

## ASPECTOS MEDIOAMBIENTALES EN LA SELECCIÓN DE SITIOS PARA FONDEO DE JAULAS DE MAR ABIERTO. EVALUACIONES DE IMPACTO.

J.M. VERGARA

Grupo de Investigación en Acuicultura (GIA). Departamento de Biología. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Apdo.550, 35017 Las Palmas. España.

**RESÚMEN:** ASPECTOS MEDIOAMBIENTALES EN LA SELECCIÓN DE SITIOS PARA FONDEO DE JAULAS DE MAR ABIERTO. EVALUACIONES DE IMPACTO.- La mayoría de las actividades de acuicultura no tienen o tienen efectos poco significativos en el medio ambiente. Es además previsible, en la mayoría de los casos de acuicultura marina, que la capacidad medioambiental de carga de las masas de aguas costeras esté lejos de agotarse a causa de la cantidad de desechos recibidos de estas actividades. Por el momento, pueden darse impactos graves en el medio ambiente acuático sólo en circunstancias especiales, como la combinación de malas condiciones hidrográficas y una concentración excesiva de granjas intensivas. Las medidas legislativas y administrativas tendentes a la compatibilidad medioambiental de las distintas prácticas acuícolas deberían ser consideradas en un contexto legislativo más amplio que el actual. Muchos países tienen escasa o nula legislación acuícola específica expresamente destinada a proteger o permitir actividades de acuicultura. Sin embargo, muchos acuicultores deben hacer frente a leyes y reglamentos complejos sobre la propiedad de la tierra, utilización del agua, protección del medio ambiente, sanidad pública y pesca y marisqueo en general. Pocos de entre ellos están redactados específicamente para promover o regular la acuicultura, existiendo confusión, conflictos y solapamientos.

Palabras clave: medioambiente, jaulas, mar abierto, evaluación, impacto.

**SUMMARY:** ENVIRONMENTAL FACTORS AFFECTING SITE SELECTION FOR OFF-SHORE CAGE MARICULTURE. IMPACT ASSESSMENTS.- Most aquaculture activities produce none or little effects on the environment. Moreover, it is foreseeable that in the majority of marine finfish culture facilities the carrying capacity of coastal waters for nutrient loadings is far from depletion. Up to the present, reported negative effects of these waste products tend to occur only under extreme conditions, such as the combination of adverse hydrographic characteristics and the overcrowding of intensive farms in a particular site. Legal measures aiming towards the compatibility of environment and the practice of aquaculture should be considered under a wider policy context. Many countries have scarce or nil specific policies directed to protect or even allow aquaculture activities. However, many farmers have to deal with complex rules and laws concerning land property, water usage, protection of the environment, public health, and fisheries in general. Little of them are specifically aimed to promote or regulate fish farming, leading to confusion, clash of interests, and overlapping.

Key words: environment, cages, off-shore, assessment, impact.

## Introducción

Los lagos, ríos y océanos han sido utilizados históricamente por nuestra especie como fuentes de alimento y vías de transporte. En las últimas décadas de industrialización, estas aguas comenzaron a ser usadas además para la descarga de residuos y desechos procedentes de nuestras actividades. Las emisiones de aguas de uso urbano y residuos industriales, combinadas con los efectos difusos de la agricultura intensiva, han alterado muchos ríos, lagos y zonas costeras hasta tal punto que casi no pueden ya ser empleadas con otro propósito que el de meros recipientes de estos desechos.

