

Acuicultura en jaulas

Estudios regionales y panorama mundial



Fotografía de la cubierta:

Jaulas de salmón en el Fiordo de Reloncavi al sur de Chile.

D. Soto/FAO

Acuicultura en jaulas

Estudios regionales y panorama mundial

FAO
DOCUMENTO
TÉCNICO
DE PESCA

498

Editado por

Matthias Halwart

Oficial de Recursos Pesqueros (Acuicultura)

Servicio de Gestión y Conservación de la Acuicultura

Departamento de Pesca y Acuicultura de la FAO

Roma, Italia

Doris Soto

Oficial Superior de Recursos Pesqueros (Gestión de Recursos Acuáticos)

Servicio de Gestión y Conservación de la Acuicultura

Departamento de Pesca y Acuicultura de la FAO

Roma, Italia

y

J. Richard Arthur

Consultor de FAO

Barriere

Columbia Británica, Canadá

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA
Y LA ALIMENTACIÓN

Roma, 2008

Las denominaciones empleadas en este producto informativo y la forma en que aparecen presentados los datos que contiene no implican, de parte de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), juicio alguno sobre la condición jurídica o nivel de desarrollo de países, territorios, ciudades o zonas, o de sus autoridades, ni respecto de la delimitación de sus fronteras o límites. La mención de empresas o productos de fabricantes en particular, estén o no patentados, no implica que la FAO los apruebe o recomiende de preferencia a otros de naturaleza similar que no se mencionan.

Las opiniones expresadas en este producto informativo son las de sus autores, y no reflejan necesariamente los puntos de vista de la Organización de la FAO.

ISBN 978-92-5-305801-3

Todos los derechos reservados. Se autoriza la reproducción y difusión de material contenido en este producto informativo para fines educativos u otros fines no comerciales sin previa autorización escrita de los titulares de los derechos de autor, siempre que se especifique claramente la fuente. Se prohíbe la reproducción del material contenido en este producto informativo para reventa u otros fines comerciales sin previa autorización escrita de los titulares de los derechos de autor. Las peticiones para obtener tal autorización deberán dirigirse al Jefe de la Subdivisión de Políticas y Apoyo en Materia de Publicación Electrónica de la División de Comunicación de la FAO
Viale delle Terme di Caracalla, 00153 Roma, Italia
o por correo electrónico a:
copyright@fao.org

© FAO 2008

Preparación de este documento

Este documento contiene nueve trabajos encargados por FAO sobre la acuicultura en jaulas e incluye un panorama mundial, un estudio sobre China y siete estudios regionales de: Asia (excluyendo China), Europa septentrional, el Mediterráneo, el África subsahariana, América Latina y el Caribe, América del Norte y Oceanía. El contenido del trabajo se basa en la amplia experiencia y conocimientos sólidos de los autores y en las recomendaciones y contribución de varios expertos y revisores alrededor del mundo. El trabajo fue presentado a una distinguida audiencia de 300 participantes de 25 países en la Sesión Especial sobre la Acuicultura en Jaulas de la FAO – Estudios Regionales y Panorama Global durante el Segundo Simposio Internacional sobre Acuicultura en Jaulas en Asia (CAA2) de la Asian Fisheries Society (AFS) (Sociedad Asiática de Pesca) llevado a cabo en Hangzhou, China, del 3 al 8 de julio de 2006.

El encargo de los trabajos y las presentaciones en la Sesión Especial de la FAO fueron organizados por el Servicio de Gestión y Conservación de la Acuicultura (FIMA) del Departamento de Pesca y Acuicultura de la FAO y fue apoyado financieramente con fondos de los programas regulares y extrapresupuestarios, específicamente el Proyecto Japonés de Fondo Fiduciario «Hacia una acuicultura sostenible – asuntos selectos y guías» y la Asociación Mundial para la Pesca Responsable (Programa FishCode de la FAO).

Varios colegas del Departamento de Pesca y Acuicultura de la FAO como también de las oficinas subregionales y regionales de la FAO han contribuido a esta publicación con sus conocimientos y su tiempo, lo cual se agradece encarecidamente. Se le debe un especial agradecimiento al actual Presidente del AFS, Dr. Chan-Lui Lee, cuya iniciativa y apoyo han hecho de CAA2 un éxito.

Las revisiones finales y contribuciones a los documentos fueron hechas por los editores M. Halwart, D. Soto and J.R. Arthur. La publicación y distribución del documento estuvo a cargo de FAO, Roma.

Resumen

La acuicultura en jaulas ha crecido rápidamente durante las últimas décadas y, actualmente, está experimentando grandes cambios como respuesta a las presiones de la globalización y a un aumento de la demanda global de productos acuáticos. Se ha avanzado, no sólo hacia la agrupación de las jaulas existentes, sino también hacia el desarrollo y uso de más sistemas intensivos de cultivo en jaulas. En particular la necesidad de contar con sitios apropiados ha hecho que esta actividad acceda y se expanda a nuevas áreas inexploradas del cultivo en aguas abiertas, como en lagos, reservas, embalses, ríos, y aguas salobres y marinas del mar abierto.

Este documento pretende evaluar la situación actual y las perspectivas futuras de la acuicultura alrededor del mundo. Está organizado en nueve capítulos incluyendo un panorama mundial y ocho estudios que cubren China, Asia (excluyendo China), Europa del Norte, el Mediterráneo, el África subsahariana, América Latina y el Caribe, América del Norte y Oceanía. Esta publicación reconoce la enorme importancia de la acuicultura en jaulas hoy en día y su papel clave para el futuro crecimiento del sector. Cada estudio, por región geográfica, informa acerca de la historia y origen de la acuicultura en jaulas. El panorama mundial trata las tendencias de esta actividad basadas en los últimos datos disponibles; resume la información de las especies cultivadas, los sistemas y medioambientes de cultivo; y explora además, el camino a seguir de la acuicultura en jaulas, ofreciendo opciones especialmente prometedoras para la integración multitrofica de los sistemas costeros actuales como, asimismo, la expansión e intensificación de otros lugares en el mar abierto.

Halwart, M.; Soto, D.; Arthur, J.R. (eds.)

Acuicultura en jaulas – Estudios regionales y panorama mundial.

FAO Documento Técnico de Pesca. No. 498. Roma, FAO. 2008. 255p.

Contenido

Preparación de este documento	iii
Resumen	iv
Autores	viii
Prefacio	x
LA ACUICULTURA EN JAULAS: UN PANORAMA MUNDIAL	3
ALBERT G.J. TACON Y MATTHIAS HALWART	
Introducción	4
Ausencia de información estadística	4
Principales especies cultivadas, sistemas de cría en jaulas y ambientes de cultivo	6
Cuestiones y desafíos percibidos en el desarrollo de la acuicultura en jaulas	8
El camino a seguir	10
Conclusiones	13
Agradecimientos	14
Referencias	14
ESTUDIO SOBRE LA ACUICULTURA EN JAULAS EN ASIA (EXCEPTO CHINA)	21
SENA S. DE SILVA AND MICHAEL J. PHILLIPS	
Introducción	22
Acuicultura en jaulas en aguas interiores	22
Cultivo en jaulas en aguas marinas y salobres	28
Perfiles de países	34
Restricciones y desafíos para el desarrollo del cultivo en jaulas en aguas salobres y marinas de Asia	44
El camino a seguir	46
Agradecimientos	48
Referencias	49
ESTUDIO DE LA ACUICULTURA EN JAULAS Y CORRALES: CHINA	55
JIAXIN CHEN, CHANGTAO GUANG, HAO XU, ZHIXIN CHEN, PAO XU, XIAOMEI YAN, YUTANG WANG AND JIAFU LIU	
Antecedentes	56
Historia y origen del cultivo en jaulas y corrales en China	56
Situación actual	58
Asuntos que surgen en el cultivo en jaulas de aguas interiores y corrales	62
Restricciones al cultivo en jaula en aguas marinas	63
El camino a seguir	64
Conclusiones y recomendaciones	68
Referencias	69

ESTUDIO DE LA ACUICULTURA EN JAULAS: AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE	75
ALEJANDRO ROJAS Y SILJE WADSWORTH	
Introducción	76
Proyecciones sobre del desarrollo acuícola en la región	76
Producción de salmónidos	79
Sistemas de cultivo en jaulas	91
Otras especies marinas	97
El camino a seguir	100
Referencias	102
ESTUDIO DE LA ACUICULTURA EN JAULAS: AMÉRICA DEL NORTE	109
MICHAEL P. MASSER Y CHRISTOPHER J. BRIDGER	
Antecedentes y objetivo del estudio	110
Historia y estado actual de la acuicultura en jaulas en América del Norte	110
Situación actual del cultivo en jaulas	113
Asuntos regionales	122
El camino a seguir	126
Conclusiones y recomendaciones	128
Referencias	129
ESTUDIO DE LA ACUICULTURA EN JAULAS: EUROPA DEL NORTE	135
JON ARNE GRØTTUM Y MALCOLM BEVERIDGE	
Antecedentes	136
Historia del cultivo en jaulas en la región	136
Situación actual del cultivo en jaulas en Europa	137
Principales desafíos regionales	146
El camino a seguir	155
Conclusiones	161
Agradecimientos	161
Referencias	162
ESTUDIO DE LA ACUICULTURA EN JAULAS: EL MAR MEDITERRÁNEO	167
FRANCESCO CARDIA Y ALESSANDRO LOVATELLI	
Antecedentes y objetivo del estudio	168
El mar mediterráneo	169
Especies cultivadas	169
Acuicultura en jaulas en el Mediterráneo	173
Panorama de la producción en jaulas a nivel nacional	175
Modelos de jaulas	189
Asuntos principales	193
El camino a seguir	196
Agradecimientos	196
Referencias	197

ESTUDIO DE LA ACUICULTURA EN JAULAS: ÁFRICA SUBSAHARIANA	201
PATRICK BLOW Y SHIVAUN LEONARD	
Introducción	202
La situación actual	202
El camino a seguir	214
Conclusiones	216
Recomendaciones	217
Referencias	219
ESTUDIO DE LA ACUICULTURA EN JAULAS: OCEANÍA	223
MICHAEL A. RIMMER Y BENJAMIN PONIA	
Antecedentes y objetivo del estudio	224
Historia y origen de la acuicultura en jaulas en la región	224
Situación actual	225
Cuestiones importantes de los países/región	236
El camino a seguir	241
Conclusiones	242
Agradecimientos	242
Referencias	243
ANEXOS	247
1. Segundo Simposio Internacional de Acuicultura en Jaulas en Asia	248
2. Programa	250
3. Lista de los participantes patrocinadores/presentadores	255

Autores

La acuicultura en jaulas: un panorama mundial

Albert G.J. Tacon Aquatic Farms Ltd
49-139 Kamehameha Hwy, Kaneohe, HI 96744 Estados Unidos de America

Matthias Halwart Departamento de Pesca y Acuicultura, FAO, 00153 Roma, Italia

Estudio sobre la acuicultura en jaulas en Asia (excepto China)

Sena S. De Silva Network of Aquaculture Centres in Asia-Pacific
PO Box 1040, Kesetsart Post Office, Bangkok 10903, Tailandia

Michael J. Phillips Network of Aquaculture Centres in Asia-Pacific
PO Box 1040, Kesetsart Post Office, Bangkok 10903, Tailandia

Estudio de la acuicultura en jaulas y corrales: China

Jiaxin Chen Instituto de Investigación Pesquera del Mar Amarillo, Qingdao, China

Changtao Guang Instituto de Investigación Pesquera del Mar Amarillo, Qingdao, China

Hao Xu Instituto de Investigación sobre Maquinarias e Instrumentos Pesqueros, Shanghai, China

Zhixin Chen Instituto de Investigación sobre Maquinarias e Instrumentos Pesqueros, Shanghai, China

Pao Xu Instituto de Investigación sobre Pesquerías de Agua Dulce, Wuxi, China

Xiaomei Yan Instituto de Investigación sobre Pesquerías de Agua Dulce, Wuxi, China

Yutang Wang Estación Nacional para la Extensión Técnica Acuícola, Beijing, China

Jiafu Liu Asociación Ningde para la Corvina Japonesa, Ningde, Provincia de Fujian, China

Estudio de la acuicultura en jaulas: América Latina y el Caribe

Alejandro Rojas Aquaculture Resource Management Limitada
Traumen 1721, Casilla 166, Puerto Varas, Chile

Silje Wadsworth Bluefin Consultancy, N-4310, Hommersåk, Noruega

Estudio de la acuicultura en jaulas: América del Norte

Michael P. Masser Department of Wildlife and Fisheries Sciences
Texas A&M University, College Station, Texas, Estados Unidos de America

Christopher J. Bridger Aquaculture Engineering Group Inc.
73A Frederick Street, St. Andrews, New Brunswick, E5B 1Y9, Canadá

Estudio de la acuicultura en jaulas: Europa del Norte

Jon Arne Grøttum Norwegian Seafood Federation, PB 1214, N-7462 Trondheim, Noruega

Malcolm Beveridge WorldFish Center, PO Box 1261, Maadi, Cairo, Egipto

Estudio de la acuicultura en jaulas: el mar Mediterráneo

Francesco Cardia Aquaculture Consultant, Via A. Fabretti 8, 00161 Rome, Italia
Alessandro Lovatelli Fisheries and Aquaculture Department, FAO, Rome 00153, Italia

Estudio de la acuicultura en jaulas: África subsahariana

Patrick Blow Lake Harvest, Box 322, Kariba, Zimbabwe
Shivaun Leonard Aquaculture Consultant,
68 Jones Circle, Chocowinity, NC 27817 Estados Unidos de America

Estudio de la acuicultura en jaulas: Oceanía

Michael A. Rimmer Queensland Department of Primary Industries and Fisheries
Northern Fisheries Centre, PO Box 5396, Cairns, Queensland, Australia
Benjamin Ponia Secretariat for the Pacific Community
BP D5 98848, Noumea Cedex, Nueva Caledonia

Créditos fotográficos

Los siguientes autores han provisto fotos adicionales:

P. Blow (página 200 parte de arriba)

B. Branahl/PIXELIO (página 74 parte inferior)

J.C. Chen (página 54 parte inferior)

DigitalGlobe/GoogleEarth (página 246 parte de arriba y 246 parte inferior)

M. Halwart (página 20 parte inferior, 51, 166 parte de arriba, 166 parte inferior, 222 y 245)

M. Heinemann/PIXELIO (página 134 parte inferior)

Manuele De Mattia/Norwegian Seafood Export Council (página 134 parte de arriba)

J.F. Moehl (páginas 163 y 200 parte inferior)

NOAA's Fisheries Collection (página 17 parte de arriba, 17 parte inferior, 108 parte de arriba y 108 parte inferior)

M. Phillips (página 20 parte de arriba)

Sena S. De Silva (páginas 2 y 54 parte de arriba)

D. Soto (página 74 parte de arriba, 105 parte de arriba y 105 parte inferior)

Prefacio

El subsector de la acuicultura en jaulas ha crecido rápidamente durante los últimos 20 años y actualmente está sufriendo cambios como respuesta a las presiones de la globalización y a un aumento de la demanda global de productos acuáticos. Estudios recientes han predicho que el consumo de pescado en los países en vías de desarrollo y desarrollados aumentará en un 57 y 4 por ciento respectivamente. El rápido crecimiento de la población, el aumento de la riqueza y la urbanización en los países en desarrollo están produciendo grandes cambios en la oferta y demanda por la proteína animal tanto de ganado como de pescado. Dentro del sistema de producción acuícola, se han dado los pasos hacia la agrupación de las jaulas existentes y hacia el desarrollo y uso de más sistemas intensivos de cría en jaulas. En particular la necesidad de contar con sitios apropiados ha hecho que esta actividad acceda y se expanda a nuevas áreas inexploradas del cultivo en aguas libres, como en lagos, reservas, embalses, ríos, y aguas salobres y marinas del mar abierto.

Dentro del Departamento de Pesca y Acuicultura de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), el Servicio de Gestión y Conservación de la Acuicultura (FIMA) es responsable de todos los programas relacionados al desarrollo y gestión de la acuicultura marina, costera y continental y la conservación de los ecosistemas acuáticos, incluyendo la biodiversidad. El Servicio brinda información, asesoramiento y asistencia técnica a los Miembros de la FAO sobre técnicas mejoradas y sistemas para el cultivo de peces y otros organismos acuáticos en aguas dulces, salobres y marinas, promoviendo prácticas sólidas y no dañinas al medioambiente en lagos, ríos, y áreas litorales, de acuerdo con cálculos modernos y gestiones estándares y los mejores precios para la acuicultura. Asegura la cooperación y coordinación con otras instituciones y programas gubernamentales y no gubernamentales, dentro y fuera de la FAO, preocupados por una acuicultura responsable.

Es dentro de este contexto que, en 2004, FIMA convocó a un taller sobre el cultivo en jaulas en África que se llevó a cabo en Entebbe, Uganda, del 20 al 23 de octubre de 2004¹. Esta actividad tuvo una alta prioridad considerando el creciente interés en el cultivo en jaulas en la región. Entre los análisis en profundidad que FIMA encargó para este taller se incluyó un panorama sobre el estado actual, lecciones aprendidas y desarrollos futuros del cultivo de peces de escama en jaulas, un estudio de la acuicultura de pequeña escala en Asia, y las experiencias en cultivo en jaulas en ciertos países selectos, todos los cuales fueron sumamente apreciados por los participantes como valiosa información de base para delinear su propio camino a seguir para desarrollar el subsector de la acuicultura en la región. Dada la naturaleza dinámica del subsector acuícola en jaulas, el valor de las experiencias nacionales y regionales, aparte de los trabajos que está llevando a cabo la FAO actualmente para desarrollar el proyecto Visiones Generales de la Acuicultura Nacional y el Proyecto Japonés de Fondo Fiduciario «Hacia una acuicultura sostenible – asuntos selectos y guías», FIMA decidió encargar estudios sobre otras regiones del mundo.

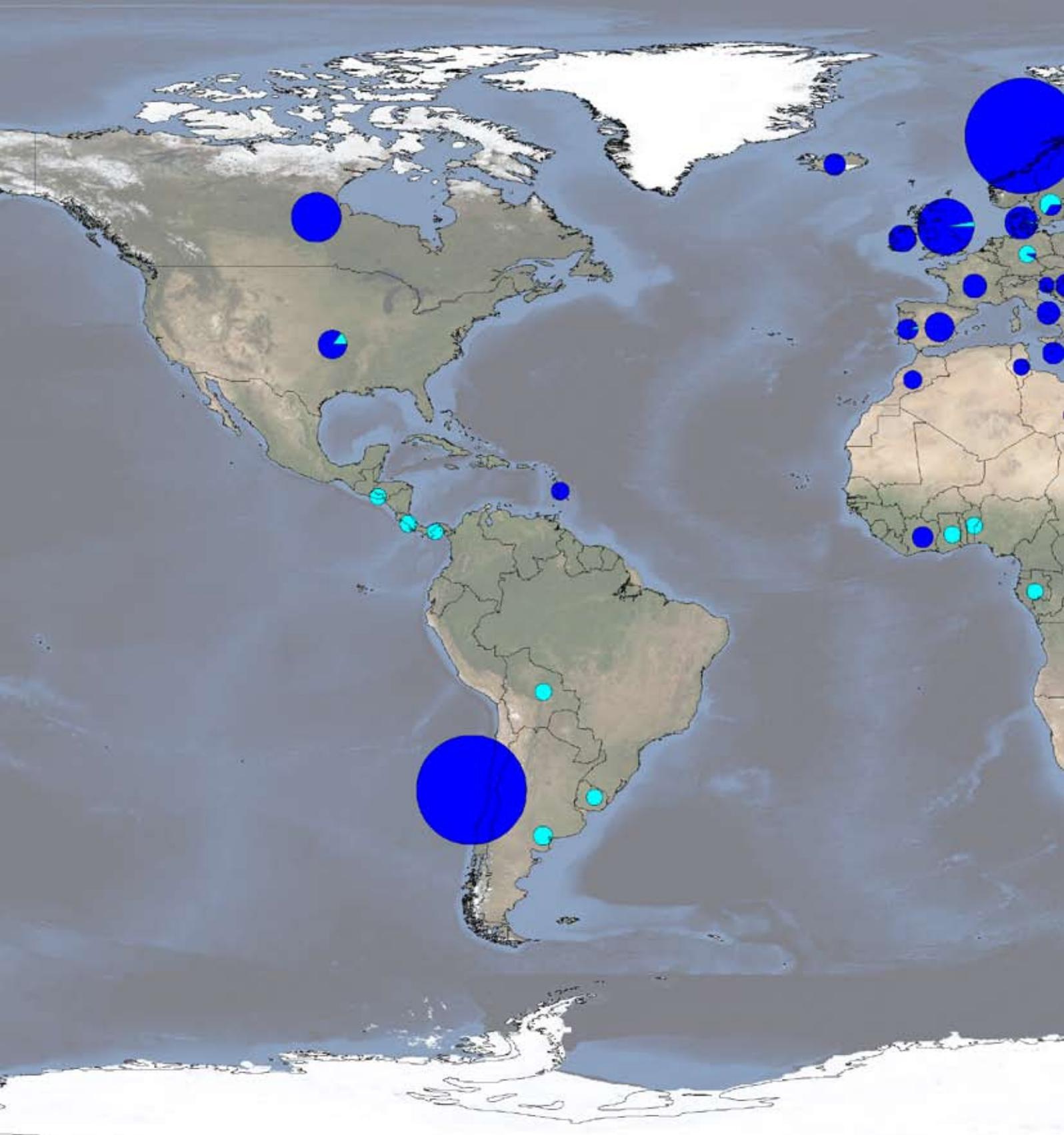
En 2005, se recibió una invitación de la Sociedad Asiática de Pesca (AFS) para participar del Segundo Simposio Internacional de la Acuicultura en Jaulas en Asia. FIMA acogió con agrado esta invitación vista como una oportunidad única para presentar los estudios en un marco internacional y para recibir los comentarios de los numerosos expertos entendidos en la materia que participarían en este importante evento. Por último, las presentaciones de los estudios nacionales, regionales y globales fueron organizadas en grupos de dos o tres, juntando a todos los participantes en plenario antes de dividirse en sesiones de simposios paralelos (ver Anexos 1 a 3).

¹ Ver Halwart, M. y Moehl, J.F. (eds.) 2006. FAO Regional Technical Expert Workshop on Cage Culture in Africa. Entebbe, Uganda, 20–23 octubre 2004. FAO Actas de Pesca. No. 6, 113p. Roma, FAO.

Como lo destacó el taller de 2004, el desarrollo exitoso de la acuicultura en jaulas dependerá de varios factores. El desafío para el sector gubernamental y privado es el de trabajar juntos para conducir los asuntos coherentemente –a nivel de granja, a nivel local, nacional y regional. Esto es así para todas las regiones y todas las formas de acuicultura en jaulas. Se espera que la información que se brinda en este documento sirva a un gran número de investigadores, planificadores y profesionales de desarrollo, y provea por lo menos parte de la base informativa que se necesita para una asociación pública-privada informada y para decisiones de política inteligentes.

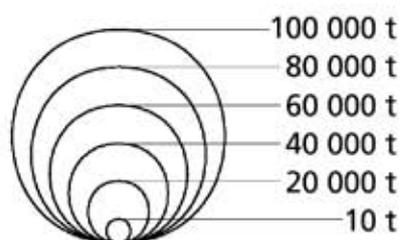


Jiansan Jia
Jefe
Servicio de Gestión y Conservación de la Acuicultura
Departamento de Pesca y Acuicultura de la FAO

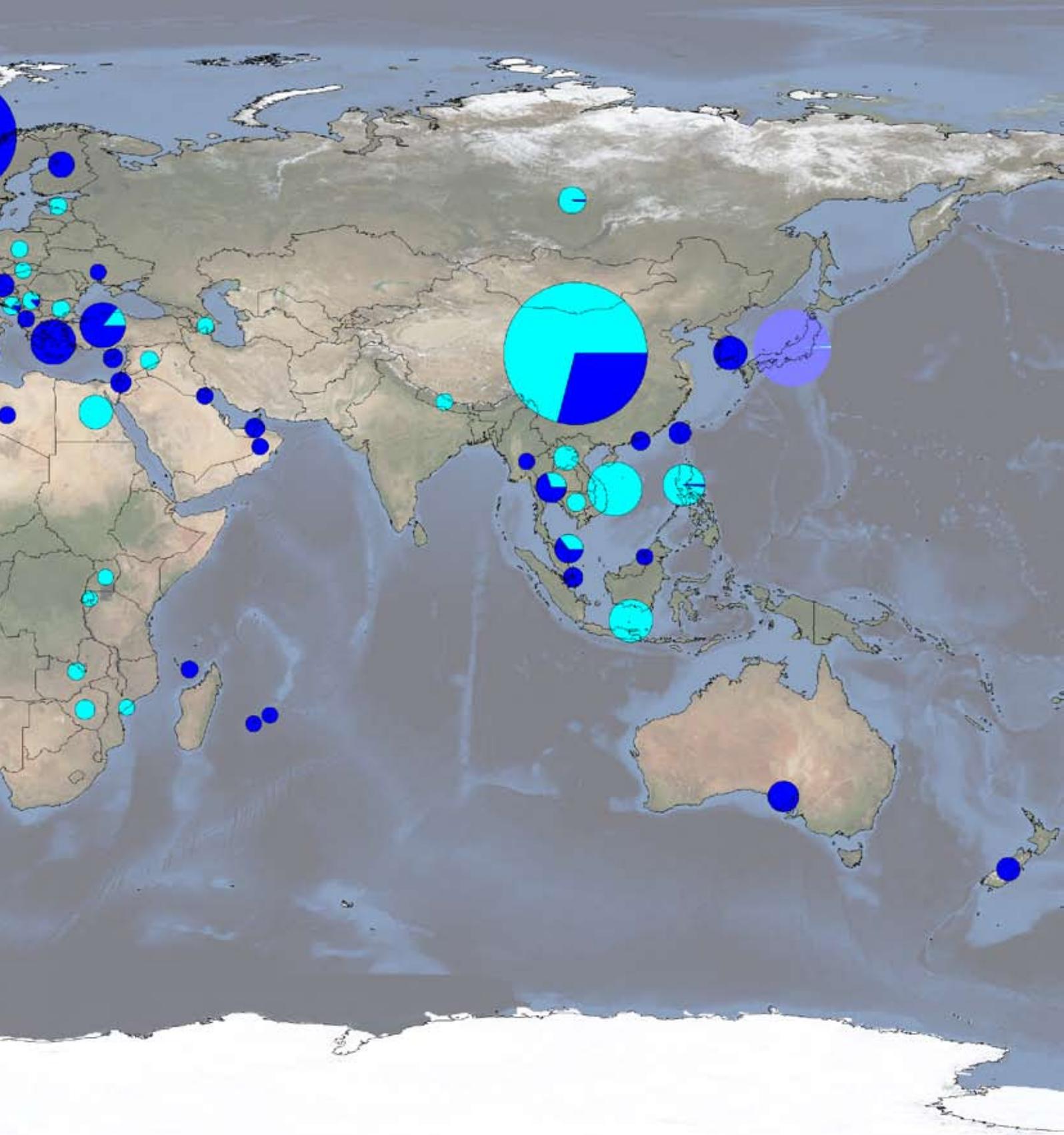


Producción de la acuicultura en jaulas 2005

Datos obtenidos de las estadísticas de pesca suministradas a la FAO por los Estados Miembros en 2005. En caso de no existir datos de 2005, se utilizaron los de 2004.



- agua dulce
- agua marina y salobre



La acuicultura en jaulas: un panorama mundial



La acuicultura en jaulas: un panorama mundial

Albert G.J. Tacon¹ y Matthias Halwart²

Tacon, A.G.J. y Halwart, M.

La acuicultura en jaulas: un panorama mundial. En M. Halwart, D. Soto y J.R. Arthur (eds). *Acuicultura en jaulas – Estudios regionales y panorama mundial*. FAO Documento Técnico de Pesca. No. 498. Roma, FAO. 2008. pp. 1–16.

RESUMEN

El engorde y producción de organismos acuáticos cultivados en jaulas es una práctica relativamente nueva en la acuicultura. Aunque los orígenes del uso de jaulas para mantener y transportar los peces por períodos cortos se remontan a dos siglos atrás en Asia, el cultivo comercial en jaulas se inició en Noruega en la década de 1970 con el surgimiento y desarrollo de la cría de salmón. Al igual que en la agricultura terrestre, la tendencia dentro de la acuicultura hacia el desarrollo y utilización de sistemas intensivos de cría en jaulas obedece a una combinación de factores. Entre estos se incluyen la creciente competencia a la que se enfrenta el sector por los recursos disponibles (incluyendo agua, suelo mano de obra, energía), las economías de escala, la presión para obtener mayor productividad por unidad de área y la necesidad del sector de acceder y extenderse a costa de nuevos espacios explotados para la cría en aguas abiertas como en lagos, pantanos, ríos y aguas costeras salobres y en mar abierto.

Aunque no existe información estadística oficial sobre el total de la producción mundial de especies acuáticas de cría dentro de los sistemas de cultivo en jaulas o sobre el crecimiento del sector en conjunto, existe alguna información sobre la cifra de unidades de jaulas de cría y de estadísticas de producción que proporcionan a la FAO algunos Estados Miembros. Un total de 62 países proporcionaron datos sobre la acuicultura en jaulas en el año 2005: 25 países informaron directamente de cifras de producción de la acuicultura en jaulas y 37 ofrecieron información de la cual se pudieron obtener los datos de este tipo de acuicultura. Hasta la fecha, la acuicultura comercial en jaulas se ha limitado principalmente a la cría de especies de peces con escamas de alto valor (en términos comerciales) alimentados con piensos compuestos, entre los que se incluyen el salmón (salmón del Atlántico, coho y salmón rey), la mayor parte de las principales especies de peces carnívoros marinos y de agua dulce (incluyendo el medregal del Japón, besugo, corvina japonesa, lubina, dorada, cobia, trucha arcoiris criada en el mar, tolo mandarín, y cabeza de serpiente), junto a una proporción creciente de especies de peces omnívoros de agua dulce (incluyendo a la carpa china, tilapia, *Colossoma* y bagre).

Los sistemas de acuicultura en jaula empleados por los piscicultores son en la actualidad tan diversos como el número de especies que se crían, y varían desde las explotaciones tradicionales en jaulas operadas en forma familiar (típicas en la mayoría de los países de Asia) a las modernas explotaciones comerciales en jaulas de gran escala para salmón y truchas en el Norte de Europa y el continente americano. El rápido crecimiento y el éxito de la industria de cría del salmón en jaulas se ha debido a una combinación de factores interrelacionados, entre ellos el desarrollo y utilización de una tecnología rentable y fácilmente renovable (que incluye la producción de semillas en pisciculturas), el acceso a extensas zonas acuáticas adecuadas, buena selección de especies y aceptación en el mercado, mayores inversiones corporativas, y un entorno regulador eficaz y apoyado por el Gobierno. Este documento analiza las cuestiones actuales y los retos para el desarrollo de la acuicultura en jaulas, y en particular la necesidad de minimizar el impacto potencial en el medio ambiente y en los ecosistemas de un sector en rápido crecimiento.

¹ Aquatic Farms Ltd, 49-139 Kamehameha Hwy, Kaneohe, HI 96744 Estados Unidos de America

² Fisheries and Aquaculture Department, FAO, 00153 Rome, Italia

INTRODUCCIÓN

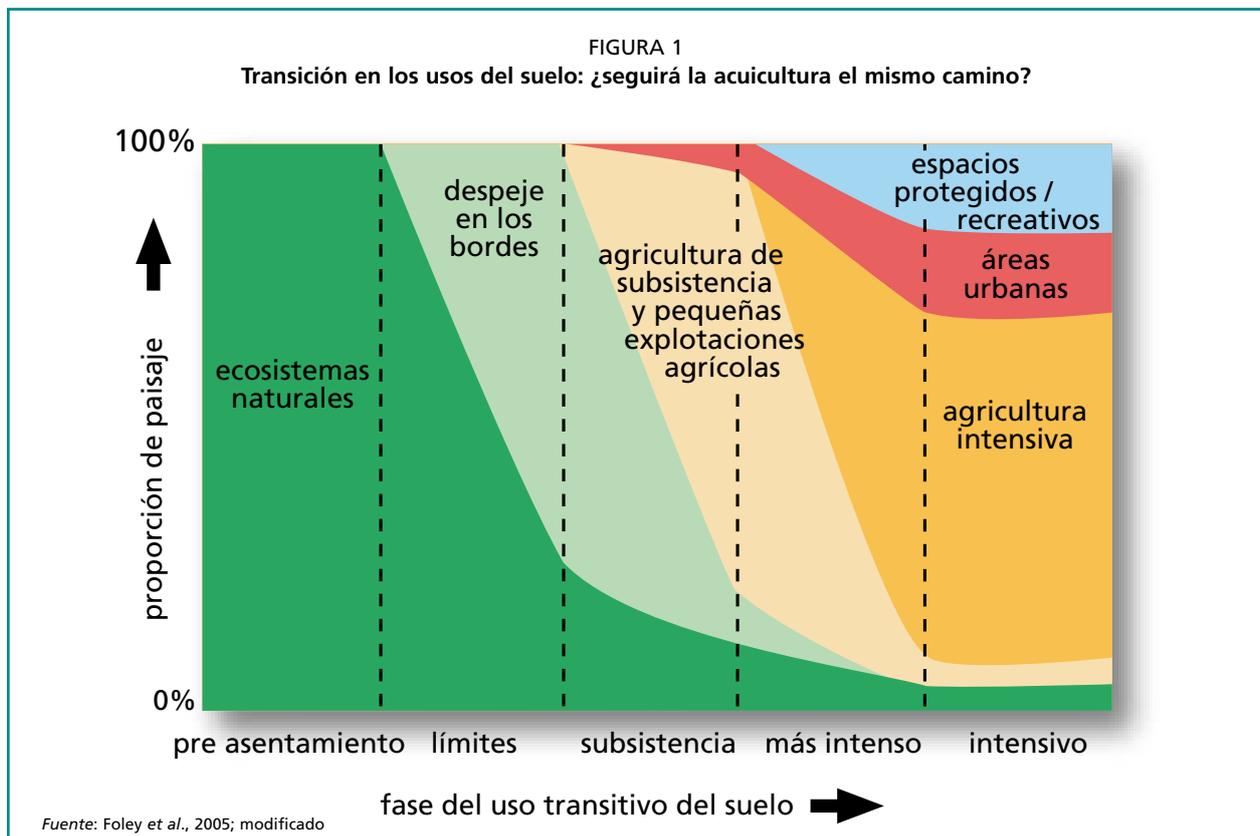
El engorde y producción de organismos acuáticos cultivados en jaulas es una práctica relativamente nueva en la acuicultura. Aunque los orígenes del uso de jaulas para mantener y transportar los peces por períodos cortos se remontan a dos siglos atrás en Asia (Pillay y Kutty, 2005), y puede tener un origen aún más antiguo entre las prácticas tradicionales de los pescadores que vivían en embarcaciones en el Mekong (de Silva y Phillips, en este volumen) el cultivo comercial en jaulas en el mar se inició en Noruega en la década de 1970 con el surgimiento y desarrollo de la cría de salmón (Beveridge, 2004). El sector de la acuicultura en jaulas ha crecido rápidamente durante los últimos 20 años y experimenta en la actualidad veloces cambios como respuesta a las presiones de la globalización y a la creciente demanda de productos acuáticos tanto en los países en desarrollo como en los desarrollados. Se prevé que el consumo de pescado en los países en desarrollo se incremente un 57 por ciento, de 62,7 millones de toneladas en 1997 a unos 98,6 millones en 2020 (Delgado *et al.*, 2003). En comparación, el consumo de pescado en los países desarrollados se incrementará tan sólo el 4 por ciento en el mismo período, de 28,1 millones de toneladas a 29,2 millones en 2020. El rápido

crecimiento de la población, la mayor riqueza y el proceso de urbanización en los países en desarrollo están produciendo cambios drásticos en el suministro y la demanda de proteínas animales, procedentes tanto de la ganadería como del pescado (Delgado *et al.*, 2003).

Al igual que en la agricultura terrestre (Figura 1), la tendencia hacia el desarrollo dentro de la agricultura y el uso de sistemas intensivos en la cría en jaulas se debió a una combinación de factores, incluyendo la creciente competencia a la que se enfrenta el sector por los recursos disponibles (Foley *et al.*, 2005; Tilman *et al.*, 2002), la necesidad de economías de escala y la presión para una mayor productividad por unidad de área. Particularmente, la necesidad de contar con espacios adecuados ha llevado al sector a acceder y extenderse hacia nuevas áreas sin explotar de cultivo en aguas abiertas, como lagos, embalses, ríos, aguas costeras salobres y aguas en mar abierto.

AUSENCIA DE INFORMACIÓN ESTADÍSTICA

Aunque no existe información estadística oficial sobre el total de la producción mundial de cría de especies acuáticas dentro de los sistemas de cultivo en jaulas o sobre el crecimiento del sector en su conjunto (FAO, 2007), existe alguna información



sobre la cifra de unidades de jaulas para cultivo y de estadísticas de producción que proporcionan a la FAO algunos Estados miembros. Un total de 62 países ofrecieron datos sobre la acuicultura en jaulas en el año 2005: 25 países otorgaron directamente cifras de producción de la acuicultura en jaulas y otros 37 ofrecieron información de la cual se pudieron obtener los datos sobre este tipo de acuicultura (Cuadro 1).

De esos 62 países y provincias/regiones, 31 países proporcionaron datos relevantes a la FAO en 2004 y 2005.

Según lo informado por esos 62 países, el total de producción acuícola en jaulas y provincias/regiones alcanzó las 2 412 167 toneladas o 3 403 722 toneladas si se incluyen los datos de los expertos, en particular de Chen *et al.* (este volumen), sobre China

Sobre la base de la información parcial antes mencionada, entre los principales productores de cultivos en jaulas en 2005 se incluyen: Noruega (652 306 toneladas), Chile (588 060 toneladas), Japón (272 821 toneladas), Reino Unido (135 253 toneladas), Viet Nam (126 000 toneladas), Canadá (98 441 toneladas), Turquía (78 924 toneladas), Grecia (76 577 toneladas), Indonesia (67 672 toneladas) y Filipinas (66 249 toneladas) (Figura 2).

Sin embargo, es necesario señalar que, como se indica más arriba, la interpretación significativa de los datos anteriores está limitada por el hecho que para más de la mitad de los países (37 de 62) el método de cultivo debía de ser extrapolado en base a otra información existente.

La información que falta puede distorsionar seriamente el panorama general y China, es el caso más importante en ese sentido. Según el informe de Chen *et al.* (este volumen), la producción total de la acuicultura en jaulas en China continental en 2005 fue de 991 555 toneladas (704 254 toneladas en jaulas en aguas interiores y 287 301 toneladas en jaulas de aguas costeras).

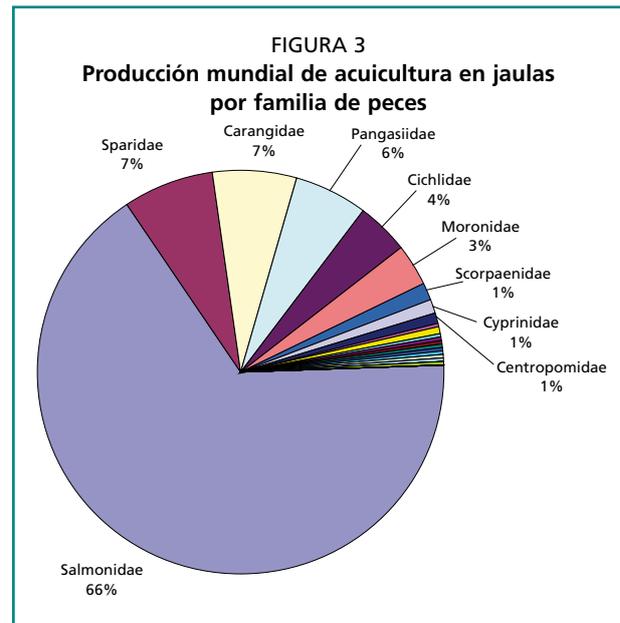
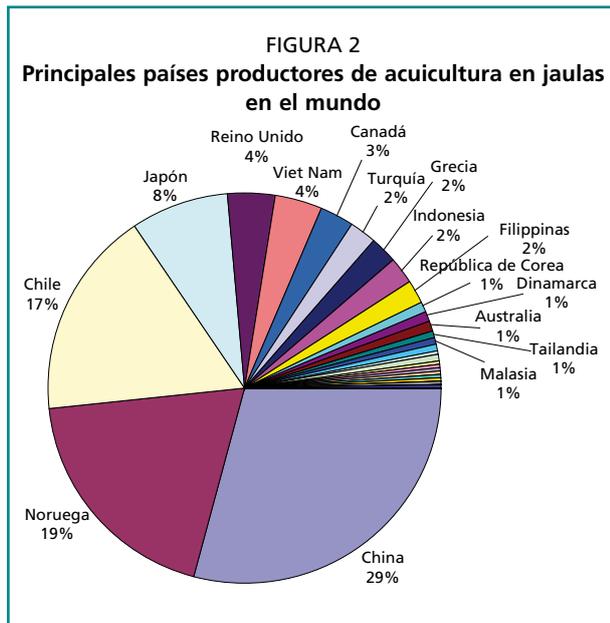
En términos de importancia nacional o regional, el total de la producción de cultivo en jaulas en China alcanzó solo el 2,3 por ciento del total de la producción acuícola en 2005 (Chen *et al.*, este volumen; FAO, 2007).

En contraposición, Masser y Bridger (este volumen) informaron que la producción de la acuicultura en jaulas fue de alrededor un 70 por ciento del total de la producción acuícola en Canadá en 2004, y De Silva y Phillips (este volumen) han estimado que la cría en jaulas es responsable de el 80 o 90 por ciento del total de producción de peces marinos en Asia.

CUADRO 1

Países miembros de la FAO que informan sobre la producción acuícola en jaulas, o que están dedicados activamente en la acuicultura comercial en jaulas, pero que no informan sobre sus actividades a la FAO

Países que informan a la FAO de la acuicultura en jaulas	Países que están involucrados activamente en la acuicultura comercial en jaulas
América Latina y el Caribe	
Argentina, Bolivia, Chile, Costa Rica, El Salvador, Martinica (Francia), Panamá, Uruguay	Brasil, Colombia, Guatemala, Honduras, México, Nicaragua
América del Norte	
Canadá, Estados Unidos de América	
Europa septentrional	
Alemania, Bulgaria, Dinamarca, Eslovaquia, Estonia, Federación de Rusia, Finlandia, Irlanda, Islandia, Noruega, Polonia, Reino Unido, Suecia	
Región Mediterránea	
Albania, Bosnia y Herzegovina, Croacia, Chipre, Egipto, Eslovenia, Francia, Grecia, Israel, Italia, Jamahiriya Árabe Libia, Malta, Marruecos, Portugal, República Árabe Siria, Túnez, Turquía	España
África subsahariana	
Benin, Gabón, Ghana, Mauritania, Mayotte (Francia), Mozambique, Reunión (Francia), Zambia, Zimbabwe	Costa del Marfil, Kenya, Madagascar, Nigeria, Rwanda, Sudáfrica, Uganda
Asia y Oceanía	
Azerbaijan, Brunei Darussalam, Camboya, China, Filipinas, Indonesia, Japón, Kuwait, Malasia, Nepal, Omán, RAE de Hong Kong, República Democrática Popular Lao, República de Corea, Singapur, Tailandia, Taiwan Provincia de China, Viet Nam	Australia, Bangladesh, China, India, Irán (República Islámica del), Nueva Zelandia, República Popular Democrática de Corea

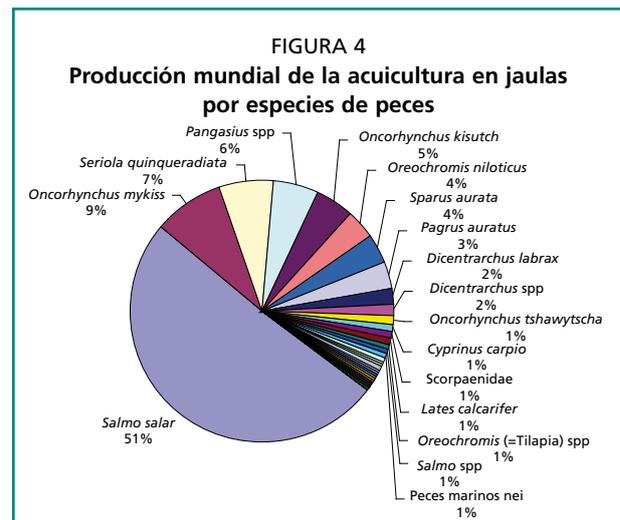


PRINCIPALES ESPECIES CULTIVADAS, SISTEMAS DE CRÍA EN JAULAS Y AMBIENTES DE CULTIVO

Hasta la fecha, la acuicultura comercial en jaulas se ha limitado principalmente a la cría de especies de peces con escamas de alto valor (en términos comerciales) alimentados con piensos compuestos, entre las que se incluyen el salmón (salmón del Atlántico, coho y salmón rey), la mayor parte de las principales especies de peces carnívoros marinos y de agua dulce (incluyendo el medregal del Japón, besugo, corvina japonesa, lubina, dorada, cobia, trucha arcoiris criada en el mar, tollo mandarín, cabeza de serpiente), junto a una proporción creciente de especies de peces omnívoros de agua dulce (incluyendo a la carpa china, tilapia, *Colossoma* y bagre).

Sin embargo, los sistemas empleados por los piscicultores en el cultivo en jaulas son hoy en día tan diversos como el número de especies que se cultivan, y varían desde las explotaciones en jaulas operadas en forma familiar (típicas en la mayoría de países asiáticos; De Silva y Phillips, 2007; Pillay y Kutty, 2005) hasta las jaulas comerciales que se utilizan en Europa y América (Grøttum y Beveridge, este volumen; Masser y Bridger, este volumen).

En términos de diversidad, se calcula que en total se crían en jaulas 40 familias de peces, pero que sólo cinco familias (Salmonidae, Sparidae, Carangidae, Pangasiidae y Cichlidae) representan el 90 por ciento de la producción y una familia (Salmonidae) es responsable del 66 por ciento de la producción total (Figura 3).



A nivel de especies, existen cerca de 80 especies que se crían hoy en jaulas. Una de ellas, (*Salmo salar*), representa cerca de la mitad (51 por ciento) de toda la producción en jaulas (Figura 4), y otras cuatro especies (*Oncorhynchus mykiss*, *Seriola quinqueradiata*, *Pangasius spp.* y *Oncorhynchus kisutch*) representan cerca de la cuarta parte (27 por ciento).

El 90 por ciento de la producción total procede de tan sólo ocho especies (además de las mencionadas más arriba: *Oreochromis niloticus*, *Sparus aurata*, *Pagrus auratus* y *Dicentrarchus labrax*); el otro 10 por ciento corresponde a las restantes, más de 70 especies.

Sobre la base de la información obtenida de los estudios regionales, el salmón del Atlántico es en la actualidad, por volumen y valor, la especie que más

CUADRO 2

Total reported Atlantic salmon *Salmo salar* aquaculture production in 2005 (FAO, 2007)

País	Cantidad (toneladas y en porcentajes sobre el total)	
Noruega	582 043	(47,02%)
Chile	374 387	(30,24%)
Reino Unido	129 823	(10,49%)
Canadá	83 653	(6,76%)
Islas Feroe	18 962	(1,53%)
Australia	16 033	(1,30%)
Irlanda	13 764	(1,11%)
Estados Unidos de América	9 401	(0,76%)
Islandia	6 488	(0,52%)
Francia	1 190	(0,10%)
Federación de Rusia	204	(0,02%)
Dinamarca	18	
Grecia	6	
Total	1 237 977	

Fuente: FAO, 2007

se cría en jaulas. La producción acuícola de estas especies de aguas frías aumentó más de 4 000 veces, de las 294 toneladas en 1970 a 1 235 972 toneladas en 2005 (con un valor de 4 767 000 millones de dólares EE.UU.). Entre los países que cuentan actualmente con una capacidad de producción superior a las 10 000 toneladas figuran Noruega, Chile, Reino Unido, Canadá, las Islas Faroe, Australia e Irlanda (Cuadro 2)³.

Según Forster (2006) el espectacular aumento y el éxito comercial de la cría de salmón dentro de estos países pueden atribuirse a una serie de factores interrelacionados, entre los que se incluyen:

- Desarrollo de una tecnología de cultivo en jaulas fácilmente renovable y rentable (esto es, el uso de sistemas relativamente sencillos y estándar de cultivo en jaulas flotantes para la cría del salmón);
- Acceso a zonas extensas y adecuadas de aguas costeras prístinas (Noruega y Chile cuentan con 1 800 y 1 500 kilómetros de costas) respectivamente;
- El salmón es una buena especie para cultivar (hay más de tres especies diferentes, requiere de una tecnología sencilla, crece bien en jaulas, tiene un rápido crecimiento para alcanzar un gran tamaño y gran rendimiento en filetes: el 60 por ciento es de una carne muy aceptable);
- Buen desarrollo de mercado y del producto (incluyendo que se adquiere fresco durante todo el año, trae buenos beneficios para la salud, cuenta con productos con valor añadido, denominaciones de origen, comercialización genérica);
- Beneficios de mayores de inversiones corporativas, economías de escala, y la consecuente estabilidad financiera y cumplimiento con las regulaciones;
- Beneficios de un buen apoyo del Gobierno nacional y de un marco regulador (tiene asignado un espacio y un proceso predecible para obtener permisos, marco regulador práctico, seguridad en la tenencia, financiación pública y privada de la investigación y desarrollo en apoyo del sector); y
- Importancia dada a la óptima salud y condiciones del salmón, con el consecuente desarrollo de una mejor gestión en la salud de los peces (incluyendo la óptima calidad de los alevines, calidad y condiciones físicas del agua, desarrollo exitoso de vacunas, y desarrollo en general de una mejor asistencia en cuanto a manejo, nutrición, piensos de los peces y prácticas de gestión de poblaciones).

No obstante, la producción mundial de salmón del Atlántico descendió ligeramente en 2005 y parece existir una desaceleración en el ritmo de crecimiento. Sobre las otras especies que se crían en jaulas, es difícil separar los datos según el tipo de ambiente en el que tiene lugar el cultivo. La FAO distingue entre producción en agua dulce, salobre

³ Nótese que el volumen de producción de China se ha tomado de Chen *et al.* (este volumen). Estos autores informan sobre el uso de especies (26 de peces, 3 de crustáceos, 1 de reptiles) pero no suministran cifras de producción por especie.

y marina. Sin embargo, la información que ofrecen los países a la FAO no es siempre consecuente en distinguir entre cultivo en aguas salobres y ambientes marinos, por lo que ambos han sido agregados más abajo.

China lidera en agua dulce con una producción de más de 700 000 toneladas, equivalente al 68,4 por ciento del total de la acuicultura en jaulas en agua dulce, seguida de Viet Nam (126 000 toneladas, 12,2 por ciento) e Indonesia (67 700 toneladas o 6,6 por ciento) (Cuadro 3). Mientras que la producción en China se compone de unas 30 especies acuáticas para las que no existen cifras disponibles específicas de producción (Chen *et al.*, este volumen), la producción en otros países se compone en su mayor parte de bagre y sargentos (Cuadro 4). La mayoría de los grandes productores de acuicultura en jaulas marinas y en aguas salobres se encuentran en las regiones templadas, al tiempo que las principales especies incluyen salmónidos, medegrales, peces de la familia de las percas y rascacios (Cuadros 5 y 6).

CUESTIONES Y DESAFÍOS PERCIBIDOS EN EL DESARROLLO DE LA ACUICULTURA EN JAULAS

A pesar del evidente éxito a nivel económico y técnico de la cría de salmón en jaulas, el sector se enfrenta a numerosos desafíos y cuestiones durante su desarrollo.

En general, estos desafíos y cuestiones están relacionados con el uso de un sistema de cultivo en jaulas de redes abiertas y los consecuentes impactos reales o percibidos de estos sistemas de cultivo sobre el medio ambiente acuático y el ecosistema que les rodea. Entre ellos se incluyen:

- mayor pérdida de nutrientes por el alimento no consumido, desechos fecales y excrementos de los peces criados en jaulas, y los posibles impactos (negativos y positivos) sobre la calidad del agua y la salud del medio ambiente acuático y el ecosistema (Mente *et al.*, 2006; León, 2006);
- mayor riesgo de aparición de enfermedades en los peces criados en jaulas (Chen *et al.*, esta obra; Merican, 2006; Tan *et al.*, 2006) y el riesgo

CUADRO 3

Los diez primeros protagonistas de la acuicultura en jaulas en agua dulce por país

País	Cantidad (toneladas)	en porcentaje sobre el total
China	704 254	68,4
Viet Nam	126 000	12,2
Indonesia	67 672	6,6
Filipinas	61 043	5,9
Federación de Rusia	14 036	1,4
Turquía	10 751	1,0
República Democrática Popular de Lao	9 900	1,0
Tailandia	7 000	0,7
Malasia	6 204	0,6
Japón	3 900	0,4

CUADRO 4

Producción de las diez principales especies/taxones en acuicultura en jaulas en agua dulce (excluyendo China)

Especies	Cantidad (toneladas)	en porcentaje sobre el total
<i>Pangasius</i> spp	133 594	41,1
<i>Oreochromis niloticus</i>	87 003	26,7
<i>Cyprinus carpio</i>	21 580	6,6
<i>Oreochromis</i> (=Tilapia) spp	16 714	5,1
<i>Oncorhynchus mykiss</i>	14 625	4,5
<i>Salmo</i> spp.	12 071	3,7
<i>Channa micropeltes</i>	11 525	3,5
<i>Salmo trutta</i>	8 551	2,6
Peces de agua dulce nei	6 914	2,1
Acipenseridae	2 368	0,7

- potencial de transmisión de enfermedades a (y desde) las poblaciones naturales de peces (Ferguson *et al.*, 2007);
- mayor dependencia de las especies de peces carnívoras criadas en jaulas en los recursos pesqueros usados como piensos, incluyendo la harina de pescado, el aceite de pescado, y especies de morralla de bajo valor (Asche y Tveteras, 2004; De Silva y Phillips, este volumen; Edwards *et al.*, 2004; Kristofersson y Anderson, 2006; Tacon *et al.*, 2006). Nótese que esta dependencia no es exclusiva de los sistemas de cría en jaulas, sino que se aplica también a las especies de peces y crustáceos carnívoros criados en estanques y lagunas;
 - mayor dependencia de algunos sistemas de acuicultura en jaulas en las semillas capturadas en el medio silvestre, en los casos de aquellas especies marinas de peces para las cuales el desarrollo de viveros es nuevo o la producción, actualmente, no es suficiente para satisfacer la demanda (FAO, 2006d; Merican, 2006; Ottolenghi *et al.*, 2004; Rimmer, 2006);
 - mayor riesgo de que los peces escapen de las jaulas y sus consiguientes impactos potenciales (negativos y positivos) en las poblaciones de peces silvestres, incluyendo impactos potenciales a nivel genético, ecológico y social (FAO, 2006d; Ferguson *et al.*, 2007; Hindar *et al.*, 2006; Naylor *et al.*, 2005; Soto *et al.*, 2001);
 - incremento de los impactos potenciales de la cría en jaulas (negativos y positivos) en otras especies animales, incluyendo las aves y mamíferos depredadores atraídos por los peces en las jaulas (Beveridge, 2004; Nash *et al.*, 2000);
 - mayor preocupación comunitaria (en algunos países) sobre el uso compartido de las aguas interiores y costeras para la cría de peces en jaulas (debido al posible desplazamiento de pescadores y otros, y la contaminación visual percibida y la consiguiente necesidad de incrementar las consultas con todas las partes interesadas (FAO, 2006d);

CUADRO 5

Producción de los diez principales países con acuicultura en jaulas en aguas marinas y salobres

País	Cantidad (toneladas)	en porcentaje sobre el total
Noruega	652 306	27,5
Chile	588 060	24,8
China	287 301	12,1
Japón	268 921	11,3
Reino Unido	131 481	5,5
Canadá	98 441	4,2
Grecia	76 212	3,2
Turquía	68 173	2,9
República de Corea	31 895	1,3
Dinamarca (incluyendo las Islas Faroe)	31 192	1,3

CUADRO 6

Producción (toneladas) de las diez principales especies/taxones en acuicultura en jaulas en aguas marinas y salobres (excluyendo China)

Especies	Cantidad (toneladas)	en porcentaje sobre el total
<i>Salmo salar</i>	1 219 362	58,9
<i>Oncorhynchus mykiss</i>	195 035	9,4
<i>Seriola quinqueradiata</i>	159 798	7,7
<i>Oncorhynchus kisutch</i>	116 737	5,6
<i>Sparus aurata</i>	85 043	4,1
<i>Pagrus auratus</i>	82 083	4,0
<i>Dicentrarchus labrax</i>	44 282	2,1
<i>Dicentrarchus spp.</i>	37 290	1,8
<i>Oncorhynchus tshawytscha</i>	23 747	1,2
Scorpaenidae	21 297	1,0

- mayor necesidad de establecer y ejecutar controles gubernamentales adecuados sobre el desarrollo del sector, incluyendo planificación y controles medioambientales, y la ejecución de buenas (o mejores) prácticas de gestión en las explotaciones (Alston *et al.*, 2006; Boyd *et al.*, 2005; Chen *et al.*, este volumen; FAO, 2006d); y
- mayor interés público (en algunos países y en los mercados de los países en desarrollo) en la sostenibilidad medioambiental y ecológica a largo plazo de los sistemas de cultivos intensivos (Goodland, 1997), y en particular en lo que concierne a la sostenibilidad ecológica a largo plazo de la cría de especies de peces carnívoros dentro de sistemas de cultivo en jaulas basados en el uso de recursos pesqueros como insumos alimentarios (Costa-Pierce, 2003; Tacon *et al.*, 2006).

Es importante repetir, que la acuicultura (incluyendo el uso de sistemas de cría en jaulas) tiene también otros numerosos e importantes beneficios sociales, económicos y medioambientales, incluyendo un mayor impacto en la seguridad alimentaria y la mitigación de la pobreza, mayores oportunidades de empleo en las comunidades rurales, mayor suministro y disponibilidad de productos alimentarios marinos, mejoramiento de la nutrición y el bienestar humanos, mayor entrada de divisas, mejora del tratamiento de las aguas residuales/reciclaje del agua y oportunidades para el riego de cultivos, y la mejora del reciclaje de los nutrientes. Todos estos factores deben de ser tenidos en consideración y sopesados por su importancia en una comparación equilibrada de los sistemas de producción alimentaria (FAO, 2006d; Halwart y Moehl, 2006; Hambrey, 1999, 2001; Tacon, 2001).

EL CAMINO A SEGUIR

El cultivo en jaulas tiene un gran potencial de desarrollo. Por ejemplo, la cría en jaulas a nivel familiar intermedio tiene gran éxito en muchas partes de Asia (Phillips y De Silva, 2006) y una de las claves para su continuo crecimiento y ulterior desarrollo no será cómo promoverlo, si más bien cómo gestionarlo (Hambrey, 2006). Sin embargo, existe también una necesidad urgente de reducir la actual dependencia de algunos sistemas de cultivo en jaulas del uso de peces de escaso valor/morralla como insumo alimentario, incluyendo el bagre Pangasid y especies de gran valor como el pez Mandarín, cabeza de serpiente, cangrejos y peces de escama marinos (Tacon *et al.*, 2006). Con niveles diferentes de intensidad, otras formas de acuicultura en jaulas están surgiendo en África y los desafíos se

relacionan principalmente con el de contar con un ambiente económico, político y regulador favorable (Rana y Telfer, 2006).

Sin embargo, la cría intensiva en jaulas de peces de escama de alto valor está creciendo con rapidez y existen importantes consecuencias sociales y medioambientales derivadas de este crecimiento y de la transformación de este subsector. Igual que las tendencias globales en la producción ganadera, existe el riesgo de que el rápido crecimiento de las operaciones intensivas pueda marginar a los pequeños productores, y la elevada producción a diferentes niveles de intensidad puede conducir a una degradación medioambiental, si no se planifica y gestiona adecuadamente. Considerando que la mayor parte de la acuicultura en jaulas tiene lugar en el medio ambiente costero ya de por sí frágil y sometido a una gran presión, existe un consenso cada vez mayor sobre la necesidad de dar un particular empuje a la sostenibilidad medioambiental del subsector.

Expansión, intensificación, contaminación medioambiental y estado de nuestros océanos y aguas interiores

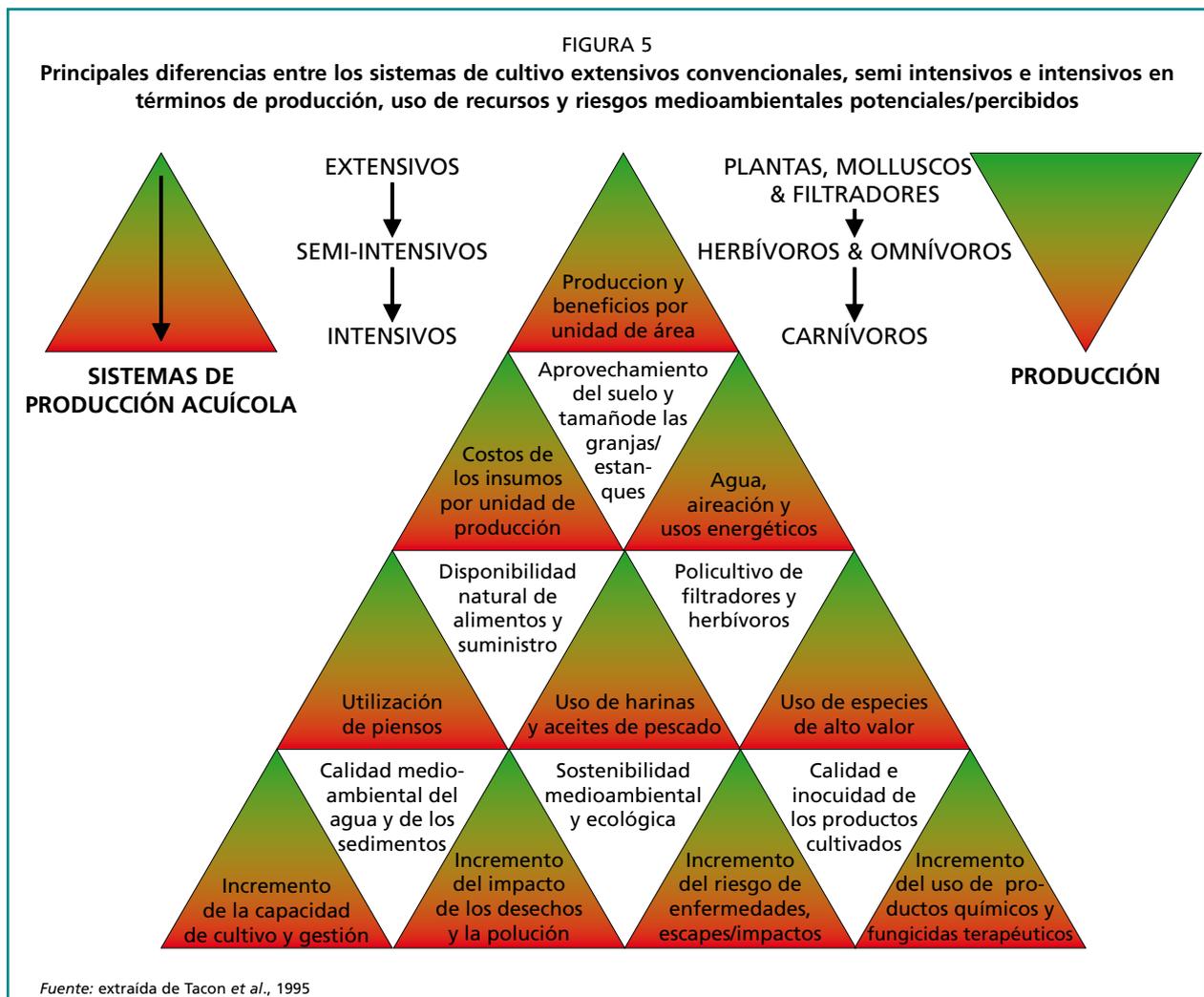
A pesar de la falta de información estadística fiable sobre el tamaño y el estado preciso de la producción de la acuicultura en jaulas a nivel mundial, resulta evidente de los varios estudios del cultivo en jaulas a nivel regional (con la posible excepción de África subsahariana), que la cría en jaulas es, hoy en día, uno de los segmentos con más rápido crecimiento de la producción acuícola mundial. Esta expansión continuará a pesar de las grandes diferencias a nivel regional. Mientras que la región de Asia puede experimentar una agrupación ulterior de las operaciones más pequeñas como resultado de la falta de espacio disponible en las aguas costeras (De Silva y Phillips, este volumen), Cardia y Lovatelli (este volumen) informan sobre las amplias opciones de sitios para cultivo para aquellos cultivos en jaulas de alto coeficiente de capital cerca de la costa o mar adentro a lo largo del litoral del Mediterráneo, al igual que lo hacen Blow y Leonard (este volumen) particularmente para las aguas dulces del África subsahariana. Sin embargo, aunque la acuicultura en jaulas permite a los piscicultores el acceso a nuevos recursos acuáticos inexplorados y sitios potenciales (incluyendo lagos, embalses, ríos, estuarios y vastas zonas del mar abierto), la intensificación de la producción acuícola conlleva, igualmente, mayores riesgos medioambientales y económicos (Figura 5), que a su vez implican el uso de nuevas técnicas de gestión de granja y controles reguladores en el país

y sistemas de vigilancia medioambiental para el desarrollo sostenible del sector. (FAO, 2006d).

Un motivo de preocupación particular es la necesidad de minimizar el potencial del impacto medioambiental y en el ecosistema en la mayoría de las granjas con jaulas, que en su mayor parte, operan con una única especie (es decir, un monocultivo) (Tacon y Forster, 2003), sin considerar la utilización de los productos de desechos de estos sistemas abiertos de cultivo como valiosos aportes nutricionales para el cultivo de otras especies acuáticas complementarias.

Sin tener en cuenta lo anterior, existe también una creciente preocupación a nivel mundial por el medio ambiente, y en particular por el bienestar y la salud de los océanos y los ecosistemas acuáticos debido a la contaminación medioambiental. Los principales contaminantes que llegan a los océanos incluyen las aguas servidas (30 por ciento), los contaminantes del aire (30 por ciento), desechos agrícolas (20 por ciento), aguas residuales industriales (10 por

ciento), transporte marítimo (10 por ciento), petróleo en el mar abierto (5 por ciento), y basura (5 por ciento: Klesius, 2002). Aunque la acuicultura es una leve contribuyente a la contaminación medioambiental (en términos globales, debido a su tamaño relativamente pequeño), puede que no sea así en el futuro, conforme crece la industria; la contaminación medioambiental proveniente de las operaciones de cultivo con jaulas tradicionales, es posible que cause un serio problema en las aguas costeras de China (Chen *et al.*, este volumen; Duqi y Minjie, 2006; Honghui *et al.*, 2006; Xiao *et al.*, 2006) y que las consideraciones medioambientales sean las limitaciones primordiales al desarrollo del cultivo en jaulas en Australia y Nueva Zelanda (Rimmer *et al.*, este volumen). Los requisitos de las evaluaciones de impactos ambientales en las granjas pueden hacer que estos asuntos sean examinados hasta un cierto punto. Sin embargo, las evaluaciones medioambientales de las explotaciones individuales no son de por sí suficientes, ya que el impacto



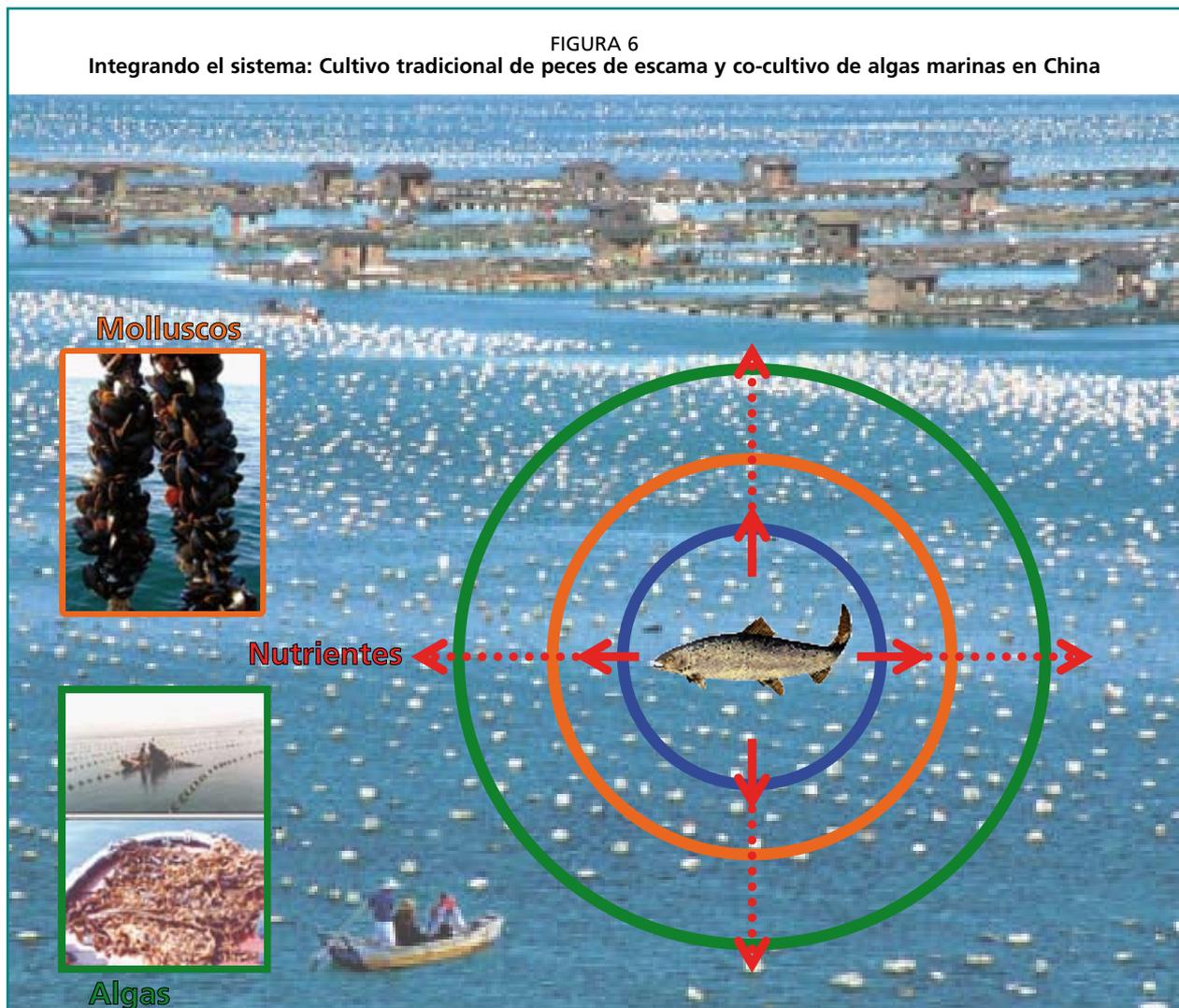
medioambiental de la acuicultura en jaulas, así como la acumulación de explotaciones a pequeña escala y el impacto acumulativo a largo plazo tiene que ser también tomado en consideración con gran atención.

Es necesaria una mayor evaluación y gestión medioambiental estratégica que tenga en cuenta todas las actividades económicas que afecten al medio ambiente acuático y la capacidad del medio de asimilar los desechos (Halwart y Moehl, 2006). Por otro lado, el cultivo en jaulas ofrece una de las pocas alternativas para el crecimiento futuro de los cultivos marinos, ya que puede trasladarse al mar abierto, lo cual ofrece grandes oportunidades y alternativas viables para países como China, en donde la presión en las zonas costeras y la amenaza de la contaminación a la acuicultura misma, son cuestiones muy relevantes.

Es más, como resultado directo de la contaminación medioambiental, existe también

una mayor preocupación global por la inocuidad de los alimentos, en particular sobre el nivel de contaminantes en el medio ambiente (incluyendo los contaminantes orgánicos persistentes y los metales pesados) que se acumulan dentro de la cadena alimentaria natural acuática, incluyendo las capturas de peces silvestres y especies acuícolas alimentadas de otros peces. (FAO, 2006d; Schwarzenbach *et al.*, 2006; Tacon *et al.*, 2006).

Considerando los tremendos avances que ha experimentado el cultivo en jaulas en algunos países, como Noruega, en cuanto a la reducción del uso de antibióticos y la sustitución por las vacunas, así como la disminución en las pérdidas de alimentos por medio de un mejoramiento de los mismos y de las técnicas de alimentación (Grøttum y Beveridge, este volumen), existe una gran confianza en que el sector logrará resolver con éxito estos desafíos. Las políticas gubernamentales y el apoyo institucional y legal han sido y serán, importantes



para el desarrollo sólido de la acuicultura si se basa en los acuerdos internacionales claves - como el Código de Conducta para la Pesca Responsable- y asesorados científicamente, como es el caso del uso de herramientas de geoinformación (como los Sistemas de Información Global-GIS) para la elección de sitios y la zonificación (por ejemplo Pérez *et al.*, 2005), herramientas telemétricas para el control del comportamiento (Cubitt *et al.*, 2005), o el reemplazo de harinas de pescado en los piensos (por ejemplo Zhou *et al.*, 2005).

Integrando el sistema: un enfoque multitrófico del cultivo en jaulas

Queda claro de la discusión anterior que los sistemas de cultivo en jaulas tienen que evolucionar más, ya sea yéndose más lejos al mar abierto en aguas más profundas y condiciones de operación más extremas (y minimizando así el impacto medioambiental, a través de una mayor dilución y posible contaminación visual: Chen *et al.*, este volumen; Cremer *et al.*, 2006; Kapetsky y Aguilar-Manjarrez, 2007; Lisac, 2006), o integrándose con las especies con niveles tróficos más bajos, como las algas marinas, moluscos y otros invertebrados benthicos (Ridler *et al.*, 2007; Rimmer, 2006; Whitmarsh *et al.*, 2006).

El fundamento detrás de los cocultivos de especies de menor nivel trófico es que los desechos de uno o más grupos de especies (como los peces de escama criados en jaulas) pueden utilizarse como insumos para uno o más grupos de especies, incluyendo algas marinas, moluscos filtradores, e invertebrados benthicos como los pepinos de mar, anélidos y equinodermos. (Figura 6).

Sin embargo, aunque se hayan realizado algunas investigaciones a través de sistemas basados en tierra (Neori *et al.*, 2004; Troell *et al.*, 2004), se requiere una considerable investigación ulterior sobre los sistemas de cultivos marinos en mar abierto (Lombardi *et al.*, 2006; Ridler *et al.*, 2007; Rimmer, 2006; Xu *et al.*, 2006; Yingjie, 2006; Yufeng y Xiugeng, 2006). Uno de los mayores desafíos de este tipo de acuicultura integrada o multitrófica es de naturaleza socioeconómica, ya que se necesitará facilitar el co cultivo a las partes interesadas (por ejemplo, los criadores de mejillones y los de salmón) o desarrollar incentivos adecuados para que los piscicultores desarrollen ellos mismos este tipo de acuicultura multitrófica. Probablemente, la última opción tenga más ventajas sociales y debería ser explorada desde una perspectiva multidisciplinaria a nivel regional y mundial.

CONCLUSIONES

Las oportunidades que tiene el cultivo en jaulas de proporcionar pescado para la creciente población mundial son enormes, y en particular en aguas marinas, ya que los océanos contienen más del 97 por ciento de todo el agua del planeta. Y todavía, aunque los océanos cubren el 71 por ciento de la superficie del planeta y proporcionan el 99 por ciento de su espacio vital, representan uno de los ecosistemas menos entendidos, con menos del 10 por ciento de este espacio vital explorado por el hombre.

En fuerte contraste con la producción terrestre de alimentos (que cubre más del 99 por ciento de todas nuestras necesidades alimentarias actuales, FAO, 2006b), el total de las capturas pesqueras de nuestros mares y ríos proporcionan hoy en día menos del 1 por ciento del total de consumo de calorías en forma de productos pesqueros comestibles (FAO, 2006a); el 52 por ciento de nuestras reservas de peces conocidas se encuentran totalmente explotadas, el 20 por ciento están moderadamente explotadas, el 17 por ciento sobreexplotadas, el 7 por ciento agotadas, el 3 por ciento subexplotadas, y el 1 por ciento se está recuperando (FAO, 2005).

Claramente, con la población mundial creciendo a razón de más de 80 millones de personas por año, y que se espera alcance los 9 000 millones en 2050, no hay duda de que nuestros océanos y preciosos recursos de agua dulce tendrán que hacerse más eficientes y productivos en términos de una mayor producción de alimentos derivados de la acuicultura a nivel mundial.

Además, mientras que la necesidad de una mayor eficiencia y productividad será de suma importancia para el desarrollo de la acuicultura en general y de forma específica de la cría en jaulas, igual lo serán otros factores, en particular la inocuidad alimentaria combinada con una producción alimentaria sostenible, aceptable socialmente y sostenible a nivel económico y medioambiental, conforme a los principios acordados y certificados, con particular atención al bienestar de los animales. Todos estos factores son cada día más importantes para la percepción del consumidor y la aceptación de los productos acuáticos. La acuicultura en jaulas tendrá un papel importante dentro del proceso general de suministrar suficiente (y aceptable) pescado para todos, en particular debido a las oportunidades de integración de especies y sistemas de producción en las áreas cercanas a la costa, así como las posibilidades de expandir la ubicación de las jaulas lejos de la costa.

AGRADECIMIENTOS

Los autores quieren agradecer el apoyo y los comentarios constructivos de muchos amigos y colegas, en particular J. Aguilar-Manjarrez, J.R. Arthur, P. Balzer, D. Bartley, M. Beveridge, P. Blow, C.J. Bridger, F. Cardia, B. Chakalall, J. Chen, Z.

Chen, S.S. De Silva, J. Forster, S. Funge-Smith, J.A. Grøttum, C. Guang, M. Hasan Hasani, S. Leonard, J. Liu, A. Lovatelli, A. Lowther, M.P. Masser, J. Moehl, M.J. Phillips, B. Ponia, M. Reantaso, M.A. Rimmer, A. Rojas, D. Soto, R. Subasinghe, S. Wadsworth, Y. Wang, H. Xu, P. Xu and X. Yan.

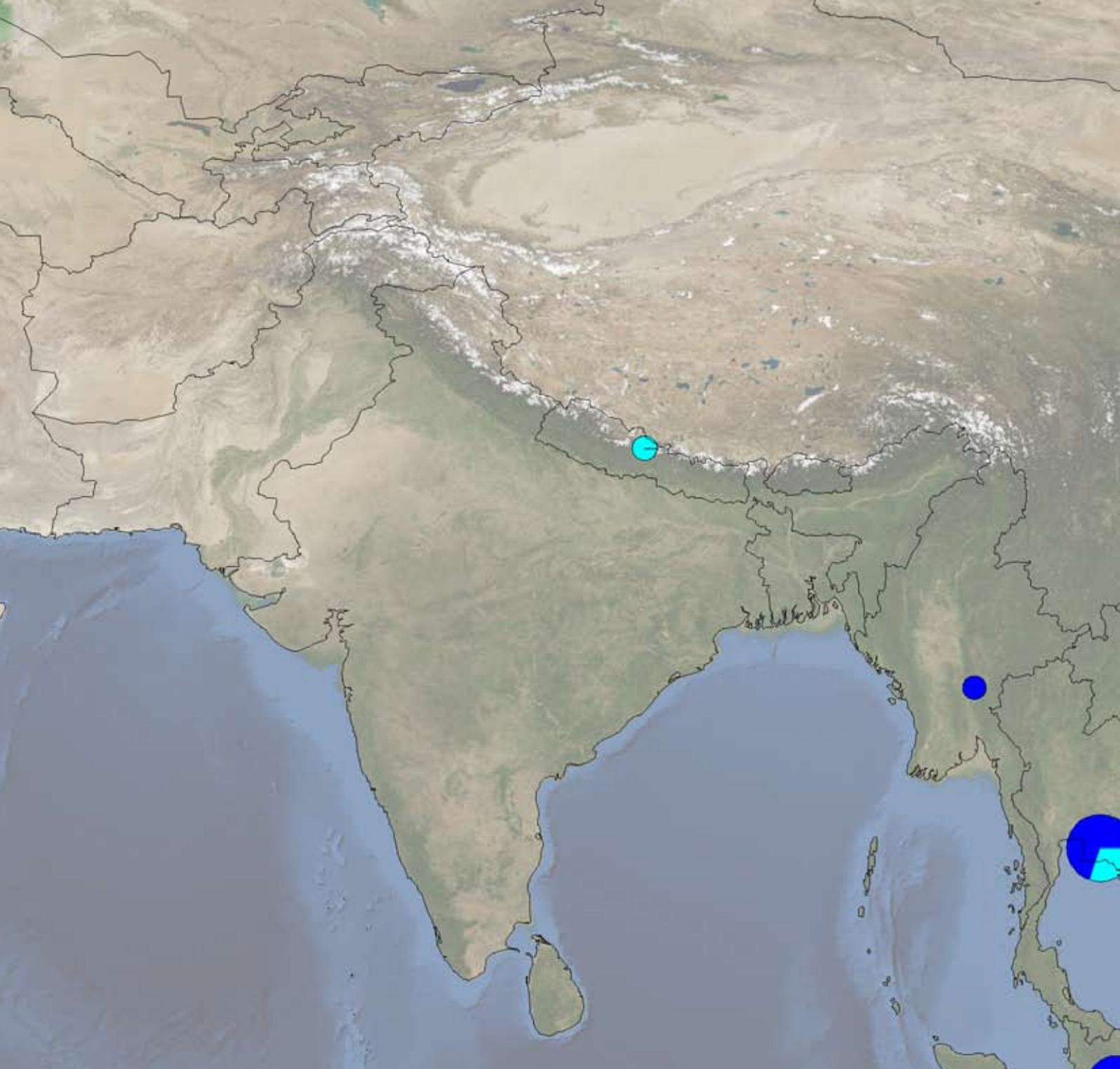
REFERENCIAS

- Alston, D.E., Cabarcas-Nunez, A., Helsley, C.E., Bridger, C. & Benetti, D. 2006. Standardized environmental monitoring of open ocean cage sites: Basic considerations. *World Aquaculture*, 37: 24–26.
- Asche, F. & Tveteras, S. 2004. On the relationship between aquaculture and reduction fisheries. *Journal of Agricultural Economics*, 55(2): 245–265.
- Beveridge, M. 2004. *Cage Aquaculture*, third edition. Oxford, UK, Blackwell Publishing Ltd. 368 pp.
- Blow, P. & Leonard, S. (this volume). A review of cage aquaculture: Sub-Saharan Africa.
- Boyd, C.E., McNevin, A.A., Clay, J. & Johnson, H.M. 2005. Certification issues for some common aquaculture species. *Reviews in Fisheries Science*, 13: 231–279.
- Cardia, F. & Lovatelli, A. (this volume). A review of cage aquaculture: Mediterranean Sea.
- Chen, J., Guang, C., Xu, H., Chen, Z., Xu, P., Yan, X., Wang, Y. & Liu, J. (this volume). A review of cage and pen aquaculture: China.
- Costa-Pierce, B.A. (2003). Ecology as the Paradigm for the Future of Aquaculture. In B.A. Costa-Pierce. *Ecological Aquaculture*, pp. 339–372. Oxford, UK, Blackwell Publishing Ltd. 328 pp.
- Cremer, M.C., Lan, H.P., Schmittou, H.R. & Jian, Z. 2006. Commercial scale production of Pompano *Trachinotus ovatus* in off-shore ocean cages: results of 2004 and 2005 production tests in Hainan, China, by ASA-IM/USB. In *Book of Abstracts, 2nd International Symposium on Cage Aquaculture in Asia (CAA2), 3-8 July 2006, Hangzhou, China*, pp. 9-10 (Proceedings - in press).
- Cubitt, K.F., Churchill, S., Rowsell, D., Scruton, D.A. & McKinley, R.S. 2005. 3-dimensional positioning of salmon in commercial sea cages: assessment of a tool for monitoring behaviour. In *Aquatic telemetry. Advances and applications. Proceedings of the fifth Conference on Fish Telemetry held in Europe, Ustica, Italy, 9-13 June 2003* pp. 25–33.
- Delgado, C.L., Wada, N., Rosegrant, M.W., Meijer, S. & Ahmed, M. 2003. *Fish to 2020: Supply and Demand in Changing Global Markets*. International Food Policy Research Institute (IFPRI), Washington and WorldFish Center, Penang, Malaysia. 226 pp.
- De Silva, S.S. & Phillips, M.J. (this volume). A review of cage aquaculture: Asia (excluding China).
- Duqi, Z. & Minjie, F. 2006. The review of marine environment on carrying capacity of cage culture. In *Book of Abstracts, 2nd International Symposium on Cage Aquaculture in Asia (CAA2), 3-8 July 2006, Hangzhou, China*, p. 90. (Proceedings - in press).
- Edwards, P., Tuan, L.A. & Allan, G.L. 2004. *A survey of marine trash fish and fishmeal as aquaculture feed ingredients in Viet Nam*. Australian Centre for International Agricultural Research. ACIAR Working Paper 57. Canberra, Elect Printing. 56 pp.
- FAO. 2005. *Examen de la situación de los recursos pesqueros marinos mundiales*. FAO Fisheries Technical Paper 457. Rome, FAO. 235 pp.
- FAO. 2006b. *FAO Statistical Database, FAOSTAT* (available at <http://faostat.fao.org>).
- FAO. 2006c. *Asia-Pacific Fishery Commission Regional Consultative Forum Meeting, 16-19 August 2006, Kuala Lumpur, Malaysia*. Bangkok, FAO Regional Office for Asia and the Pacific.
- FAO. 2006d. *Estado mundial de la acuicultura 2006*. FAO Technical Paper 500. Rome, FAO. 134 pp.
- FAO. 2007. *Fishstat Plus: Universal software for fishery statistical time series. Aquaculture production: quantities 1950-2005, Aquaculture production: values 1984-2005; Capture production: 1950-2005; Commodities production and trade: 1950-2005; Total production: 1970-2005, Vers. 2.30*. Rome, FAO Fisheries and Aquaculture Department, Fishery Information, Data and Statistics Unit.
- Ferguson, A., Fleming, I.A., Hindar, K., Skaala, Ø., McGinnity, P., Cross, T. & Prodöhl, P. 2007. Farm escapes. In E. Verspoor, L. Stradmeyer & J. Nielsen (eds), *Atlantic Salmon: Genetics, conservation and management*, pp. 367–409. Oxford, Blackwell Publishing Ltd.
- Foley, J.A., DeFries, R., Asner, G.P., Barford, C., Bonan, G., Carpenter, S.R., Chapin, S.F., Coe, M.T., Daily, G.C., Gibbs, H.K., Helkowski, J.H., Holloway, T., Howard, E.A., Kucharik, C.J., Monfreda, C., Patz, J.A., Prentice, I.C., Ramankutty, N. & Snyder, P.K. 2005. Global consequences of land use. *Science*, 309: 570–574.

- Forster, J.R.** 2006. Paper presented at the Annual Meeting of the Hawaii Aquaculture Association, Hawaii Institute of Marine Biology, Oahu, Hawaii, USA, June 15th, 2006.
- Goodland, R.** 1997. Environmental sustainability in agriculture: diet matters. *Ecological Economics*, 23: 189–200.
- Grøttum, J.A. & Beveridge, M.C.** (this volume). A review of cage culture: northern Europe.
- Halwart, M. & Moehl, J.F.** (eds) 2006. *FAO Regional Technical Expert Workshop on Cage Culture in Africa. Entebbe, Uganda, 20–23 October 2004*. FAO Fisheries Proceedings No. 6. Rome, FAO. 113 pp. (also available at <http://www.fao.org/docrep/009/a0833e/a0833e00.htm>)
- Hambrey, J.** 2006. A brief review of small-scale aquaculture in Asia, its potential for poverty alleviation, with a consideration of the merits of investment and specialization. In M. Halwart & J.F. Moehl (eds). *FAO Regional Technical Expert Workshop on Cage culture in Africa. Entebbe, Uganda, 20–23 October 2004*, pp. 37–47. FAO Fisheries Proceedings. No. 6. Rome, FAO. 113 pp.
- Hambrey, J., Tuan, L.A., Nho, N.T., Hoa, D.T & Thuong, T.K.** 1999. Cage culture in Vietnam: how it helps the poor. *Aquaculture Asia*, IV(4): 15–17.
- Hambrey, J., Tuan, L.A. & Thuong, T.K.** 2001. Aquaculture and poverty alleviation II. Cage culture in coastal waters of Viet Nam. *World Aquaculture*, 32(2): 34–67.
- Hindar, K., Fleming, I.A., McGinnity, P. & Diserud, A.** 2006. Genetic and ecological effects of salmon farming on wild salmon: modelling from experimental results. *ICES Journal Of Marine Science*. 63 (7) 1234–1247.
- Honghui, H., Qing, L., Chunhou, L., Juli, G. & Xiaoping, J.** 2006. Impact of cage fish farming on sediment in Daya Bay, PR China. In *Book of Abstracts, 2nd International Symposium on Cage Aquaculture in Asia (CAA2), 3–8 July 2006, Hangzhou, China*, pp. 88–89. (Proceedings - in press).
- Kapetsky, J.M. & Aguilar-Manjarrez, J.** 2007. *Geographic information systems, remote sensing and mapping for the development and management of marine aquaculture*. FAO Fisheries Technical Paper. No. 458. Rome, FAO. 125 pp.
- Klesius, M.** 2002. The State of the Planet: A Global Report Card. *National Geographic*, 197(9), 102–115.
- Kristofersson, D. & Anderson, J.L.** 2006. Is there a relationship between fisheries and farming? Interdependence of fisheries, animal production and aquaculture. *Marine Policy*, 30: 721–725.
- León, J.N.** 2006. *Synopsis of salmon farming impacts and environmental management in Chile*. Consultancy Technical Report. Valdivia, Chile, WWF Chile. 46 pp.
- Lisac, D. & Refa Med srl.** 2006. Open-sea farming: operational constraints. In *Book of Abstracts, 2nd International Symposium on Cage Aquaculture in Asia (CAA2), 3–8 July 2006, Hangzhou, China*, p. 63. (Proceedings - in press).
- Lombardi, J.V., de Almeida Marques, H.L., Pereira, R.T.L., Barreto, O.J.S. & de Paula, E.J.** 2006. Cage polyculture of the Pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei* and the Philippines seaweed *Kappaphycus alvarezii*. *Aquaculture*, 258: 412–415.
- Masser, M.P. & Bridger, C.J.** (this volume). A review of cage aquaculture: North America.
- Mente, E., Pierce, G.J., Santos, M.B. & Neofitou, C.** 2006. Effect of feed and feeding in culture of salmonids on the marine aquatic environment: a synthesis for European aquaculture. *Aquaculture International*, 14: 499–522.
- Merican, Z.** 2006. Marine finfish cage culture: some of the strengths, weaknesses, opportunities and threats facing this expanding yet fragmented industry in China and Southeast Asia. *AQUA Culture AsiaPacific Magazine*, 2(2): 22–24.
- Nash, C.E., Iwamoto, R.N. & Mahnken, C.V.W.** 2000. Aquaculture risk management and marine mammal interactions in the Pacific Northwest. *Aquaculture*, 183: 307–323.
- Naylor, R., Hindar, K., Fleming, I.A., Goldberg, R., Williams, S., Volpe, J., Whoriskey, F., Eagle, J., Kelso, D. & Mangel, M.** 2005. Fugitive salmon: assessing the risks of escaped fish from net-pen aquaculture. *BioScience*, 55: 427–437.
- Neori, A., Chopin, T., Troell, M., Buschmann, A.H., Kraemer, G.P., Halling, C., Shpigel, M. & Yarish, C.** 2004. Integrated aquaculture: rationale, evolution and state of the art emphasizing seaweed biofiltration in modern aquaculture. *Aquaculture*, 231: 361–391.
- Ottolenghi, F., Silvestri, C., Giordano, P., Lovatelli, A. & New, M.B.** 2004. *Capture-based aquaculture: The fattening of eels, groupers, tunas and yellowtails*. FAO Rome. 308 pp.
- Perez, O.M., Telfer, T.C. & Ross, L.G.** 2005. Geographical Information Systems-based models for offshore floating marine fish cage aquaculture site selection in Tenerife, Canary Islands. *Aquaculture Research* 36: 946–961.
- Pillay, T.V.R. & Kutty, M.N.** 2005. *Aquaculture: Principles and Practices*, Second Edition. Blackwell Publishing Ltd, Oxford, England. 624 pp.

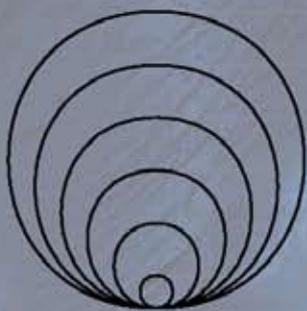
- Phillips, M. & De Silva, S.** 2006. Finfish cage culture in Asia: an overview of status, lessons learned and future developments. In M. Halwart and J.F. Moehl (eds). *FAO Regional Technical Expert Workshop on Cage Culture in Africa. Entebbe, Uganda, 20–23 October 2004*, pp. 49–72. FAO Fisheries Proceedings. No. 6. FAO Rome. 113 pp.
- Rana, K. & Telfer, T.** 2006. Primary drivers for cage culture and their relevance for African cage culture. In M. Halwart and J.F. Moehl (eds). *FAO Regional Technical Expert Workshop on Cage Culture in Africa. Entebbe, Uganda, 20–23 October 2004*, pp. 99–107. FAO Fisheries Proceedings. No. 6. FAO Rome. 113 pp.
- Ridler, N., Barrington, K., Robinson, B., Wowchuk, M., Chopin, T., Robinson, S., Page, F., Reid, G., Szemerda, M., Sewuster, J. & Boyne-Travis, S.** 2007. Integrated multitrophic aquaculture: Canadian project combines salmon, mussels, kelps. *Global Aquaculture Advocate*, 10(2): 52–55.
- Rimmer, M.A.** 2006. *Regional review of existing major mariculture species and farming technologies*. Paper presented for the FAO/NACA Regional Mariculture Workshop, 7–11 March 2006, Guangdong, China (in press)
- Rimmer, M.A., Ponia, B. & Wani, J.** (this volume). A review of cage aquaculture: Oceania.
- Rojas, A. & Wadsworth, S.** (this volume). A review of cage aquaculture: Latin America and the Caribbean.
- Schwarzenbach, R.P., Escher, B.I., Fenner, K., Hofstetter, T.B., Johnson, C.A., von Gunten, U. & Wehrli, B.** 2006. The challenge of micropollutants in aquatic systems. *Science*, 313: 1072–1077.
- Soto, D., F. Jara & Moreno, C.** 2001. Escaped salmon in the Chiloe and Aysen inner seas, southern Chile: facing ecological and social conflicts. *Ecological Applications*, 11(6): 1750–1762.
- Tacon, A.G.J.** 2001. Increasing the contribution of aquaculture for food security and poverty alleviation. In R.P. Subasinghe, P. Bueno, M.J. Phillips, C. Hough & S.E. McGladdery (eds) *Aquaculture in the Third Millennium*, pp. 67–77. Technical Proceedings of the Conference on Aquaculture in the Third Millennium, Bangkok, Thailand, 20–25 Feb. 2000.
- Tacon, A.G.J. & Forster, I.P.** 2003. Aquafeeds and the environment: policy implications. *Aquaculture*, 226(1–4): 181–189.
- Tacon, A.G.J., Phillips, M.J. & Barg, U.C.** 1995. Aquaculture feeds and the environment: the Asian experience. *Water Science Technology* 31(10): 41–59.
- Tacon, A.G.J., Hasan, M.R. & Subasinghe, R.P.** 2006. *Use of fishery resources as feed inputs to aquaculture development: trends and policy implications*. FAO Fisheries Circular No. 1018, Rome, FAO. 99 pp.
- Tan, Z., Komar, C. & W.J. Enright.** 2006. Health management practices for cage aquaculture in Asia: A key component for sustainability. In *Book of Abstracts, 2nd International Symposium on Cage Aquaculture in Asia (CAA2), 3–8 July 2006, Hangzhou, China*, pp. 5–7. (Proc. - in press).
- Tilman, D., Cassman, K.G., Matson, P.A., Naylor, R. & Polasy, S.** 2002. Agricultural sustainability and intensive production practices. *Nature*, 418: 671–677.
- Troell, M., Halling, C., Neori, A., Chopin, T., Buschmann, A.H., Kautsky, N. & Yarish, C.** 2004. Integrated mariculture: asking the right questions. *Aquaculture*, 226: 69–90.
- Volpe, J., Benetti, D., Boehlert, G., Boesch, D., Davis, A., Dethier, M., Goldberg, R., Kent, M., Mahnken, C., Marra, J., Rensel, J., Sandifer, P., Stickney, R., Tacon, A. & Tyedmers, P.** 2006. *Integrating aquacultural and ecological sciences for sustainable offshore aquaculture*. Paper presented at the Annual Meeting of the World Aquaculture Society, May 9–13 2006, Florence, Italy.
- Whitmarsh, D.J., Cook, E.J. & Black, K.D.** 2006. Searching for sustainability in aquaculture: An investigation into the economic prospects for an integrated salmon-mussel production system. *Marine Policy* 30: 293–298.
- Xu, S., Zhang, H., Wen, S., Luo, K. & He, P.** 2006. Integrating seaweeds into mariner fish cage culture systems: a key towards sustainability. In *Book of Abstracts, 2nd International Symposium on Cage Aquaculture in Asia (CAA2), 3–8 July 2006, Hangzhou, China*, p. 96. (Proceedings - in press).
- Xiao, C., Shaobo, C. & Shenyun, Y.** 2006. Pollution of mariculture and recovery of the environment. In *Book of Abstracts, 2nd International Symposium on Cage Aquaculture in Asia (CAA2), 3–8 July 2006, Hangzhou, China*, p. 95. (Proceedings - in press).
- Yingjie, L.** 2006. *The future of mariculture: a regional approach for responsible development of marine farming in the Asia-Pacific Region*. Paper presented for the FAO/NACA Regional Mariculture Workshop, 7–11 March 2006, Guangdong, China
- Yufeng, Y. & Xiugeng, F.** 2006. Development of mariculture and bioremediation of seaweeds in Chinese coastal waters. In *Book of Abstracts, 2nd International Symposium on Cage Aquaculture in Asia (CAA2), 3–8 July 2006, Hangzhou, China*, p. 88. (Proceedings - in press).
- Zhou, Q.C., Mai, K.S., Tan, B.P. & Liu, Y.J.** 2005. Partial replacement of fishmeal by soybean meal in diets for juvenile cobia (*Rachycentron canadum*). *Aquaculture Nutrition* 11: 175–182.





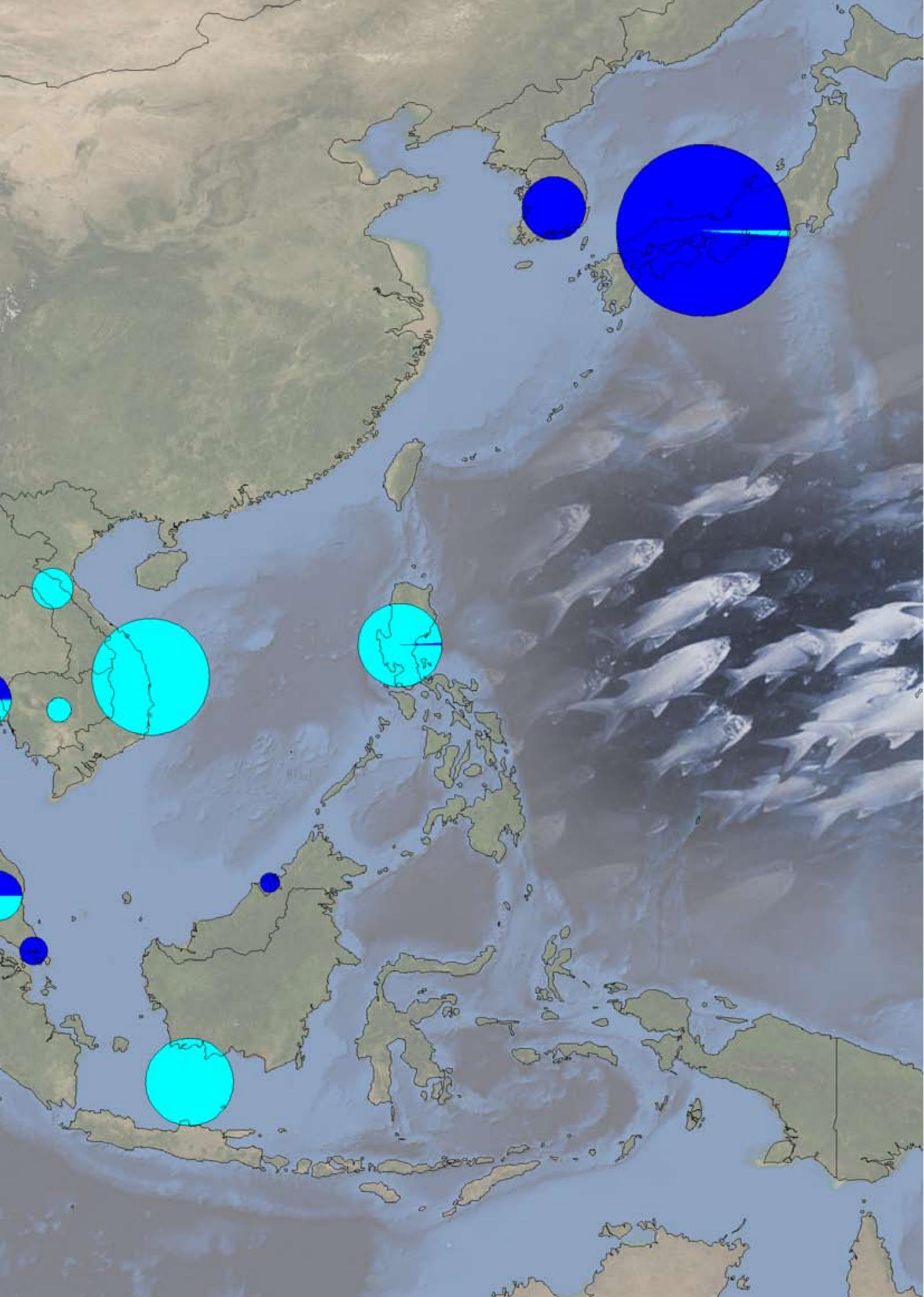
Producción de la acuicultura en jaulas 2005

Datos obtenidos de las estadísticas de pesca suministradas a la FAO por los Estados miembros en 2005. En caso de no existir datos de 2005, se utilizaron los de 2004.



275 000 t
 220 000 t
 165 000 t
 110 000 t
 55 000 t
 100 t

 agua dulce
 agua marina y salobre





Estudio sobre la acuicultura en jaulas en Asia (excepto China)

Sena S. De Silva¹ y Michael J. Phillips¹

De Silva, S.S. y Phillips, M.J.

Estudio sobre la acuicultura en jaulas en Asia (excepto China). En M. Halwart, D. Soto y J.R. Arthur (eds). Acuicultura en jaulas – Estudios regionales y panorama mundial. FAO Documento Técnico de Pesca. No. 498. Roma, FAO. 2008. pp. 19–50.

RESUMEN

En Asia, la cría de peces en jaulas tiene lugar en agua dulce y en aguas salobres y costeras. La cría en jaulas en agua dulce es una tradición muy antigua y se cree que puede haberse originado en algunos de los países de la cuenca del Mekong. Actualmente se desarrolla en todos los hábitat de agua dulce y su carácter es muy variado, con diferentes diseños de jaulas, intensidades de uso, métodos de acuicultura y especies criadas. En general, la cría de peces en jaulas en agua dulce se realiza en pequeña escala, pero en algunos casos la agrupación de las operaciones en jaulas puede contribuir significativamente a la producción, como ocurre con el cultivo de bagres pangasidos en el Delta del Mekong y la combinación de la cría de la carpa común (*Cyprinus carpio*) y tilapia (*Oreochromis* spp.) en algunos embalses de Indonesia. Aunque no se dispone de estadísticas claras, se cree que, en general, la acuicultura en jaulas es la modalidad predominante de la acuicultura en agua dulce en Asia. En este documento la acuicultura en jaulas en agua dulce se estudia tan sólo de forma breve, ya que ha sido recientemente estudiada por los autores (consultar Phillips y De Silva, 2006).

Iniciada en Japón, la acuicultura en jaulas en aguas salobres y costeras en Asia es relativamente reciente. Se estima que más del 95 por ciento de la acuicultura de peces con escamas marinos tiene lugar en jaulas. La cría de peces en jaulas en mar abierto en Asia no es común. La cría de peces en jaulas en aguas marinas y salobres es también variada, con diferentes especies cultivadas a distintas intensidades. En la mayoría de los países las operaciones individuales no son grandes, y es frecuente que se encuentren agrupadas. Esta concentración se produce fundamentalmente como resultado de una limitada disponibilidad de espacio en aguas costeras. La acuicultura en jaulas es predominante en los países de Asia oriental y en el Asia sudoriental, pero no en los de Asia meridional.

Las principales especies criadas en aguas salobres son la perca gigante (*Lates calcarifer*) y el sabalote (*Chanos chanos*). Casi toda la cría en jaulas de estas especies está basada en alevines obtenidos en piscifactorías y en el empleo de pienso en gránulos.

En la acuicultura en jaulas en aguas marinas costeras, aparte de las especies criadas tradicionalmente como las serviolas (*Seriola* spp.) y los pargos (*Lutjanus* spp.), en Asia sudoriental está ganando terreno el cultivo de meros (*Epinephalus* spp.) y cobias (*Rachycentron canadum*), en este último caso especialmente para satisfacer la demanda de restaurantes de peces vivos. Parte de la acuicultura en jaulas en Asia todavía depende de reservas de huevos procedentes del medio natural, particularmente para las especies de meros. Una de las principales restricciones para una mayor expansión de la cría en jaulas en aguas costeras es la gran dependencia, directa o indirecta, de la morralla como principal ingrediente de los alimentos para peces.

En la síntesis final se abordan una serie de factores que podrían afectar al «camino a seguir» de la acuicultura en jaulas en Asia. En conjunto, existen unas perspectivas de futuro relativamente buenas para todas las modalidades de acuicultura en jaulas del continente. Sin embargo, se sugiere que las modalidades de cultivo marino en jaulas a gran escala, con grandes inversiones, e integradas verticalmente como las que se desarrollan en Europa septentrional (P. ej. Noruega) y América del Sur (P. ej. Chile), difícilmente podrían tener lugar en Asia. En lugar de granjas piscícolas a gran escala, es probable que, en un futuro cercano, lo habitual sean las agrupaciones de pequeñas granjas generando sinergias, actuando al unísono y alcanzando, de ese modo, una elevada eficacia. Resulta poco probable que la acuicultura en jaulas en mar abierto se generalice en Asia, ya que es de esperar que su desarrollo se vea dificultado por la disponibilidad de capital y la hidrografía de los mares circundantes, que impiden transferir con facilidad la tecnología disponible en otros lugares. A pesar de estas limitaciones y restricciones, la acuicultura en jaulas en Asia seguirá contribuyendo de forma significativa a la producción acuícola mundial y este continente también continuará siendo líder mundial en producción total.

¹ Network of Aquaculture Centres in Asia-Pacific
PO Box 1040, Kesetsart Post Office, Bangkok 10903, Tailandia

INTRODUCCIÓN

Al igual que sucede con la mayoría de las modalidades, la acuicultura en jaulas probablemente se haya originado en Asia y quizás estuvo relacionada con la «gente de los botes» de la cuenca del Mekong, quienes mantenían en jaulas en sus barcos a peces capturados en el medio natural para su engorde. Actualmente, la acuicultura en jaulas en Asia se desarrolla en agua dulce y salobre, así como en zonas marinas costeras. Aparte de pequeñas cantidades de cangrejos, langostas y cocodrilos, está orientada principalmente al cultivo de peces con escamas.

La producción acuícola total de animales acuáticos en 2004 fue de 45,5 millones de toneladas, con un precio a nivel de explotación de 63 400 millones de dólares EE.UU. Con la inclusión de las plantas acuáticas, la producción aumenta a 59,4 millones de toneladas con un valor de 70 300 millones de dólares EE.UU. El crecimiento de la acuicultura mundial continúa siendo fuerte, ya que estas cifras representan un aumento del 7,7 por ciento respecto a la producción acuícola total de 2003, y un incremento del 6,6 por ciento si sólo se consideran los animales acuáticos. Analizando los diez años comprendidos entre 1994 y 2004, la producción acuícola total tuvo un incremento promedio anual del 7,9 por ciento (FAO, 2006). De este volumen de producción, alrededor del 90 por ciento proviene de Asia.

Es imposible determinar la contribución de la acuicultura en jaulas al volumen total y al valor de la producción acuícola en Asia, sobre todo en lo que respecta a aquella que se desarrolla en aguas interiores, que es el pilar principal de la cría en jaulas en Asia. Por otra parte, el 80–90 por ciento del millón de toneladas de peces marinos que se estima se crían en Asia, procede probablemente de la acuicultura en jaulas. En algunos países y lugares, la acuicultura en jaulas representa una importante fuente de ingresos y producción pesquera para los piscicultores, y para otras partes interesadas de la industria e inversores. Hoy en día, el cultivo en jaulas también es contemplado como un medio de subsistencia alternativo, por ejemplo, para las personas desplazadas por la construcción de embalses.

Este estudio analiza la acuicultura en jaulas en Asia, y sólo brevemente la que tiene lugar en China, que es estudiada en otra sección de este volumen por Chen *et al.* Se enfoca a los ambientes marinos y de aguas salobres, ya que el sector de aguas interiores ha sido analizado por los mismos autores en un estudio sobre la acuicultura en jaulas en aguas interiores en Asia (excepto China) que

fue encargado por la FAO en 2004 (Phillips y De Silva, 2006) y que ha sido recientemente publicado como un documento de fondo para el desarrollo de la acuicultura en jaulas en África (Halwart y Moehl, 2006).

ACUICULTURA EN JAULAS EN AGUAS INTERIORES

Es difícil, si no imposible, estimar la producción de la acuicultura en jaulas en aguas interiores. Resulta importante señalar que estas prácticas, que contribuyen a los medios de subsistencia rurales, son generalmente a pequeña escala, y afectan en menor grado al medio ambiente, ya que en la mayoría de los casos se cultivan peces que se alimentan en la base de la cadena alimentaria. Sin embargo, donde se agrupan, las operaciones de cultivo en jaulas a pequeña escala en aguas interiores en Asia pueden tener un impacto cuya suma total es casi equivalente a aquellas de las operaciones piscícolas industriales. Existen algunos ejemplos en los embalses de Indonesia y en el delta del Mekong. Colectivamente, estas actividades pueden ser perjudiciales para el medio ambiente.

Como se comentó anteriormente, la acuicultura en jaulas en aguas interiores es la modalidad predominante en este sector en Asia. Esto es todavía muy tradicional en algunas regiones, y estas prácticas a pequeña escala tienden a mantener el modo de vida de un gran número de personas, especialmente a orillas de los ríos y embalses (Ilustración 1). Estos sistemas tradicionales han sido utilizados en diversas zonas de Asia y otros lugares durante generaciones (Beveridge, 2004). En general y tradicionalmente, la mayor parte del cultivo en jaulas en ríos tiene lugar en zonas de reproducción en donde se encuentran abundantes postlarvas y alevines tempranos asociados a fuentes alimentarias adecuadas como los macrófitos. Estas prácticas tradicionales continúan, con el cultivo en jaulas de las carpas chinas y en algunos casos, bagres pangasiidae y cabeza de serpiente (*Channa* spp.), siendo estos dos últimos grupos de especies cultivados predominantemente, en Camboya y Viet Nam. Sin embargo, en algunos países, principalmente en aquéllos en los que no existe la tradición del cultivo en jaulas en ríos (P. ej. República Democrática Popular Lao), se crían especies como la tilapia, fundamentalmente para su comercio en restaurantes.

En las últimas décadas estos sistemas tradicionales han evolucionado hacia un cultivo en jaulas más «moderno», con jaulas construidas especialmente con mejores diseños y que utilizan

ILUSTRACIÓN 1
Selección de prácticas tradicionales, rurales y a pequeña escala de acuicultura en jaulas en Asia



Carpa herbívora en los embalses de Vietcuomg, Viet Nam.



Cría de bagres en el embalse de Nam Ngum, RDP Lao.



Cría de cabeza de serpiente en el lago Tonle Sap, Camboya (I).



Cría de cabeza de serpiente en el lago Tonle Sap, Camboya (II).



Cría de carpas chinas en el río Kui Yank, Viet Nam septentrional.



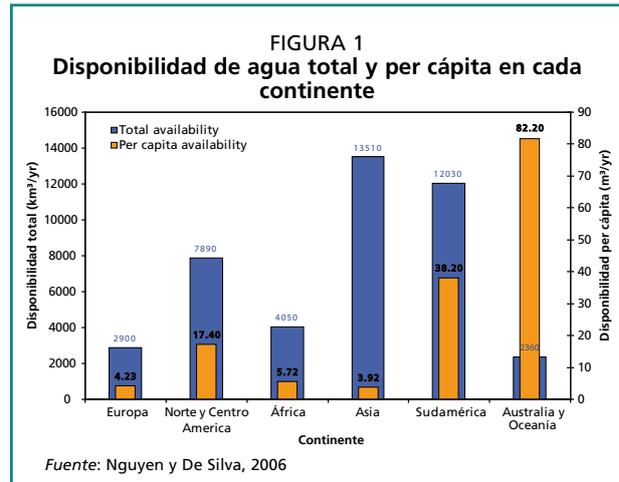
Cría de carpas chinas en el río Cai, Viet Nam septentrional.

redes de materiales sintéticos, junto al empleo de alevines cultivados en criaderos, diversidad de piensos comerciales y prácticas de gestión mejor organizadas. Aunque estos sistemas modernos son cada vez más comunes, hay una diversidad de sistemas de cultivo en jaulas en Asia, cubriendo un amplio espectro de prácticas tradicionales y modernas y abarcando una gran variedad de especies, ambientes, inversiones e insumos.

La importancia de la acuicultura en jaulas en aguas interiores para Asia

Si excluimos a Oriente Medio, Asia alberga el 56,2 por ciento de la población mundial actual y se espera que alcance los 4 440 millones de personas en 2030 (http://earthtrends.wri.org/pdf_library/data_tables/pop1_2005.pdf). Hay menos suelo por persona en la región de Asia-Pacífico que en cualquier otra zona del mundo; al menos diez países importantes en la región tienen menos de 0,10 ha/habitante en comparación con la media mundial de 0,24 ha (PNUMA, 2000). También los recursos de aguas continentales en Asia son más bien limitados. Aunque Asia ha sido bendecida con la mayor cantidad de agua dulce utilizable, su disponibilidad per capita es la más baja de todos los continentes (Figura 1). Las limitaciones en estos recursos primarios (suelo y agua) han restringido y/o desalentado aumentos significativos en el cultivo convencional de peces en estanques en muchos de los países de la región. Por supuesto hay excepciones, siendo el mejor ejemplo el del cultivo de bagre en el delta del Mekong, donde a pesar de las limitaciones del suelo, el cultivo en estanques se está expandiendo.

Siendo así, hay una necesidad de utilizar eficazmente las aguas disponibles para la producción de peces comestibles, sin que haya más demandas de uso de la tierra para estos propósitos. En Asia es común, aunque polémico desde el punto de vista político y medioambiental, los represamientos en embalses, fundamentalmente para el riego y la generación de electricidad, pero nunca para la producción de peces comestibles. Asia tiene el mayor número de embalses en el mundo como resultado del represamiento de ríos y arroyos (Nguyen y De Silva, 2006). En los últimos tiempos los planificadores y promotores urbanísticos han llegado a considerar la acuicultura en jaulas en embalses como un medio de subsistencia alternativo para la población desplazada y un efectivo uso secundario, sin consumir agua, de los recursos de los embalses en muchos países. Esta práctica



se ha realizado de forma exitosa, por ejemplo, en embalses (Jatilhur, Saguling y Cirata) de la cuenca del Ciratum en Java, Indonesia (Abery *et al.*, 2005), en algunos embalses recientemente represados en Malasia (P. ej. Batang Ai en Sarawak, al este de Malasia) y en China. En estos casos, en cada cuerpo de agua, la acuicultura en jaulas tiende colectivamente a convertirse en una actividad relativamente grande, los productos a menudo no se comercializan localmente y una parte de los mismos puede incluso ser exportada. En muchos de estos casos, las especies que son comúnmente cultivadas tienden a ser la carpa (*Cyprinus carpio carpio*) y la tilapia, siendo a menudo la tilapia roja híbrida (*Oreochromis niloticus* x *O. mossambicus*) la preferida

Además, en algunos países el cultivo en jaulas es también visto como un medio útil de criar alevines para otros sistemas acuícolas de engorde, especialmente en donde la capacidad de los estanques es limitada (Ariyaratne, 2006). Es más, incluso en algunos países desarrollados como Australia, el cultivo en jaulas en tanques de irrigación de especies de mucho valor como el bacalao (*Maccullochella peelii peelii*) es considerado como una forma de aumentar los ingresos agrícolas y un uso secundario efectivo del agua para la producción alimentaria (G. Gooley, comunicación personal).

Ejemplos recientes de progresos significativos

Los dos casos de estudio del bagre, la carpa y tilapia en la región del delta del Mekong en Viet Nam y en los embalses de la cuenca del Ciratum en Java occidental, Indonesia, fueron presentados en detalle respectivamente por Phillips y De Silva (2006) y pueden ser considerados como dos avances notables en el cultivo en jaulas en aguas interiores de la región a una escala relativamente grande. En

el caso del cultivo de bagres en Viet Nam, que comenzó sobre todo con el cultivo en jaulas de los bagres pangasiidae *Pangasius hypophthalmus* (bagre sutchi o tra) y *P. bocourti* (bagre basa), la producción ascendió a 450 000 toneladas en 2005 y se espera que alcance las 800 000 toneladas en 2010 (Le Tahn Hung, comunicación personal). Sin embargo, con el aumento del costo del cultivo de bagres en jaulas en el delta ha habido un cambio gradual a favor del cultivo en estanques, y se estima que el cultivo en jaulas actualmente sólo representa alrededor de un 30 por ciento de la producción. Es importante destacar que la mayoría de las actividades de cultivo de bagres se realizan a pequeña escala, a pesar de que casi el 80 por ciento de la producción se exporta a Estados Unidos de América y la Unión Europea. La industria emplea directa e indirectamente a unas 17 000 personas (Hung *et al.*, 2006; