

LOS IMPACTOS AMBIENTALES DE LA ACUICULTURA, CAUSAS Y EFECTOS

La rápida expansión de la acuicultura en los últimos años ha generado una creciente preocupación por las externalidades que esta actividad puede provocar en el medio ambiente. Se hace necesario el desarrollo de herramientas que nos permitan una correcta gestión de esta actividad, para que llegue a ser sostenible.

En el presente trabajo se expone una visión general sobre la situación actual de la acuicultura, sus impactos ambientales y las interacciones con otras actividades.

The fast aquaculture development during the last years has generated a growing concern about the environmental externalities that this activity can produce. It is necessary the development of tools which allow a correct management of this activity, to make it sustainable.

A general overview of the present aquaculture situation, the impact on the environment and the interactions with other activities is made in this work.

**Miguel Rabassó
Krohnert**

INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas la producción de la acuicultura mundial se ha ampliado, diversificado, intensificado y avanzado tecnológicamente. Se prevé que su crecimiento y contribución a la economía y sociedades nacionales aumentarán en el futuro (Figura 1).

Según las estadísticas de la FAO (2004) la contribución de la acuicultura al suministro mundial de pescado, crustáceos y moluscos continúa creciendo, ya que desde 1970 a 2002 la producción mundial aumentó de un 3.9 por ciento a un 29.9 por ciento. Este crecimiento es el más rápido conseguido en el sector de producción de alimentos de origen animal.

La tasa de crecimiento medio de la acuicultura a nivel mundial ha sido de 8.9 al año desde 1970, mientras que en el mismo periodo la pesca ha tenido una tasa media

de crecimiento de 1.2 y los sistemas de producción de carne en tierra han sido de 2.8.

El aumento de la producción de la acuicultura ha sido superior al crecimiento demográfico, ya que el suministro medio mundial per cápita ha crecido de 0.7 Kg. en 1970 a 6.4 en 2002, lo que se debe en gran medida al crecimiento declarado por China (Fig.2).

La producción acuícola en 2002 se totalizó en 39798,6 miles de toneladas, lo que representa un aumento del 5.9 por ciento con respecto a 2000.

Significado socioeconómico de la acuicultura a nivel mundial

Las cifras demuestran el enorme potencial de la acuicultura para la seguridad alimentaria y la mitigación de la pobreza. Para ello, es necesario prestar una especial atención a su ordenación y planificación, considerando los factores internos y externos que regulan su

La producción de la acuicultura permite la producción de especies bajo condiciones enteramente artificiales y controladas

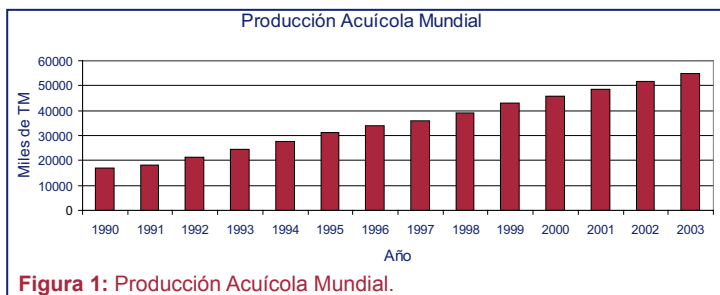


Figura 1: Producción Acuícola Mundial.



