable que interactúen con poblaciones nativas y afecten su supervivencia. Se ha estudiado muy poco la capacidad de las poblaciones naturales para recuperarse de la introgresión de genes cultivados.

III. CÓMO EVITAR LOS EFECTOS PERJUDICIALES DE LA MARICULTURA SOBRE LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA MARINA Y COSTERA

28. Aunque la maricultura presenta diversos efectos perjudiciales para la diversidad biológica, muchos de esos efectos pueden mitigarse o eliminarse. En algunos casos, incluso pueden producirse ciertos efectos positivos en relación con la diversidad biológica. Es importante mencionar que la maricultura basada en alimentación alóctona (la mayoría de los peces de aletas y los crustáceos) podría tener más efectos perjudiciales y más graves que la maricultura basada en alimentos autóctonos (filtrófagos, macroalgas, sedimentófagos). Entre los aspectos más promisorios para evitar los efectos perjudiciales de la diversidad biológica de la maricultura se cuentan la reducción de residuos por una mejor gestión, los cambios en la nutrición (reformulación de alimentos, reducción en el uso de proteínas animales, mejor utilización) y mejoras tecnológicas como los “sistemas cerrados”. En esos tanques o estanques cerrados, pueden tratarse los efluentes de modo de evitar la emisión de productos químicos, antibióticos, enfermedades y exceso de nutrientes. En el informe completo del grupo de expertos se presenta una descripción de los problemas, impactos, principales instrumentos de mitigación y de los resultados de la mitigación.

A. Selección del mejor sitio y mejor gestión para reducir los efectos del aporte de nutrientes

29. La selección del sitio apropiado suele ser el mejor instrumento para la gestión y mitigación de los aportes de nutrientes en el medio ambiente. En algunos casos, esos aportes de nutrientes podrían tener efectos positivos sobre la productividad y la diversidad biológica local. La cuestión clave es no permitir que los nutrientes se pierdan por degradación bacteriana, sino que entren en las cadenas de alimentación naturales o artificiales en el caso de la policultura.

30. Los modelos matemáticos pueden ayudar a calcular los impactos relativos de una explotación de maricultura. Pero para esa modelización suele ser difícil encontrar información básica, como los cálculos de otros aportes de nutrientes en masas de agua. Se requiere la cooperación con otros sectores. Los

tipos de modelos matemáticos comprenden modelos de equilibrio de masa y modelos hidrológicos para determinación de sitios, así como el uso de instrumentos de los sistemas de información geográfica (SIG/GIS). Además, la aplicación de la ordenación integrada de zonas marinas y costeras (OIZMC) puede contribuir a optimizar la distribución espacial y ayudar a mitigar los efectos de la maricultura.

B. Reducción de los residuos mediante una mejor gestión

31. El grado de incidencia de los residuos de efluentes depende de los parámetros de cría, que comprenden las especies, el método de cultivo y el tipo de alimentación, así como del carácter del medio ambiente receptor, en términos de física, química y biología. ^{4/} Los residuos de las granjas ictícolas marinas pueden contener altas concentraciones de nutrientes orgánicos e inorgánicos. Es evidente que en el caso de los métodos de cultivo que suponen el uso de alimentos basados en harina de pescado, habrá una transferencia de nutrientes a las aguas receptoras (así como relaciones de nutrientes originales) que pueden tener el potencial de producir aumentos en las concentraciones de nutrientes y en última instancia provocar eutroficación. La eutroficación se define como “un aumento en el índice de aporte de materia orgánica a un ecosistema”. Que se produzca eutroficación como consecuencia de la adición de nutrientes dependerá del estado del medio ambiente receptor, que puede variar espacialmente, por períodos breves o por estaciones, según los factores que limiten primordialmente la producción. ^{5/}

Cómo mejorar la eficiencia del proceso de alimentación

32. Puede lograrse una reducción del aporte de nutrientes mejorando la eficiencia de la conversión de alimentos. Esto puede hacerse mejorando las fórmulas de los alimentos, de modo que sean más apetecibles, aumentando el consumo y reduciendo el desperdicio de alimento. También podría lograrse una reducción de los efectos usando algunas razas eficientes de peces, mariscos, etc.

33. Puede lograrse una reducción del aporte de residuos alimentarios mediante diversos métodos, entre ellos: el uso de detectores acústicos en las jaulas marinas para reducir la pérdida de bolitas de comida, el uso de sensores que detecten cuándo reducen los peces su actividad alimentaria, conectados con controladores de aporte y mediante el uso de sistemas para recoger y recuperar los residuos de alimentos.

34. Cuando no se cuente con sistemas de alimentación automáticos y controlados, crear conciencia entre los empleados de la granja sobre los efectos ambientales y económicos del desperdicio de alimentos y capacitarlos para una alimentación manual eficiente puede contribuir a reducir el uso de alimento.