Todas las actividades humanas ejercen una influencia sobre el medio que las rodea, y el cultivo de organismos acuáticos en estanques, lagos, ríos y áreas costeras no es una excepción, al utilizar recursos del medio ambiente y producir a su vez cambios medioambientales. La mayoría de estos efectos han sido hasta la fecha beneficiosos, como el enriquecimiento de la diversidad y biomasa de la macrofauna (bioestimulación), la repoblación de zonas esquiladas, el actuar como actividad preservadora de los ecosistemas acuáticos en zonas reservadas para esta actividad, y la rehabilitación de zonas rurales a través de la reutilización de terrenos degradados. Sin embargo, es también cierto que se han dado algunos casos de degradación del medio ambiente en zonas concretas, debidos a operaciones intensivas de cultivo en jaulas en el Norte de Europa, donde los principales problemas se han relacionado con la descarga de nutrientes en dilución, básicamente el fósforo (nutriente limitante en aguas continentales), y el nitrógeno (limitante en aguas marinas), además de la emisión de materia orgánica en forma particulada. En otros casos, como las prácticas de cultivo de langostinos en el Sudeste Asiático y en América Latina, los efectos negativos se derivan de la deforestación de zonas costeras para construcción de estanques, y el empleo abusivo de antibióticos.

## Fuentes de impacto

En cuanto a las descargas liberadas al medio, las fuentes principales de residuos de la acuicultura son: el alimento no comido, la excreta de los organismos, y los productos químicos empleados en las operaciones de cultivo.

Una proporción variable del alimento suministrado a los organismos cultivados (1% a 30%) no es ingerido, bien porque se sobrealimenta, o bien porque el sistema o su gestión deficiente no optimizan su ingestión. La fracción no digerida del alimento es eliminada por los animales acuáticos cultivados en forma de heces sólidas, mientras que aquellos nutrientes absorbidos en exceso son excretados junto a los productos finales del catabolismo de las proteínas en forma de amonio y urea disueltos, a través de las branquias. En líneas generales, alrededor de 1/4 de los nutrientes aportados vía alimentación de peces son incorporados a la carne de éstos, mientras que 3/4 partes permanecerán en el medio (62% del nitrógeno y 11% del fósforo en forma disuelta; 13% del nitrógeno y 66% del fósforo en forma de sedimentos sólidos). El uso de productos químicos varía enormemente con las especies, intensidad de cultivo y zona de ubicación de las granjas. Los más comunes usados como agentes terapéuticos en instalaciones de jaulas son la oxitetraciclina y ácido oxolínico dentro de los antibióticos, a través de piensos medicados.

El extremo hasta el cual los ecosistemas naturales son alterados dependerá, entre otros aspectos, de si los sistemas de cultivo son intensivos o extensivos, de la gestión de dichos sistemas, de las especies cultivadas, de la localización, y del volumen de producción. Las técnicas de cultivo intensivo, donde el crecimiento de los organismos acuáticos depende del alimento suministrado en forma de pienso granulado, generalmente causa mayores efectos sobre el medio que las técnicas extensivas, donde se emplea la propia producción natural de los ecosistemas acuáticos como fuente de alimento. Por otro lado, instalaciones de gran tamaño ejercerán un efecto mayor que otras de menor tamaño. Respecto al cultivo en jaulas flotantes, donde las descargas de nutrientes y materia orgánica son directas al medio, se ha estimado además que un 10% de las descargas de fósforo se deben a los individuos muertos durante el cultivo, sin mencionar los efectos que sobre el medio pueden ejercer los animales escapados.

La Tabla I ilustra, a modo de ejemplo, las cantidades de nitrógeno y fósforo liberadas al medio acuático por diferentes actividades humanas, incluyendo la acuicultura, en los países del Norte de Europa ribereños al mar Báltico, durante 1989 (la producción total de salmónidos, base de la acuicultura en estos países, para ese año fue de 189.300 toneladas). Las descargas de nitrógeno están dominadas por las actividades agrícolas, seguidas por la deposición atmosférica sobre la superficie marina y emisarios de aguas residuales urbanas. En cuanto al fósforo, los emisarios de aguas residuales urbanas son, junto con las actividades agrícolas, las principales fuentes de descargas de este nutriente. Como vemos, la contribución relativa al impacto negativo potencial sobre el medio ambiente de las actividades de acuicultura es mínima cuando la comparamos con el resto de actividades humanas (0.92% del nitrógeno y 3.65% del fósforo). El hecho de que la moderna acuicultura haya experimentado su principal desarrollo en la segunda mitad de este siglo, cuando la conciencia sobre la degradación medioambiental ha alcanzado niveles antes desconocidos, ha propiciado sin duda el que estos aspectos ocupen una atención especial en las implicaciones del desarrollo de este nuevo sector de producción de alimentos, desequilibrando quizás la percepción que al respecto se posee sobre otras actividades mucho más antiguas, como la ganadería o la agricultura.

Tabla I. Descargas de nitrógeno y fósforo procedentes de diversas actividades humanas en países del Norte de Europa en áreas ribereñas del mar Báltico durante el año 1989.

FUENTE / ACTIVIDAD	NITROGENO (toneladas)	FOSFORO (toneladas)
Agricultura	607.800	12.800
Bosques y silvicultura	87.600	3.600
Emisarios urbanos	214.600	33.700
Industrias	32.900	6.600
Acuicultura	14.200	2.400
Deposición atmosférica sobre el mar	448.000	6.700
Fijación de nitrógeno	134.000	-
<b>TOTAL</b>	<b>1.539.100</b>	<b>65.800</b>

Fuente: Enell y Ackefors, 1992.

## Efectos medioambientales

En sistemas intensivos de jaulas, tanto el alimento como otras formas de energía son aportados por el hombre. Además, los organismos cultivados se concentran en áreas relativamente pequeñas. Los impactos de este tipo de acuicultura intensiva se pueden clasificar en internos, cuando afectan fundamentalmente a la propia producción; locales, cuya causa es la acumulación de sedimentos orgánicos; y regionales, debidos a las descargas de nutrientes disueltos en exceso.

### *Efectos de la materia orgánica liberada en forma particulada*

La materia orgánica que se libera en forma sólida es degradada fácilmente en el sedimento en presencia de oxígeno. La cantidad de oxígeno empleada en este proceso se denomina DBO (demanda biológica de oxígeno), y sus valores oscilan entre 2.0 y 4.5 kg de oxígeno/día/tonelada de peces producida, siendo estas magnitudes proporcionales a la cantidad de pienso empleado (115-120 g oxígeno/kg de pienso empleado). Esto puede dar lugar a déficits de oxígeno disuelto en el sedimento, provocando un cambio en las condiciones químicas que favorecen la liberación adicional de fósforo y nitrógeno contenido en la materia orgánica hacia la columna de agua, acelerando el proceso de eutrofización. Los efectos de estas deficiencias de oxígeno pueden en ocasiones afectar a los propios organismos cultivados, llegando a dar lugar a fenómenos de desoxigenación total en ciertas estaciones del año, frecuentemente asociadas con formaciones de termoclinas estivales en la columna de agua y a los ciclos de mareas. Parece, sin embargo, que no es probable que una depleción de oxígeno en ambientes marinos abiertos llegue a ser un grave problema. En casos de regímenes de corrientes muy pobres, la acción en condiciones anaerobias de bacterias sulfato reductoras y metanogénicas en el sedimento ocasiona la producción de dióxido de carbono, gas sulfhídrico y metano, que liberados bajo instalaciones de jaulas pueden causar mortalidades en los animales cultivados debido a su toxicidad. Estos efectos, estudiados principalmente en sistemas intensivos de jaulas flotantes, se restringen generalmente a la vecindad más inmediata de la instalación de acuicultura. Tan sólo se ha informado sobre efectos a mayor escala cuando se concentran varias instalaciones de acuicultura en un solo sitio. De todas formas, la topografía, batimetría y régimen de corrientes de la zona influyen decisivamente en el grado de impacto sobre el bentos.

En cuanto a las comunidades bentónicas, éstas se ven influenciadas por la deposición de materia orgánica, y aunque se han comprobado cambios estructurales en comunidades de meiofauna (abundancia de grandes nematodos), la mayoría de los estudios se han centrado en los efectos sobre la macrofauna béntica. La depleción de oxígeno disuelto y/o las altas concentraciones de sulfhídrico en sedimentos enriquecidos con materia orgánica ocasionan la mortalidad o la emigración de muchas de las especies características de los sedimentos blandos no perturbados, ocasionando una reducción en la riqueza o diversidad de especies, llegando a veces hasta un 90%-100% de reducción en esta riqueza justo bajo las jaulas, para lugares muy resguardados. A menudo la disminución en la diversidad se ve acompañada en un incremento en la abundancia total de macrofauna, reflejando altas densidades de poliquetos oportunistas (Ej.: *Capitella capitana* en Europa, Norte América y Asia), con densidades entre 1.000 y 10.000 individuos/m<sup>2</sup>, con grandes fluctuaciones temporales para un mismo sitio. Los equinodermos, por el contrario, son el grupo que muestra el mayor descenso en abundancia. Son las primeras especies en desaparecer al

incrementarse los sedimentos orgánicos. Cuando el flujo de aporte de materia orgánica al bentos es moderado, este aporte de alimento se traduce en el fenómeno de BIOESTIMULACION, caracterizado por un enriquecimiento de la diversidad y biomasa de la macrofauna, aunque los trabajos publicados son a veces contradictorios. La velocidad a la que la comunidad bentónica es alterada después de la instalación de una granja, y la velocidad de recuperación de esta comunidad después de la desaparición de una granja, dependerá de toda una serie de *parámetros físicos* (corrientes, batimetría) y *biológicos* (Ej.: escala de ciclos de reclutamiento). Como regla general, las alteraciones del bentos tienen lugar en cuestión de unos cuantos meses (un mes y medio a un año), mientras que la recuperación requiere periodos de años.

### *Efectos de las descargas de nutrientes disueltos*

Las descargas de nutrientes provocarán un enriquecimiento (fertilización o hipernutricación) del agua circundante, dando lugar a un incremento de la producción primaria de las zonas afectadas (eutrofización), y alterando la composición en especies de algas de la zona. El incremento en biomasa de algas, tanto microscópicas como macroscópicas puede alcanzar dimensiones significativas ("blooms" algales), dando lugar a un incremento de la turbidez y a déficits de oxígeno disuelto en la columna de agua por descomposición posterior de esta biomasa. En casos más extremos estos "blooms" pueden originar altas concentraciones de algas tóxicas (mareas rojas).

La sensibilidad a estos efectos variará según las zonas. En ríos, los efectos predominantes serán los producidos por los nutrientes liberados en forma disuelta, siendo los factores más decisivos el caudal y la temperatura del agua, mientras que en lagos la sedimentación de materia orgánica será el efecto predominante, y los debidos a descargas de nutrientes disueltos dependerán de la tasa de renovación de agua en el lago. En aguas costeras marinas, ambos tipos de efectos tenderán a minimizarse, siempre en función de las tasas de renovación de agua, de la topografía y de la batimetría de la zona en cuestión.

Tanto los cambios provocados en los ecosistemas bentónicos como en la columna de agua afectan también a las poblaciones salvajes de peces pelágicos en las cercanías de las instalaciones, generalmente atrayendo reproductores y concentrando la biomasa de los diferentes eslabones de la cadena trófica en las proximidades de las instalaciones. Estos efectos no difieren significativamente entre sistemas de estanques, tanques y jaulas flotantes.

### *Otros efectos*

Los antibióticos, añadidos generalmente al pienso, son liberados en la fracción de pienso no consumido por los animales. Sin embargo, una vez disueltos en agua las tasas de descomposición e inactivación de la mayoría de estos compuestos son tan altas que no se consideran especialmente perjudiciales al medio. En casos de abuso de antibióticos, existe el riesgo del desarrollo de cepas de bacterias patogénicas resistentes.

El escape de animales cultivados presenta un cierto riesgo de efectos negativos sobre las poblaciones salvajes del entorno, mediante depredación, competencia y transmisión de

enfermedades, particularmente cuando las especies cultivadas son foráneas a los ecosistemas naturales de la zona.

### **Medida del impacto**

La mayoría de los estudios y controles que se llevan a cabo relativos al impacto medioambiental de instalaciones de acuicultura se basan en muestreos y medidas de niveles de ciertas sustancias químicas (fósforo y nitrógeno), así como valores de materia particulada en suspensión, tasas de sedimentación, DBO, y clorofila-a en los emisarios o aguas circundantes de las instalaciones, relacionando luego estos valores con la morfometría de las zonas estudiadas, las tasas de renovación de agua, la cantidad y calidad del alimento empleado, y la biomasa de animales producidos, con el fin de determinar los posibles impactos.

Las diferentes relaciones empleadas han dado lugar a diferentes modelos matemáticos, que reciben el nombre genérico de "balances de masa", cuando evalúan las cantidades de nutrientes procedentes de las instalaciones de acuicultura y su destino, y "análisis ecométricos", cuando evalúan además la sensibilidad o capacidad de carga de los ecosistemas circundantes para estas descargas de nutrientes. El más conocido de estos últimos es el modelo de Vollenweider y sus diversas modificaciones (OECD, Dillon y Rigler, etc.). No obstante, existen toda una serie de limitaciones a estos modelos, como la dificultad de obtener un número suficiente de datos integrables, la variabilidad en las técnicas de muestreo y análisis, que dificulta el poder comparar estudios diferentes, el uso de diferentes frecuencias de muestreo, o la existencia de características específicas de las localizaciones de las granjas difíciles de cuantificar. En el caso de zonas marinas costeras estas limitaciones se incrementan significativamente, ya que los modelos mencionados se basan en cuantificar el fósforo (nutriente limitante en aguas dulces), mientras que en aguas saladas es el nitrógeno el principal nutriente limitante, no siendo posible aplicar estos modelos directamente. Además, las tasas de renovación de agua son mucho más difíciles de cuantificar en áreas costeras. Es por ello que estos modelos han sido empleados fundamentalmente en aguas continentales.

Algunos autores han intentado emplear modelos específicos adaptados a zonas costeras particulares, como fiordos noruegos o aguas costeras del mar Báltico, variando en cada caso el tipo de parámetros físicos, químicos y biológicos seleccionados para el diseño de cada estudio particular. En líneas generales, los parámetros empleados por todos ellos son la tasa de renovación de agua de la zona, la turbidez de la columna de agua, contenido en clorofila-a de aguas superficiales, concentración de oxígeno en agua profundas, la descarga de nitrógeno total por área, la proporción de sedimentos acumulados en los fondos, y área, volumen y profundidad media de la zona. Estos modelos permiten en teoría estimar, tanto cualitativa como cuantitativamente, qué zonas son o no apropiadas para la instalación de granjas intensivas, y qué capacidad máxima de carga para nitrógeno y/o fósforo posee una determinada zona. Sin embargo, hoy por hoy se puede afirmar que es imposible predecir efectos como la eutrofización derivada de la hipernutrición causada por piscifactorías marinas.

Dado que el origen de este impacto deriva básicamente del alimento empleado (en sistemas intensivos) y de su utilización metabólica por los organismos cultivados, diversos autores han

propuesto un método biológico, consistente en determinar los desechos sólidos y solubles mediante estudios de laboratorio donde a los mismos animales cultivados en la granja se les estudia la ganancia de peso y de nutrientes, junto a la digestibilidad del alimento. El modelo aplicado posteriormente a estos resultados ha probado su correspondencia con las estimaciones químicas de calidad de agua, pudiendo ser una alternativa eficaz para predecir las descargas potenciales de este tipo de instalaciones. Los modelos basados sólo en la medida de concentración de ciertas sustancias por unidad de volumen de agua pueden muchas veces conducir a conclusiones erróneas, cuando no se corrigen las diferencias entre granjas que emplean diferentes volúmenes de agua para producir la misma biomasa. Además, estas concentraciones pueden variar mucho según la hora, mes o año del análisis, requiriéndose una elevada frecuencia de muestreos, con los consiguientes costes asociados.

### **Métodos para minimizar y controlar los efectos medioambientales negativos**

La investigación en el campo de la nutrición de organismos acuáticos cultivados, y la mejora resultante en la composición de nutrientes y el aprovechamiento por los animales de los piensos empleados, es quizás uno de los factores con más potencial para minimizar los efectos negativos de la acuicultura intensiva sobre el medio acuático. En los últimos años, las mejoras en la composición de los piensos ha propiciado una disminución en las tasas de conversión (relación entre peso de alimento añadido y ganancia de peso del animal) en salmónidos, desde valores de 2:1 en 1974 hasta 1.2:1 en 1994, lo que unido a la disminución de su contenido en nitrógeno (7.8 a 6.5%) y fósforo (1.7 a 0.7%) para el mismo período, ha resultado en una significativa reducción de las descargas de nutrientes al medio procedentes de granjas de salmónidos. Así, aunque la producción de los países Nórdicos se elevó desde las 189.300 toneladas en 1989 a 200.000 toneladas en 1994, las descargas de nitrógeno estimadas para ese año fueron de 11.000 toneladas, y de 1.100 toneladas de fósforo (frente a las 14.200 y 2.400 toneladas descargadas en 1989, respectivamente).

En el caso de instalaciones como jaulas flotantes, la adecuada ubicación atendiendo a las características hidrodinámicas, morfométricas y batimétricas de la zona es quizás uno de los factores decisivos, tanto para la optimización de la producción, como para minimizar los posibles impactos negativos sobre el entorno. Otras técnicas, como el empleo de bombas sumergidas para recolección o dispersión de sedimentos son todavía hoy muy discutidas. En general, el apropiado diseño de las instalaciones (dimensionamiento de las diferentes unidades), junto con la gestión eficaz de las mismas (alimentación, manejo, limpieza, etc.), son otros factores que tienden a minimizar el impacto medioambiental negativo.

Diferentes países industrializados han desarrollado y aplicado diferentes medidas preventivas y correctivas para el control y ordenamiento del impacto ambiental de la acuicultura. En la Tabla II se hace un resumen de estas opciones de control. En Finlandia existe un control estricto sobre el uso del agua y las descargas de materia orgánica procedentes de granjas basadas en tierra. En Canadá se han establecido programas que monitorizan el enriquecimiento del bentos en instalaciones de jaulas marinas. En Irlanda se evalúan los sitios seleccionados para determinar el impacto potencial, establecer niveles máximos de producción de acuerdo con niveles

Tabla II. Resumen de medidas preventivas y correctivas para el control y ordenamiento del impacto ambiental de la acuicultura en diferentes países

Opción de control	Canadá	Dinamarca	Finlandia	Francia	Japón	N. Zelanda	Noruega	España	EE.UU	Suecia
Legislación específica								+	+	
Límites de distancia - entre emplazamientos				+			+			
- desde las zonas de conservación	+									
Límites en la producción - por factoría	+		+							
- zona o número de jaulas	+				+				+	
- por volumen							+	+		
- por densidad de siembra					+					
Regulaciones de profundidad						+			+	
Zonas restringidas							+	+		
Moratoria sobre nuevas factorías		+					+			
Regulaciones de la propiedad							+	+		
Informe de impacto ambiental exigido								+(1)	+	
Control de la calidad del agua			+					+(2)	+	
Plan de ordenación exigido				+				+		
Variación de las regulaciones según el tamaño de la factoría			+						+	+

(1): Para determinados supuestos y dependiendo de CC.AA.; (2): Para moluscos y acuicultura continental. Fuentes: Barg, 1994; Subdirecc. Planif. Acuic. (MAPA).

predeterminados de enriquecimiento por nutrientes, y se monitorizan las instalaciones una vez comienzan a operar para asegurar que los niveles de enriquecimiento permanecen por debajo de los niveles preestablecidos aceptables. Algunos países como Noruega y Canadá han establecido programas de gestión de zonas costeras para el desarrollo de granjas marinas, que utilizan relaciones empíricas entre profundidades, exposición (topografía e hidrografía costeras) y potencial de acumulación de descargas orgánicas, para evaluar áreas a nivel regional. Algunos modelos empleados tan sólo se basan en datos de tipo de sedimento, batimetría y velocidades medias de corrientes, siendo su principal inconveniente el que las predicciones son más cualitativas que cuantitativas. En líneas generales, y de acuerdo con las recomendaciones efectuadas por diferentes grupos de trabajo internacionales (FAO, OMS, UNDP, UNESCO, etc.), las medidas preventivas y de control sugeridas a lo largo de los últimos años incluyen tres fases principales: el proceso de planificación de la ordenación, el proceso de evaluación de impacto medioambiental y el proceso regulador o de control.

### **Prácticas de repoblación**

La idea de aumentar los stocks naturales mediante la liberación de millones de alevines de peces es una idea que apareció paralelamente al desarrollo de técnicas para su producción en cautividad. Sin embargo, y a pesar de que comenzaron a llevarse a cabo numerosos programas de repoblación en diversos países europeos y Estados Unidos desde la última década del siglo pasado, las investigaciones fueron incapaces de determinar el efecto real de la repoblación en los stocks naturales, y prácticamente todos los criaderos americanos y europeos, con excepción de algunos noruegos, fueron cerrados alrededor de 1952. Más recientemente, países como Japón han retomado estas prácticas, liberando cantidades masivas de alevines de peces marinos producidos en cautividad en zonas costeras, con el resultado de un incremento significativo en las capturas por pesquerías de estas especies. Los programas de repoblación han implicado el establecimiento de alrededor de veinte centros de producción de alevines, junto con la construcción de hábitats artificiales costeros, rompeolas e incluso el exterminio de especies depredadoras. En cada zona se producen y repueblan aquéllas especies más deseables según factores de mercado, tecnología disponible, y posible competencia con las pesquerías locales. Estos programas deberían atraer la atención de otros países, particularmente de aquéllos donde la tecnología de producción de alevines está bien desarrollada.

### **Conclusiones**

La mayoría de las actividades de acuicultura no tienen o tienen efectos poco significativos en el medio ambiente. Es además previsible, en la mayoría de los casos de acuicultura marina, que la capacidad medioambiental de carga de las masas de aguas costeras esté lejos de agotarse a causa de la cantidad de desechos recibidos de estas actividades. Por el momento, pueden darse impactos graves en el medio ambiente acuático sólo en circunstancias especiales, como la combinación de malas condiciones hidrográficas y una concentración excesiva de granjas intensivas. Las medidas legislativas y administrativas tendentes a la compatibilidad medioambiental de las distintas prácticas acuícolas deberían ser consideradas en un contexto legislativo más amplio que el actual.

Muchos países tienen escasa o nula legislación acuícola específica expresamente destinada a proteger o permitir actividades de acuicultura. Sin embargo, muchos acuicultores deben hacer frente a leyes y reglamentos complejos sobre la propiedad de la tierra, utilización del agua, protección del medio ambiente, sanidad pública y pesca y marisqueo en general. Pocos de entre ellos están redactados específicamente para promover o regular la acuicultura, existiendo confusión, conflictos y solapamientos.

## **Bibliografía**

- BARG, U.C. 1994. *FAO Documento Técnico de Pesca*, Nº 328. Roma, FAO.
- ENELL, M. & ACKEFORS, H. 1992. *Aquaculture Europe Magazine*. (EAS), 16: 6-11.
- FOLKE, C. & KAUTSKY, N. 1992. *Ocean & Coastal Management*, 17: 5-24.
- GOWEN, R.J., WESTON, D.P. & ERVIK, A. 1991. En: *Nutritional strategies and aquaculture waste. Proceedings of the First International Symposium on Nutritional Strategies in Management of Aquaculture Waste*. pp 187-205. C.B. Cowey & C.Y. Cho (Eds.). University of Guelph. Ontario.