Figura 2: Producción Acuícola Mundial por Países

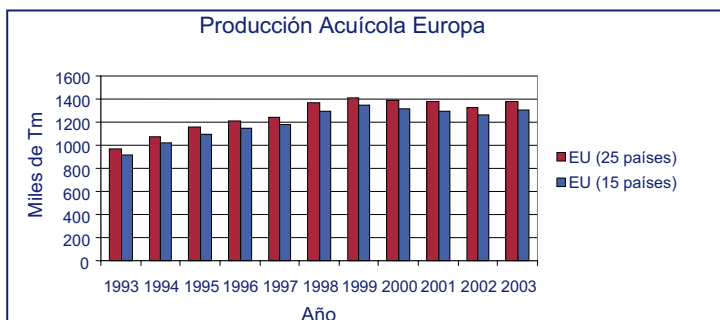


Figura 3: Producción Acuícola en Europa

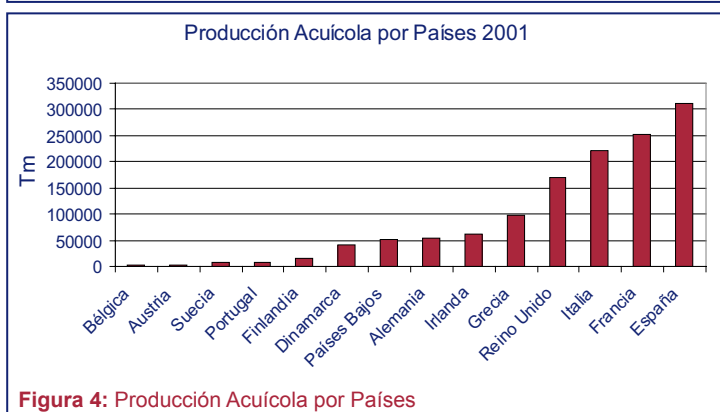


Figura 4: Producción Acuícola por Países

Los avances tecnológicos abren nuevas vías. La producción de juveniles puede servir de apoyo para repoblar el medio natural y es posible el impulso de la producción controlada en el litoral y en el mar, combinando los sistemas integrados tradicionales con los modos de producción más modernos e industrializados.

La producción acuícola en las instalaciones de acuicultura se realiza con mayor eficiencia que con las unidades de pesca extractiva y su uso es para consumo humano directo, con un uso alimentario más eficaz. Además, constituye un medio para obtener un enorme valor añadido en los productos, siendo un elemento base para potenciar el desarrollo económico del litoral tanto en países en vías de desarrollo como en países desarrollados.

La acuicultura en Europa

La acuicultura en Europa representa el 33% del valor total de la producción pesquera y el 17% de su volumen total (Figura 3).

La importancia de la acuicultura no es igual en toda la Unión (Fig. 4). Así, en algunos estados miembros el valor de los productos pesqueros de cultivo es superior al de las capturas desembarcadas, mientras que en otros la acuicultura representa una parte importante de su producción total. Las especies más producidas en la UE son el mejillón, la trucha arco iris y el salmón.

La acuicultura en España

Dentro de Europa, España es una potencia acuícola, especialmente respecto a especies tradicionales, tanto de acuicultura continental (trucha) como marina (mejillón). En el año 2003 alcanzó un volumen total de 313286.5 Tm (Figuras 5 y 6). El producto dominante es el mejillón (248.826,5 Tm en 2003, 79,4 % del total),

emergencia y tener en cuenta el impacto ambiental y otros problemas de sostenibilidad.

La producción de la acuicultura permite la producción de especies bajo condiciones enteramente artificiales y controladas.

seguido de la trucha (33.112,98 Tm en 2003, 10,6 % del total)

Sin embargo, el producto que presenta un crecimiento sostenido y relevante es el de los peces marinos, como la dorada, los túnidos, el rodaballo y la lubina: de 4.490 Tm. en 1992 se ha pasado a casi 30.000 Tm en 2004. Su producción se ha multiplicado por 62 en el periodo de 1985-2000. En este grupo es previsible que continúe el crecimiento de la producción de las especies actualmente cultivadas (FAO 2003, 2006).

Desarrollo acuícola actual en Canarias

Dentro de la acuicultura española, la actividad acuícola canaria es importante en el campo de la producción marina de lubina y dorada principalmente. El sector ha presentado un crecimiento sostenido y relevante durante los últimos años (Figura 7).

En el año 2004 la acuicultura marina canaria ascendió a 2.835 Tm, lo que supone un aumento del 11,57 % respecto al año anterior (2541 Tm en 2003). Por especie, el producto dominante es la dorada, que comprende el 60,35 % de la producción con 1711 Tm.

ACUICULTURA Y DESARROLLO SOSTENIBLE

La primera definición de desarrollo sostenible se formuló en 1987 en el Informe *Nuestro Futuro Común* de la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (Comisión Brundtland): “Es el desarrollo que satisface las necesidades actuales de las personas sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer las suyas”. Según la FAO (2003): “Desarrollo sostenible es la gestión y conservación de los recursos naturales y el cambio en la orientación tecnológica e

institucional que asegure el alcance y la continua satisfacción de las necesidades humanas para las generaciones actuales y futuras. Tal desarrollo sostenible conserva la tierra, el agua, los recursos genéticos de plantas y animales, no degrada el medio ambiente, es técnicamente adecuado, económicamente viable y socialmente aceptable”.