Reducción de nitrógeno y de fósforo en las dietas

35. Generalmente se supone que el nitrógeno es el nutriente que limita el crecimiento del fitoplancton en las aguas marinas. Por lo tanto, minimizar el aporte directo de residuos nitrogenados al medio ambiente desde las granjas de peces de aletas puede minimizar los efectos potenciales de eutroficación. El nivel de nitrógeno en los alimentos ha disminuido, a medida que las fórmulas de los alimentos se alinean más estrictamente con las demandas dietéticas de los peces. En especial, las dietas modernas tienden a contener más lípidos y menos proteínas, lo cual ha contribuido a una reducción general de los índices de conversión de alimentos y a una reducción en los aportes de residuos nitrogenados.

^{4/} Wu, 1995.

^{5/} Black, 2001.

36. En el cultivo de camarones debería estudiarse el uso de alimentos naturales en el estanque, como zooplancton y organismos bénticos, para complementar las dietas con fórmula. Esa práctica reduciría la carga alóctona en los estanques. Prácticas de gestión de los estanques como la aireación, el índice de alimentación y el índice de acumulación deberían orientarse a mejorar la alimentación natural en los estanques.

37. En el cultivo de camarones debería usarse alimentación con fórmula baja en fósforo y nitrógeno, para reducir la presencia de eutroficación en el agua del estanque y en las masas de agua asociadas. Sin embargo, el movimiento hacia este fin es muy lento, quizás por la falta de conciencia ambiental entre los productores de alimento para camarones.

Mejor gestión de los estanques para camarones

38. Los criadores de camarones dejan correr normalmente las aguas enriquecidas del estanque durante el cambio de agua y la materia orgánica escurrida del fondo del estanque al final de cada cosecha hacia el estuario, provocando graves problemas de eutroficación. Una reducción de la frecuencia en el cambio de agua mitigaría los problemas de eutroficación en el estuario. En zonas proclives a enfermedades o contaminadas, las prácticas de cultivo muestran una tendencia hacia el sistema de cultivo cerrado, donde no se requiere agua de fuentes externas durante el período de cultivo.

39. El uso de probióticos, preferiblemente locales, debería mejorar la calidad del agua de los estanques, produciendo un mejor índice de conversión de alimentos, una mayor producción de camarones y efluentes más limpios. 6/

40. La limpieza del lodo del fondo de los estanques para camarones después de cada cosecha y la extracción de nutrientes de los sedimentos debería no sólo evitar la eutroficación en el estuario, sino también la recuperación de nutrientes para algas de cultivo en masa en los criaderos de camarones. 7/ Además, la administración del estanque debería asegurar que todos los efluentes del estanque se traten en un depósito que contenga macroalgas, bivalvos y peces, para disminuir la turbiedad y reducir el nitrógeno y el fósforo antes de descargarlos en el mar o o reciclarlos en los estanques. En otros casos, podría hacerse un acoplamiento eficiente de filtrófagos y camarones.

C. Uso de sistemas cerrados y de recirculación (tanto para cultivo de peces de aletas como de camarones)

41. Los sistemas cerrados pueden contener especies domesticadas y evitar que se mezclen con las poblaciones silvestres, evitando que los nutrientes más en partículas pasen al medio ambiente y reduciendo también en gran medida los resultados de los nutrientes disueltos. 8/ Aunque esas instalaciones de reciclaje de agua son caras, brindan mayores oportunidades de planificación de gran alcance y menores riesgos para el propio cultivo y evitan la exportación del exceso de nutrientes a los sistemas costeros naturales. Mejoras en el diseño y la eficiencia de ingeniería de las modernas plantas de agua reciclada permiten mayores densidades de almacenamiento, menos enfermedades, menos fallas y costos más bajos de explotación, así como la reducción de la posible eutroficación de las aguas costeras.

42. La mayoría de los sistemas cerrados pueden incorporar mecanismos para reducir los aportes de nutrientes a las zonas costeras. Los sistemas más sencillos son tanques de colonización para materias

6/ Devarajah et al, 2002.

7/ Yusoff et al 2001.

8/ Ackefors 1999.

orgánicas en partículas, que pueden limpiarse periódicamente. Esos sistemas son muy usados para la producción de salmones jóvenes de agua dulce, donde se usan comúnmente biofiltros, tanques de colonización aireados. Pero la mayoría de estos sistemas no son particularmente eficientes para eliminar el nitrógeno disuelto, lo cual puede provocar eutroficación. Sistemas de recirculación más complejos pueden reciclar hasta un 80% del agua en los tanques.

D. Maricultura integrada (policultura)

43. La policultura tiene larga historia en la acuicultura de agua dulce (especialmente en China) y podría aplicarse más en el medio ambiente marino. En la policultura marina, los bivalvos, las algas marinas y los peces marinos con aletas se producen juntos. Usando esas especies complementarias, los residuos de una pueden ser convertidos en proteínas por las otras. En la producción de peces de aletas, por ejemplo, la comida que no se consume se filtra hacia abajo hasta los bivalvos que se alimentan de la suspensión, o se mezcla con residuos fecales y es absorbida por productores primarios, como las algas marinas (cosechadas directamente), o por el fitoplancton, que es consumido luego por los bivalvos.

44. Los efluentes ricos en materia orgánica del cultivo de camarones también pueden ser utilizados por los bivalvos. Muchas especies pueden filtrar pequeñas partículas y utilizar también las microalgas del efluente. Estas pueden ser especies comercialmente valiosas para cosechar o especies no valiosas para usar como harina de pescado. Esta forma de cultivo es muy promisoria, ya que aumenta la sostenibilidad en muchos tipos de acuicultura, porque mantiene un equilibrio de nutrientes en el medio ambiente y aumenta la eficiencia en la producción de proteínas.

45. Cabe señalar que la mitigación de los efectos del aporte de nutrientes de la maricultura en los ecosistemas marinos requiere conocimientos de la capacidad de aceptación local y regional para recibir nutrientes y conocimientos de las cadenas alimentarias y los procesos de los ecosistemas. Ese tipo de estudios suelen faltar en la mayoría de las evaluaciones de impacto ambiental y en los permisos de licencia. También es necesario articular y acoplar la maricultura con las pesquerías artesanales y la pesca deportiva, como medio de ayudar a los nutrientes a cumplir su ciclo y producir más efectos positivos o neutralizar posibles efectos negativos.

E. Producción de larvas en instalaciones de acuicultura en vez de las naturales

46. En los sistemas de cultivo donde no existen métodos de control artificial de la reproducción, o donde están fuera del alcance de los granjeros locales, la recolección manual de alevines para crecimiento puede eliminar cantidades importantes de biomasa. Esto debería correlacionarse con el impacto de la pesca de individuos jóvenes antes de cualquier contribución reproductiva. Aunque la captura intensa y sin documentar de individuos jóvenes puede llevar a una alteración de la renovación natural de las poblaciones locales, afectando por lo tanto la sostenibilidad de las especies. Además, se prevé un cambio en la diversidad biológica del plancton, redes de alimentación y destrucción de hábitats. Debería insistirse en que esos impactos dependen mucho de la estrategia reproductiva de la especie y de la sensibilidad del ecosistema. Cosechar semen en la naturaleza, seguido de transferencias, podría provocar también una pérdida de la diversidad biológica por los efectos de la heterogeneidad de recursos genéticos de las especies nativas. Aunque puede incidir sobre las actividades sociales, un proceso eficiente de mitigación producirá larvas en instalaciones de acuicultura, de modo de sostener la producción acuícola. La ejecución de un plan así puede conducir a recuperar la diversidad biológica afectada.

47. Nuevas tecnologías como la criopreservación podrían considerarse como un proceso de mitigación para limitar la presión sobre las poblaciones silvestres y optimizar la gestión de la cría y la provisión de

semen en el nivel de viveros. Además, hay una imperiosa necesidad de bases de datos genéticos para evaluar los recursos genéticos y pronosticar todo cambio producido por especies cultivadas.

F. Cómo mitigar los efectos de los antibióticos

48. El abuso en los antibióticos ha ocasionado amplia preocupación acerca de la emergencia y selección de bacterias resistentes. Es un hecho generalmente aceptado que la resistencia a los antibióticos está asociada con la frecuencia de uso en el medio ambiente. ^{2/}

49. Debería ofrecerse capacitación sobre el uso y los efectos perjudiciales de los antibióticos para asegurar su administración correcta. En muchos casos, la irrupción de la enfermedad se debe a malas prácticas en el tratamiento de la salud, que provocan tensión y por lo tanto hacen más sensibles a las enfermedades a los animales cultivados. La vigilancia preventiva y el uso de instrumentos apropiados de diagnóstico suelen ser las mejores prácticas para evitar la irrupción de una enfermedad.

50. Deben redactarse y hacerse cumplir reglamentaciones para reducir el uso de antibióticos. Debería prestarse más atención a reducir los factores de tensión mejorando las prácticas de tratamiento de la salud. En algunos países se ha registrado un sesgo general en la industria para apartarse del uso intenso de productos químicos artificiales y hacia menores densidades de plantel y el uso de probióticos (para mejorar la calidad del agua).

51. Esta situación, combinada con la resistencia del público al uso de antibióticos en algunos países, ha dado origen a intensas investigaciones sobre vacunas para enfermedades infecciosas de animales marinos cultivados. La vacunación permite tratar muy eficazmente algunas enfermedades infecciosas. Las vacunas pueden ser administradas por vía oral o inyectadas, o mediante inmersión o rociado. Entre las principales enfermedades para las que se han desarrollado vacunas figuran la forunculosis, la vibriosis de agua fría, la vibriosis, la yersiniosis y la edwardsiellosis.

52. Deberían alentarse más investigaciones en esta área y debería incluir la estrecha participación de las empresas de cría. A menudo será necesario contar con asistencia económica para ese desarrollo tecnológico, especialmente para los países en desarrollo.

G. Cómo mitigar los efectos de los plaguicidas, piscicidas y parasiticidas

53. Los plaguicidas y piscicidas se usan para eliminar especies que son plagas del medio ambiente circundante. Los residuos suelen ser muy tóxicos y pueden persistir durante semanas en el agua y los sedimentos, a menudo matando organismos a los que no van dirigidos. Las menores densidades de plantel, las distancias lo bastante amplias entre las granjas, los métodos profilácticos y procedimientos generales de gestión (incluso la capacitación apropiada) deberían contribuir en gran medida a evitar el uso de productos químicos para controlar los parásitos externos. O bien, deberían usarse sistemas totalmente aislados.

H. Cómo reducir el uso de hormonas

54. Las alternativas al uso de hormonas incluyen:

(a) Programas apropiados de selección genética, que podrían ofrecer mejor prole y poner de relieve ciertos rasgos que se obtienen de otro modo usando hormonas;

^{2/} Hamilton-Miller 1990 y otros.

(b) El uso de la gestión del fotoperíodo en la producción industrial de salmón. Probablemente es uno de los instrumentos de mitigación más promisorios para el uso de hormonas en el campo de la producción de salmón. Podrían desarrollarse técnicas semejantes para otras especies;

(c) La criopreservación podría ser considerada como un proceso de mitigación para optimizar la gestión de la cría y la provisión de semen en el nivel de vivero.

I. Cómo evitar la transmisión de enfermedades

55. Debería alentarse la prevención como proceso de mitigación para la transmisión de enfermedades, ya que no existen remedios para varias enfermedades de las especies cultivadas. Deberían alentarse mejores programas de vigilancia de enfermedades conocidas y de reciente aparición, así como el uso de instrumentos biomoleculares de diagnóstico.

56. La mitigación debería incluir mediciones de emergencia, como estaciones de cuarentena y aislamiento completo de los organismos infectados que deben ser tratados o transportados para su eliminación. Los efluentes de los sistemas contenidos deberían ser tratados con procedimientos de rayos ultravioletas o de ozono.

57. Para evitar enfermedades, deberían llevarse protocolos de cuarentena y de movimiento de animales, con el fin de minimizar la transmisión de enfermedades. Deberían adoptarse códigos de prácticas internacionales, acuerdos y directrices técnicas para minimizar el riesgo de enfermedades asociadas con el movimiento de los animales acuáticos. Son ejemplos en ese sentido el Código internacional de salud de animales acuáticos de la OIE y el Manual de diagnóstico de enfermedades de animales acuáticos y el Código de práctica sobre las introducciones y transferencias de organismos marinos del Consejo Internacional para la Exploración de los Mares (ICES). Además, se necesitan directrices orientadas regionalmente, como la más reciente (2000) Red de centros de acuicultura en Asia-Pacífico (NACA) de la FAO, las Directrices técnicas regionales para Asia sobre gestión de la salud para el movimiento responsable de animales acuáticos vivos y el Consenso y estrategia de ejecución de Beijing. Debería reforzarse más la colaboración entre organismos regionales e internacionales, como la NACA, OIE, ICES y la FAO, y debería incluir una estrecha colaboración sobre las cuestiones relativas al movimiento transfronterizo de animales acuáticos.

58. Debería alentarse el empleo de especies autóctonas para el cultivo. Además, debería ponerse en marcha el fortalecimiento de la capacidad de salud de los animales acuáticos, junto con mejores instalaciones de laboratorio, protocolos de control y estrategias terapéuticas, para minimizar las pérdidas debidas a la transmisión de enfermedades.

59. Además de lo expuesto, son fundamentales para evitar la transmisión de enfermedades el establecimiento y ejecución de un sistema armonizado de certificación regional, el establecimiento de laboratorios de referencia regionales para la uniformación y validación de los diagnósticos, y el establecimiento de programas regionales de capacitación en cuestiones de salud de animales acuáticos, que incluyan los movimientos transfronterizos, la evaluación de riesgos y planes de emergencia.

J. Cómo evitar las fugas

Especies exóticas

60. Aunque las limitaciones geográficas pueden ser difíciles de encarar, especialmente en los países en desarrollo, debería alentarse la maricultura de especies endémicas. Puede llevarse a cabo un análisis de riesgos antes de cualquier introducción, de modo de evaluar los impactos probables. Mejores prácticas de

/...

gestión pueden limitar la dispersión de las fugas, incluso la selección del sitio fuera de su campo reproductivo para evitar la reproducción. También puede recomendarse el uso de individuos estériles, cuando el riesgo de interacción con la población nativa es limitado. Otras medidas de emergencia deberían ser obligatorias en caso de fugas accidentales.

Especies nativas

61. Las especies nativas cultivadas pueden causar una reducción de la variabilidad genética intra-específica cuando se liberan en el medio ambiente. Del mismo modo, transferir semen dentro del área geográfica de la especie puede afectar la variabilidad genética. Por lo tanto, es indispensable tener un plan apropiado de gestión del plantel. Un enfoque alternativo de mitigación consiste en limitar la dispersión de las razas seleccionadas apoyando la producción de individuos estériles.

IV. CÓMO REFORZAR LOS EFECTOS POSITIVOS DE LA MARICULTURA SOBRE LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA MARINA Y COSTERA Y LA PRODUCTIVIDAD

62. La maricultura podría ayudar a preservar la diversidad biológica cuando, como actividad económica de éxito, pueda ofrecer un escape a la presión depredadora sobre especies acuáticas corrientemente capturadas. Así puede brindar un alivio local, aunque mundial e indirectamente, la acuicultura ha sido acusada por la superexplotación de recursos acuáticos para obtener harina de pescado.^{10/}

63. Las cargas de nutrientes procedentes de la maricultura pueden generar eutroficación y también causar pérdidas de diversidad biológica. Sin embargo, las cargas de nutrientes en las zonas costeras oligotróficas a mesotróficas podrían mejorar la productividad y aumentar la diversidad biológica, aunque puede aducirse que se trata de cambios de las condiciones naturales. Una manera de reducir la impronta ecológica de la cría de salmones es evitar que se pierdan nutrientes por degradación bacteriana. Esto se puede lograr encontrando vías alternativas (a la degradación bacteriana directa) que requerirán procesos para especies y ecosistemas nativos. Aún es un desafío acoplar esos procesos a la actividad de maricultura. Algunas hipótesis ecológicas han propuesto que más aportes de nutrientes podrían ofrecer cadenas alimentarias más amplias y posiblemente mayor diversidad biológica, por lo menos dentro de cierta escala.

64. La selección del mejor sitio (incluyendo el derrame y dispersión óptimos de los nutrientes) podría fomentar en realidad un aumento de la productividad local y total, especialmente en sistemas oligotróficos y mesotróficos, en particular cuando se prevé más heterogeneidad de sustrato, como la construcción de arrecifes artificiales en zonas de fondo blando.^{11/} Angel *et al* (2002) mostraron una notable mejora en las condiciones ambientales en derredor de granjas de peces de aletas, usando arrecifes artificiales. Otras posibilidades incluyen el acoplamiento con algunas formas de cultivo de crustáceos o con lechos naturales de crustáceos. Deberían explorarse todas esas posibilidades.

65. Debería mencionarse además que algunas formas de maricultura, como la producción de crustáceos y macroalgas, podrían contribuir a mejorar la diversidad biológica ofreciendo estructura de hábitat y comida. Ese efecto podría mejorar la estructura de la cadena alimentaria, los flujos y la interacción entre maricultura y peces e invertebrados silvestres.

^{10/} Soto y Jara 1999.

^{11/} Jara y Céspedes 1994.

66. Aunque no está directamente conectada con la maricultura, la sobrepesca y otras actividades afectan la diversidad biológica y producen un vaciamiento de las reservas naturales. La maricultura, bajo actividad reproductiva controlada, podría ser considerada como un proceso de mitigación para la recuperación de la diversidad biológica. Pero esto debería ser encarado mediante un plan de gestión de planteles genéticamente seguro, para evitar la reducción de la variabilidad genética.

V. DIRECTRICES SOBRE MARICULTURA RELACIONADAS CON LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA

A. *Principios y normas*

67. Aunque aún no se ha elaborado específicamente ningún conjunto de criterios internacionalmente acordados para la reglamentación ambiental de las operaciones de acuicultura, se han adoptado muchas reglamentaciones y leyes nacionales y regionales, basadas en gran medida en criterios ambientales científicamente aceptados. Sin embargo, el ICES preparó recientemente un proyecto de directrices para la preparación de documentos de evaluación del impacto ambiental, relativos a la maricultura de crustáceos ^{12/} y la Unión Europea financió el proyecto MARAQUA, en el que también se presentaron los principios científicos que sustentan la vigilancia de los impactos ambientales de la acuicultura. Diversos principios y normas se aplican voluntariamente a la industria, en un intento por reducir su impacto ambiental y mejorar su imagen pública. Además, en su decisión VI/7 A, la Conferencia de las Partes adoptó directrices para incorporar cuestiones relativas a la diversidad biológica en las evaluaciones de impacto ambiental.

68. El Artículo 9 del Código de Conducta de la FAO para la pesca responsable presenta una serie de principios y normas voluntarios que, en caso de aplicarse, aseguran que se tendrán debidamente en cuenta los posibles problemas sociales y ambientales asociados con el desarrollo de la acuicultura y que la acuicultura se desarrollará de manera sostenible. Sin embargo, ofrecer un ámbito receptivo al desarrollo sostenible en maricultura no es sólo responsabilidad de los gobiernos y los productores acuícolas, sino también de los científicos, los medios, las instituciones financieras y los grupos de interés especiales. Otros principios y normas son el Código de Conducta del ICES y el Código de la NACA.

B. *Certificación*

69. Las operaciones de acuicultura pueden ser certificadas como que: (i) producen especies cultivadas según directrices o códigos de práctica, (ii) producen especies cultivadas según normas acreditadas y reconocidas, o (iii) mediante inspecciones y evaluaciones operativas, producen especies según criterios definidos. En la sección siguiente se examinan estos tres métodos de certificación:

(a) Las operaciones de acuicultura son certificadas oficialmente como que producen especies cultivadas según directrices o códigos de práctica, seguidas a veces por un eco-etiquetado del producto. Por ejemplo, la Global Aquaculture Alliance (GAA) es una asociación comercial internacional sin fines de lucro, que fomenta la acuicultura ambientalmente responsable mediante un programa de eco-etiquetado denominado “Programa de Acuicultura Responsable”, que contiene códigos de conducta sobre acuicultura responsable y normas de producción de certificación. Hay otros planes que ponen más énfasis en la certificación de terceros;

(b) Las operaciones de acuicultura pueden ser certificadas como que producen especies cultivadas según normas orgánicas consagradas y reconocidas. Por ejemplo, las Normas básicas de la

^{12/} Véase <http://www.ices.dk/reports/MCC/2002/WGEIM02.pdf>.

Federación Internacional de Movimientos de Agricultura Orgánica (IFOAM) ofrecen normas de producción orgánica para la agricultura y la acuicultura que son utilizadas por órganos de certificación y organizaciones normativas del mundo entero como marco para la elaboración de criterios de certificación. La IFOAM contiene criterios sobre la cría de peces y el mantenimiento de las jaulas; la calidad del agua; la alimentación; la salud; la renovación de planteles, cría y origen de los peces; la propagación de los planteles y reproducción de los peces; y su transporte, matanza y procesamiento;

(c) Las operaciones de acuicultura pueden ser certificadas, mediante inspecciones y evaluaciones operativas, como que producen especies cultivadas según criterios definidos. La certificación es seguida por el eco-etiquetado del producto y requiere por lo común la aplicación de un sistema de gestión ambiental (SGA) documentado. La Organización Internacional de Normalización (ISO) ha elaborado conjuntos de normas generales sobre sistemas de gestión, que ofrecen normas y criterios generales para elaborar un SGA. El sistema de gestión ambiental ISO 14001 ha sido empleado por diversas organizaciones como base de certificación ambiental.

70. Los programas de vigilancia apropiados son indispensables para lograr y mantener una industria marícola respetuosa del medio ambiente. Vigilar y regular el proceso de producción y la medida de la operación también es un prerrequisito para integrar la maricultura en la planificación de las zonas costeras. Sólo cuando se cuenta con datos suficientes pueden formularse con seguridad las necesidades ambientales, incluso la diversidad biológica, y las de la maricultura. En consecuencia, la integración tendrá éxito cuando todos los participantes (usuarios de los recursos costeros) puedan determinar sus necesidades e impactos ambientales, demostrando un alto nivel de credibilidad en sus evaluaciones. Para aumentar la confianza del público, se recomienda dar a conocer los resultados de los programas de vigilancia en curso.

71. Fijar niveles de umbral para los impactos ambientales o las normas de calidad ambiental (NCA) requiere estrecha cooperación entre las autoridades que pueden determinar qué impacto es aceptable y los científicos que comprenden qué significa eso en parámetros mensurables. En muchos países, la tarea está determinada por objetivos de calidad ambiental (OCA) de los cuales se derivan los valores de las NCA. Un sistema OCA/NCA es apropiado, porque contribuirá a implantar sistemas normativos transparentes que se basan en decisiones políticas y en la aceptación pública. Este enfoque abre la posibilidad de definir zonas con diferentes impactos admisibles y, en consecuencia, diferentes valores de NCA. ^{13/}

72. Los programas de vigilancia deben concentrarse en los principales impactos de la maricultura. Se ha sugerido que deberían usarse los siguientes criterios para seleccionar los impactos sobre los cuales debe ponerse el énfasis principal:

(a) La suma de los impactos debe ser importante tanto para el medio ambiente como para la operación de maricultura;

(b) El impacto debe ser conveniente para vigilar; p.ej. debe contarse con métodos de análisis ordinarios y las señales deben ser distinguibles en los niveles de referencia;

(c) Debe contarse con información científica para fijar las NCA apropiadas;

(d) La vigilancia debe ser rentable, ya que muchas operaciones de maricultura son empresas pequeñas.

^{13/} Henderson and Davies, 2000.

Anexo I

RECOMENDACIONES PARA FUTUROS PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN Y VIGILANCIA

El grupo de expertos reconoce que en la actualidad no se cuenta con información suficiente acerca de los efectos de la maricultura en la diversidad biológica y su mitigación. Por lo tanto, deberían realizarse más esfuerzos en las siguientes áreas:

- (a) *Necesidades de investigación generales:*
 - (i) Elaboración de programas de investigación en apoyo de la creación de programas eficientes de vigilancia para vigilar los impactos de la maricultura sobre la diversidad biológica marina y costera;
 - (ii) Elaboración de criterios para juzgar la gravedad de los efectos de la maricultura sobre la diversidad biológica;
 - (iii) Subsiguiente creación de programas de vigilancia para detectar los efectos de la maricultura sobre la diversidad biológica;
 - (iv) Mejora (y transferencia) de sistemas integrados de maricultura, incluso de policultura;
 - (v) Investigación sobre el impacto de las especies de maricultura fugadas sobre la diversidad biológica;
 - (vi) Elaboración de criterios acerca de cuándo se requieren evaluaciones del impacto ambiental, y para la aplicación de evaluaciones del impacto ambiental en todos los niveles de la diversidad biológica, en el contexto de las directrices avaladas por la Conferencia de las Partes en la decisión VI/7 A (genes, especies, ecosistemas);
 - (vii) Observando que el glosario de la FAO se orienta a las pesquerías de captura marina, ampliación de dicho glosario con respecto a la terminología vinculada con la acuicultura;
 - (viii) Refuerzo de las evaluaciones mundiales de la diversidad biológica marina y costera;
- (b) *Investigación relativa a los impactos de la maricultura sobre la diversidad genética:*
 - (i) Elaboración de un plan de gestión de recursos genéticos para la cría;
 - (ii) Investigación destinada a comprender los efectos genéticos de los adelantos biotecnológicos en la acuicultura;
 - (iii) Investigación destinada a comprender la estructura genética de las poblaciones tanto cultivadas como silvestres, que abarque:
 - (iv) Los efectos de la contaminación genética por las poblaciones cultivadas sobre las poblaciones silvestres;
 - (v) El mantenimiento de la viabilidad genética de las poblaciones cultivadas;

/...

- (vi) Estudios de (la genética de) poblaciones silvestres como nuevos candidatos potenciales para la maricultura;

- (c) *Investigación relativa a los impactos de la maricultura sobre la diversidad de las especies:*
 - (i) Apoyo a estudios taxonómicos básicos a escala mundial, quizás conjuntamente con la Iniciativa Mundial sobre Taxonomía (IMT);
 - (ii) Apoyo a estudios destinados a desarrollar una acuicultura responsable utilizando especies autóctonas;
 - (iii) Elaboración de métodos y técnicas para limitar la pesca secundaria en la recolección de semen;

- (d) *Investigación relativa a los impactos de la maricultura sobre la diversidad de los ecosistemas:*
 - (i) Investigación sobre la capacidad de carga y los modelos de capacidad de carga para planificar la acuicultura, en especial los índices de reservas;
 - (ii) Estudios amplios para evaluar cuantitativa y cualitativamente los efectos de la maricultura sobre la diversidad biológica para diversos ecosistemas acuáticos, seleccionados por su grado de sensibilidad;
 - (iii) Investigación sobre el carácter competitivo impuesto a las pesquerías marinas por las pesquerías de captura y cultivo;
 - (iv) Estudios destinados a comprender mejor los efectos de los aportes, como los productos químicos, hormonas, antibióticos y alimentos, sobre la diversidad biológica;
 - (v) Investigación acerca del impacto de las enfermedades en las especies cultivadas y silvestres sobre la diversidad biológica;

- (e) *Investigación relativa a aspectos socioeconómicos, culturales, de política y de legislación:*
 - (i) Estudios comparativos sobre los mecanismos legislativos, económicos y financieros para regular la actividad marícola;
 - (ii) Elaboración de criterios cuantitativos y cualitativos para evaluar los impactos de la maricultura sobre el medio ambiente, según las prácticas culturales;

- (f) *Programas de vigilancia:*
 - (i) Apoyo a programas de vigilancia de enfermedades relacionadas con la maricultura en el nivel mundial;
 - (ii) Apoyo a la transferencia de instrumentos de diagnóstico biotecnológicos de uso general;
 - (iii) Actualización de una base de datos taxonómicos que incluya la diversidad genética en el nivel intraespecífico.

Anexo II

REFERENCIAS ^{14/}

- Ackefors, H. 1999. Environmental impacts of different farming technologies. Pages 145-169 *En N. Svennevig, H. Reinertsen y M. New (eds.). Sustainable aquaculture: food for the future? A. A. Balkema, Rotterdam. 348 pp.*
- Angel, D. N. Eden, S. Breitstein, A. Yurman, T. Katz y E. Spanier. 2002. In situ biofiltration: a means to limit the dispersal of effluents from marine finfish aquaculture. *Hydrobiologia* 469: 1-10.
- Black, K.D. 2001 Sustainability of aquaculture. En “Environmental Impacts of Aquaculture” (Black, K.D. ed.) Sheffield Academic Press, pg. 199 – 212
- Devaraja, T.N. F.M. Yusoff and M. Shariff. 2002. Changes in bacterial populations and shrimp production in ponds treated with commercial microbial products. *Aquaculture*. 206:245-256
- FAO/NACA 2000. The Asia Regional Technical Guidelines on Health Management for the Responsible Movement of Live Aquatic Animals and the Beijing Consensus and Implementation Strategy. FAO Fish. Techn. Pap. No. 402, 53 pp.
- Hall, P.O.J., Holby, O., Kollberg, S. y Samuelson, M.O. 1992 Chemical fluxes and mass balances in a marine fish cage farm. 4 Nitrogen Marine Ecology Progress Series 89, 81 – 91.
- Hamilton-Miller JMI1990. The emergence of antibiotic resistance: myths and facts in clinical practice. *Interns. Cares Med.* 16 (Suppl. 13): 206-211.
- Henderson, A.R. y I.M. Davies 2000 Review of aquaculture, its regulation and monitoring in Scotland. *Journal of Applied Ichthyology* 16: 200 –208
- ICES 1995. ICES Code of Practice on the Introductions and Transfers of Marine Organisms – 1994. ICES Co-op. Res. Rep. No. 204.
- Jara, F. y R. Céspedes. 1994. An experimental evaluation of habitat enhancement on homogeneous marine bottoms in southern Chile. *Bulletin of Marine Science* 55:295-307.
- Naylor, R.L.; Goldberg, R.J.; Primavera, J.H.; Kautsby, N.; Beveridge, M.C.M.; Clay, J.; Folke, C.; Lubchenco, J.; Mooney, H.; Troell, M. 2000. Effect of aquaculture on world fish supplies. *Nature* 405: 1017-1024.
- OIE 2000, International Aquatic Animal Health Code. 3rd edn. Office International des Epizooties, Paris, 153 p.
- Pauly, D., V. Christensen, J. Dalsgaard, R. Froese y F. Torres, Jr. 1998. Fishing down marine food webs. *Science* 279:860-863.

^{14/} En el informe completo del Grupo especial de expertos técnicos en maricultura se encontrará una lista de referencias más amplia.

- Sandnes, K. y A. Ervik. 1999. Industrial marine fish farming. Pages 97-107 *En* N. Svannevig, H. Reinertsen y M. New (eds.). Sustainable aquaculture: food for the future? A. A. Balkema, Rotterdam. 348 pp.
- Shishehchian, F., F.M. Yusoff, M.S. Kamarudin y H. Omar. 1999. Nitrogenous excretion of *Penaeus monodon* post larvae fed with different diets. *Marine Pollution Bulletin* 39: 224-227
- Soto, D. y F. Jara. 1999. Relevance of ecosystemic services provided by species assemblages: coupling salmon farming with biological diversity use and management. *En*: Schei, Sandlund y Stran (Eds), Norway/UN Conference on the ecosystem approach for sustainable use of biological diversity pp 133-137.
- Yusoff, F.M. H.B. Matias, K. Zarina y S.M. Phang. 2001. Use of interstitial water extracted from shrimp pond bottom sediments for marine algal culture. *Aquaculture*. 201 (3-4): 263-270.
- Wu, R.R.S. 1995 The environmental impact of marine fish culture – towards a sustainable future. *Marine Pollution Bulletin* 31: 159 – 166