La rápida expansión y desarrollo de la acuicultura han suscitado numerosas cuestiones sobre los posibles impactos de dicha actividad. Los gestores medioambientales y especialmente los regula-

La rápida expansión y desarrollo de la acuicultura han suscitado numerosas cuestiones sobre los posibles impactos de dicha actividad

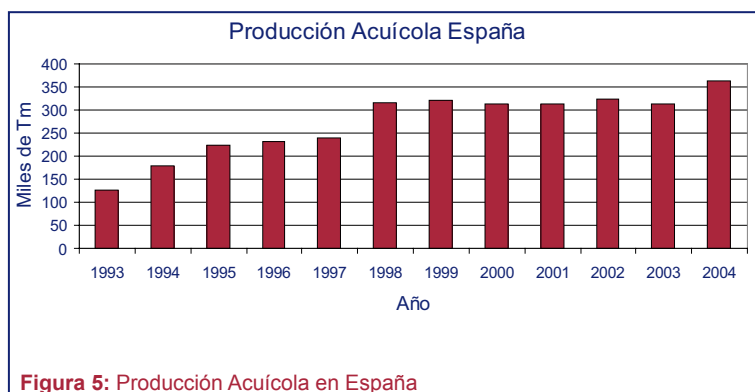


Figura 5: Producción Acuícola en España

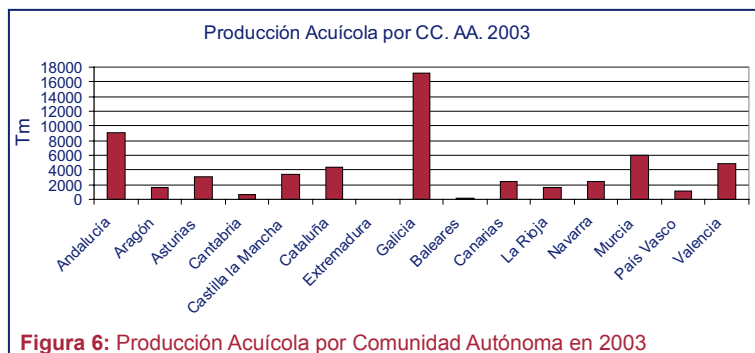


Figura 6: Producción Acuícola por Comunidad Autónoma en 2003

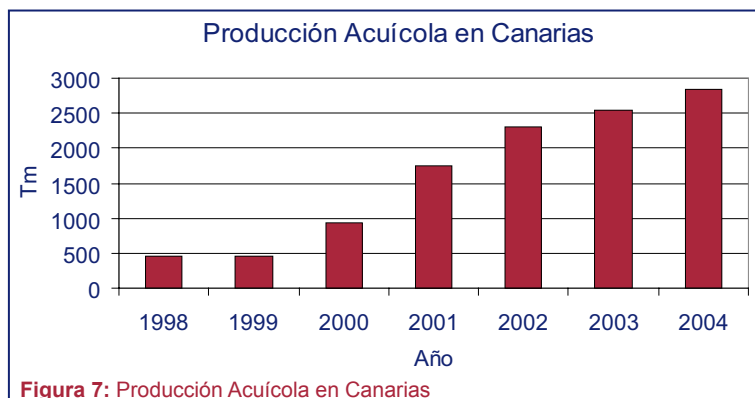


Figura 7: Producción Acuícola en Canarias

El enriquecimiento en nutrientes puede provocar alteraciones en las comunidades

dores, buscan la manera de minimizar los impactos ambientales.

Sin embargo, una completa reducción de las descargas de desperdicios de las jaulas de peces no es posible para los sistemas de cultivo actuales, tanto desde un punto de vista económico como tecnológico.

Existen muchas formas de desperdicio producidas como consecuencia de la transformación de cualquier recurso natural en un producto manufacturado, y esto es una realidad en la acuicultura como en otras formas de utilización de los recursos.

Las aguas de Canarias son de tipo oceánicas y por lo tanto oligotróficas, es decir las concentraciones en nutrientes son muy bajas.

La gran cantidad de Nitrógeno y Fósforo concentrado en las descargas de las granjas marinas son una amenaza para estos ambientes. El enriquecimiento en nutrientes puede provocar alteraciones en las comunidades, tanto en la columna de agua como en el bentos y poner en peligro comunidades frágiles como las fanerógamas marinas.

En Canarias, encontramos descritas tres especies de fanerógamas marinas: *Cymodocea nodosa*, *Zostera noltii* y *Halophila decipiens*. De estas tres, la que tiene una mayor distribución en el archipiélago es *C. nodosa*. Las praderas de fanerógamas marinas juegan un papel ecológico muy importante en los sistemas arenosos de las Islas Canarias. Esta importancia radica en una serie de características físicas, químicas y biológicas.

Actualmente existe un creciente interés en el desarrollo de métodos de predicción de los efectos

de las jaulas de peces en su entorno (Lupastch, I. 1998 (a)(b); Stigebrandt, A. 1999; Cancemi, G. 2003; Islam, M.S. 2005; Pawar, V. 2002; Pérez, O.M. 2002; Uriarte, A.) y en el desarrollo de una industria sostenible.

En la acuicultura, la mayoría de los desechos del alimento se disuelven directamente en el agua, desapareciendo rápidamente y haciendo el monitoreo y la cuantificación muy difíciles.

IMPACTOS DE LA ACUICULTURA

Para poder lograr un desarrollo sostenible de la acuicultura deben conocerse los impactos ambientales que esta actividad puede provocar en el litoral (Tabla 1), con el fin de minimizarlos. De este modo han de adoptarse medidas en la producción, para no degradar el medioambiente y que a su vez sean técnicamente apropiadas, económicamente viables y socialmente aceptadas.

El impacto ambiental de la actividad acuícola depende en gran medida de la especie, el método de cultivo, la densidad del stock, el tipo de alimentación y las condiciones hidrográficas.

Los impactos ambientales se producen tanto en la columna de agua como en el fondo marino y sus efectos pueden ser físicos, químicos y biológicos.

LA ALIMENTACIÓN Y LOS PRODUCTOS DE DESECHO

Los desechos, tanto orgánicos como inorgánicos, de las piscifactorías pueden causar un enriquecimiento en nutrientes e incluso eutrofización en el caso de que las zonas destinadas al cultivo sean semiconfinadas. Cerca del 85 % del Fósforo, un 80-88% del Carbono y un 52-95% del Nitrógeno introducido en las jau-

El impacto ambiental de la actividad acuícola depende en gran medida de la especie, el método de cultivo, la densidad del stock, el tipo de alimentación y las condiciones hidrográficas.

ASPECTO	IMPACTO AMBIENTAL
ALIMENTACIÓN y HECES	Aumento del nivel de nutrientes Fenómenos de 'blooms' de fitoplancton Disminución o desaparición de comunidades de plantas perennes por otras de crecimiento rápido Reducción de la diversidad en la flora y la fauna asociada Desarrollo de masas (blooms) de poca vida que pueden convertirse en 'molestias' para la pesca, la navegación o playas de esparcimiento. Cambio en la distribución vertical de las algas bentónicas pudiendo provocar reducción en la entrada de luz en la columna de agua. Incremento del número de organismos bentónicos filtradores y detritívoros Aumento del consumo de oxígeno heterotrófico llegando al agotamiento del oxígeno y al desarrollo del sistemas anóxicos con la producción de sulfato de hidrógeno Mortalidades en plantas y animales principalmente bentónicos Disminución de la diversidad del zooplancton y de las especies de peces.
FUGA DE LAS ESPECIES CULTIVADAS	Introducción de especies foráneas Amenaza para las especies nativas porque compite por el alimento y por los lugares para vivir Portadores de enfermedades Pueden dañar la solidez genética, ya que los genes que son aceptables para sobrevivir en la granja diluyen los genes que han sido desarrollados para vivir en condiciones naturales.
EFECTO ATRACTIVO SOBRE LAS ESPECIES SALVAJES	Concentración en los alrededores de las jaulas de las especies salvajes que se encuentran en la zona.
QUIMICOS Y ANTIBIOTICOS	Se emplean pesticidas y otros químicos para combatir los brotes de enfermedades que afectan a las poblaciones salvajes El uso de antibióticos puede afectar a especies salvajes. Se acumula en el fondo. Puede favorecer las condiciones anaeróbicas Crea bacterias resistentes

Tabla 1: Impactos de la acuicultura

las pueden pasar al medio marino a través de los desechos de la comida, las excreciones de los peces, la producción de heces y la respiración. En la Fig. 8 podemos observar un ejemplo de ciclo del Nitrógeno y el Fósforo en una jaula de cultivo de Doradas en Melenara Gran Canaria (adaptado de Molina, L. 2004).

Se han llevado a cabo estudios en diversas piscifactorías que han demostrado que en ciertas ocasiones se puede detectar un impacto significativo en un rango de un kilómetro alrededor de las jaulas de cultivo, siendo éste mayor en el fondo, donde se puede observar, entre otros efectos: un incremento en la demanda de oxígeno y en la producción de sedimentos anóxicos y de gases tóxicos; cambios en las comunidades; disminución de la diversidad del bentos; alteraciones en la

biodiversidad; desarrollo de especies resistentes a la contaminación que pueden resultar dañinas para las especies cultivadas, y blooms de fitoplancton (Borja, A. 2002).

Algunos de los efectos más visibles que se pueden atribuir a la contaminación en general, y a la eutrofización e hipertrofización en particular, son cambios en la vegetación del bentos marino, compuesto por microalgas, macroalgas y plantas vasculares. Los cambios específicos y los efectos secundarios conectados con el aumento de la eutrofización son:

1. Aumento del nivel de nutrientes
2. Fenómenos de blooms de fitoplancton
3. Disminución o desaparición de comunidades de plantas perennes por otras de crecimiento rápido

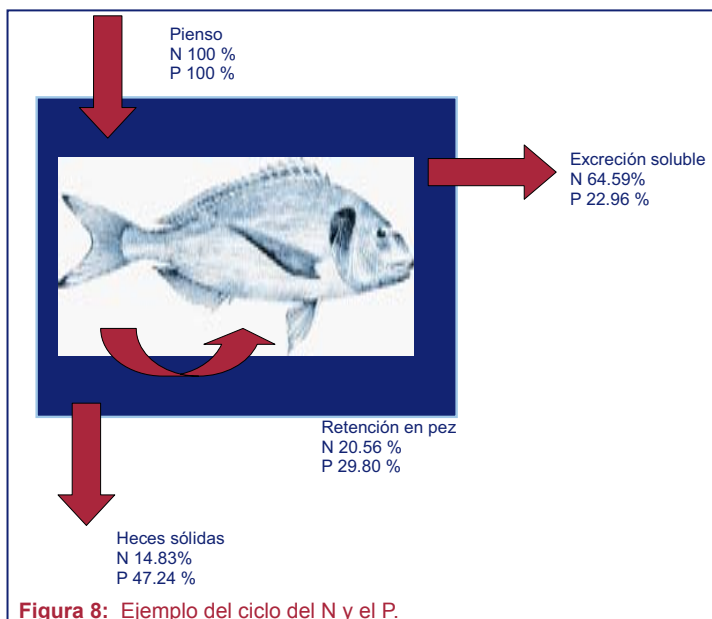


Figura 8: Ejemplo del ciclo del N y el P.

impacto que tienen las especies escapadas en su entorno, mientras que el número de nuevas especies carnívoras introducidas para su cultivo sigue aumentando.

Las especies cultivadas que se escapan son una amenaza para las especies salvajes, ya que compiten por el hábitat y por el alimento, con los efectos que esto tiene en las redes tróficas de los ecosistemas. Por otro lado, son portadores de enfermedades y de los posibles cruces con individuos de especies salvajes tendrán consecuencias graves para la solidez del material genético. La información genética de las especies cultivadas está adaptada a las condiciones de cultivo (alta densidad de cultivo, temperatura, condiciones de estrés...), e incluso adaptada a las exigencias de los mercados (uniformidad de tallas y viabilidad de cría todo el año, entre otros). Las especies salvajes, en cambio, tienen una información genética modificada durante millones de años y en equilibrio con sus condiciones medioambientales.

En términos generales, el flujo de genes dentro de una población maximiza la diversidad genética dentro de la especie, mientras que la convergencia eventual del flujo de genes entre diferentes poblaciones reduce la diversidad total de una especie. De este modo, cuando existe un cruce entre los animales salvajes y los de cultivo el material genético de las dos poblaciones conduce a una pérdida en la diversidad genética.

EFFECTO ATRACTIVO SOBRE LAS ESPECIES SALVAJES

Muchos estudios (Dempster et al. 2002; Boyra, A. et al. 2004;

- do (algas verdes foliáceas o filamentosas),
- 4. Reducción de la diversidad en la flora y la fauna asociada,
- 5. Desarrollo de masas (*blooms*) de poca vida que pueden convertirse en 'molestias' para la pesca la navegación o playas de esparcimiento.

LA FUGA DE LAS ESPECIES CULTIVADAS

Todos los años llegan noticias de la fuga de especies de cultivo de las jaulas de peces en aguas costeras, debido principalmente a fenómenos atmosféricos, accidentes o a la acción de algunos mamíferos marinos.

Los datos que se reportan acerca del número de individuos deben tomarse con cautela, ya que la mayoría de las legislaciones no obliga a la difusión de estos datos.

Las especies escapadas pueden provocar daños ecológicos, en la salud de las poblaciones salvajes y en su genética.

En la literatura no existen muchos estudios sobre el

Vergara et al. 2005) han demostrado el efecto atractor que tienen las jaulas de peces sobre las poblaciones de peces salvajes.

Se han descrito especies propias de ambientes pelágicos, del fondo tanto de praderas de fanerógamas como de fondos arenosos, así como especies demersales como los peces cartilaginosos.

Del mismo modo, algunos pescadores aprovechan esta situación para aumentar sus capturas, provocando un deterioro importante de las poblaciones locales.

QUÍMICOS Y ANTIBIÓTICOS

Los acuicultores emplean diferentes productos químicos y antibióticos para combatir las enfermedades y plagas que afectan a sus cultivos. Los efectos de estas sustancias en el medioambiente han sido pobremente estudiados, mientras que las cantidades y frecuencias de uso no suelen ser reportadas (Weber, M. 2003).

Es cierto que el desarrollo de vacunas para la acuicultura ha hecho disminuir drásticamente el empleo de antibióticos. En Noruega se ha pasado de usar 48.000 Kg. de antibióticos en 1987 a 680 Kg. en 1998, teniendo en cuenta el dramático crecimiento que ha tenido el cultivo de peces en esos años (Weber, M. 2003).

METALES

En muchas granjas se pintan o lavan las estructuras con compuestos que retardan el crecimiento de organismos incrustantes. Muchos de estos compuestos se basan en el cobre, que puede ser tóxico para las plantas y la fauna del bentos.

El alimento de los peces contiene diferentes metales, zinc, cobre, cadmio o mercurio como complementos del alimento o como elementos traza de la materia prima que se emplea para realizar los piensos.

En Escocia se han encontrado concentraciones de metales en el fondo de las jaulas de salmones que eran probablemente causantes del daño a invertebrados bentónicos como gusanos o bivalvos (Weber, M. 2003).

ALIMENTACIÓN Y COEFICIENTE DE CONVERSIÓN DEL ALIMENTO

Las especies marinas que se utilizan para la acuicultura son generalmente carnívoras y consumen cantidades grandes de harina y aceite de pescado. Dependiendo de la especie, el alimento también incluirá vegetales, minerales, vitaminas, aminoácidos, medicamentos y pigmentos.

La mayoría de la harina y del aceite de pescado se obtiene de anchoas y sardinas, entre otros. La oportunidad de aumentar las capturas en el futuro para la producción de harina y aceite son limitadas.

De la producción mundial de 2000 la acuicultura consumió un 35 % de la harina y un 57% del aceite de pescado. Se estima que para 2010 el 56% de la harina y el 98% del aceite de pescado mundial se destinará a la acuicultura (Weber, M. 2003).

El concepto de índice de conversión del alimento o FCR se entiende como la cantidad de alimento que debe suministrarse a un animal para producir una unidad de producto animal.

La mayoría de los conocimientos dietéticos se obtiene

Del mismo modo que otras actividades que tienen lugar en la franja costera, la acuicultura esta en conflicto con otras actividades.

por especies en concreto y los FCR pueden verse reducidos. Actualmente se han desarrollado piensos de alta energía con el fin de abaratar costes, disminuyendo la cantidad de proteína. Numerosos trabajos han demostrado que la inclusión de fuentes no proteicas de energía, especialmente grasas, ayuda a conseguir este objetivo (Caballero, M.J. et al, 2000).

Teniendo en cuenta que para la producción de 1 kg. de aceite de pescado hace falta casi el doble de lo que es necesario para producir 1 kg. de harina de pescado (Weber, M. 2003), nos encontramos en una encrucijada para los stocks salvajes. Las investigaciones deben enfocarse hacia el empleo de aceites vegetales que no alteren las propiedades, ni las características organolépticas de los peces, así como hacia el cultivo de especies herbívoras.

ACUICULTURA Y OTROS USOS

Es necesaria una planificación de la acuicultura, ya que

los conflictos que se generan por la utilización de los recursos por parte de esta actividad, así como los efectos negativos que puede tener esta actividad sobre el medio, han dado pie a dudas sobre la idoneidad y continuidad del sostenimiento de la acuicultura en el medio marino.

Del mismo modo que otras actividades que tienen lugar en la franja costera, la acuicultura está en conflicto con otras actividades (la pesca, el turismo y la vida salvaje, entre otros). En la Tabla 2 pueden observarse las principales interacciones que tienen lugar entre la acuicultura y otras actividades. Debe tenerse en cuenta que estas interacciones no son necesariamente negativas, hay ocasiones en que las sinergias que se producen son positivas (infraestructuras y vertido de aguas calientes, entre otras).

CONCLUSIONES

El sector acuícola en España está compuesto por pequeñas y medianas empresas. Para que

ACTIVIDAD	INDUSTRIA Y PUERTOS	URBANIZACIÓN	TURISMO	AGRICULTURA	PESCA
RECURSOS ESPACIALES	Necesidad de terrenos Tráfico barcos Dragados	Uso de tierras Necesidad de terrenos	Necesidad de terrenos Puertos deportivos Navegación, baño, pesca Lugares históricos	Tierras costeras	Áreas de puesta y cría Arrecifes artificiales Zonas de pesca
CALIDAD DEL MEDIO	Contaminantes Aguas lastre Aguas calientes	Vertidos Materia orgánica Bacteria y virus Nutrientes	Pinturas anti-fouling	Fertilizantes Pesticidas Materia orgánica Sólidos en suspensión Gestión de aguas dulces	Transmisión de enfermedades Fugas genéticas
ECONOMÍA	Infraestructura Atracción de inversores	Mercados Infraestructuras	Atracción de inversores Empleo estacional Mercados locales Infraestructuras	Infraestructuras	Atracción de inversores Mercados Infraestructuras Alimento para acuicultura
RECURSOS SOCIALES		Zonas de habitación	Ecoturismo Vida salvaje		Educación Competencia interna

Tabla 2: Interacciones entre acuicultura y diversas actividades que se realizan en el medio marino. Negativa. Positiva. Positiva y negativa. Tomada de Borja A., 2002.

España se mantenga dentro de las potencias europeas más importantes en el sector acuícola, es importante que las investigaciones se centren en temas relacionados con:

- Mejoras de los sistemas actuales de producción, optimización de los piensos empleados, mejoras genéticas, control de episodios patológicos y automatización de los sistemas.

- Investigación en el cultivo de nuevas especies, principalmente de origen marino y omnívoras.

- Desarrollo de nuevos sistemas de cultivos y de estructuras que permitan la práctica de cultivo en otras zonas en las que la competencia con otras actividades se minimice.

- Protección del medio ambiente, tanto en lo que se refiere al impacto provocado en el medio marino, como los daños ecológicos que pueden provocarse por la introducción de nuevas especies o enfermedades.

- Desarrollo de protocolos de actuación, guías de buenas conductas y herramientas de gestión, que sirva tanto para los gestores del medio marino, en la ubicuidad de las granjas o polígonos acuícolas, como a los propios productores.

Basándonos en este último apartado, el equipo de Investigación ECOMAS del Departamento de Análisis Económico de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, está realizando trabajos de investigación y tesis doctorales encaminadas a proporcionar herramientas aplicables a las instalaciones acuícolas, minimizando los impactos ambientales y optimizando el empleo de los recursos, todo ello dentro del marco del Desarrollo Sostenible.

BIBLIOGRAFIA

Boyra, A *et al.* *Attraction of Wild Coastal Fishes to an Atlantic Subtropical Cage Fish Farms, Gran Canaria, Canary Islands.* *Environmental Biology of Fishes* 70: 393–401, 2004.

Borja, A. *Los Impactos ambientales de la acuicultura y la sostenibilidad de esta actividad.* *Bol. Inst. Esp. Oceanogr.* 18 (1-4), 2002.

Caballero, M.J. *et al.* *Efecto combinado del nivel de lípidos y la calidad de la harina de pescado en la absorción lipídica en dietas de engorde para dorada (sparus aurata).* Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, 2000.

Cancemi, G. *et al.* *Effects of Organic Matter Input from a Fish Farming Facility on a Posidonia Oceanic Meadow.* *Estuarine coastal and shell science* 56 961-968, 2003.

Dempster, T., P. *et al.* *Attraction of Wild Fish to Sea-cage Fish Farms in the South-Western Mediterranean Sea: Spatial and Short-term Temporal variability.* *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 242: 237–252, 2002.

FAO. *Aspectos de las políticas, programas, presupuestos y actividades de la FAO encaminados a contribuir a un desarrollo viable.* Documento para el 94º periodo de sesiones del consejo de la FAO, Roma, 15-25 de noviembre. CL 94/6, 1988.

Islam, M. S. *Nitrogen and Phosphorus Budget in Coastal and Marine Cage Aquaculture and Impacts of Effluent Loading on Ecosystem: Review and Analysis Towards Model Development.* *Marine pollution bulletin* 50 48-61, 2005

Las praderas de fanerógamas marinas en Canarias y su

diversidad. Medio Ambiente Canarias. Consejería de Política Territorial y Medio Ambiente. Revista 21, 2001.

Lupatsch, I and Kissil, G.W. *Predicting Aquaculture Waste from Gilthead Seabram (Sparus aurata) Cultura using Nutricional Approach*. Aquat. Living Resour. 11 (4) 265-268, 1998.

Lupatsch, I. *et al. Energy and protein requirements for maintenance and growth in gilthead seabram (Sparus aurata)*. Aquaculture Nutrition 1998 4; 165-173.

Molina, L. *Impacto ambiental de un cultivo de jaulas en la Bahía de Melenara*. Informes técnicos del Instituto Canario de Ciencias Marinas, nº 9, 2004.

Pawar, V. *Relationship between feed input and sediment quality of the fish cage faros*. Fisheries science 2002; 68: 894-903.

Pérez, O.M. *et al. Geographical Information Systems (GIS) as a Simple Tool to Aid Modelling of Particulate Waste Distribution at Marine Fish Cage Sites*. Estuarine, Coastal and Shelf Science 54, 761-768, 2002

Stigebrandt, A. *Turnover Energy and Matter by Fish- A General Model with Application to Salmon*. Fisken og havet. Nr 5, 1999.

Uriarte, A. *Desarrollo de la Acuicultura en la Costa y su relación con el Medio Ambiente*. Documento de trabajo del Encuentro Medioambiental

almeriense: en busca de soluciones.

Vergara, J.M. *et al. Evaluación de impacto ambiental de acuicultura en jaulas en Canarias*. (Eds. Vergara Martín, J.M., Haroun tabraue, R y González Henríquez, N.) Oceanográfica, TeldE. 110pp, 2005.

Weber, M. *What Price Farmed Fish: A review of the Environmental and Social Cost of Farming Carnivorous Fish*. Sea Web, 2003

BIOGRAFÍA

MIGUEL RABASSÓ KROHNERT

Licenciado en Ciencias del Mar por la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Ha participado en varios proyectos de investigación colaborando con el Departamento de Biología Pesquera del Instituto Canario de Ciencias Marinas, donde también ha colaborado en algunas publicaciones.

Actualmente está realizando el Doctorado en Economía Aplicada, donde colabora con el grupo de investigación ECOMAS del Departamento de Análisis Económico Aplicado de la ULPGC

Dpto. Análisis Económico Aplicado
 C/ Saulo Torón s/n
 35017 Tafira
 Telf. 928 458 216

Patrocinador de esta investigación:

**ELÉCTRICA DE MASPALOMAS
 (ELMASA)**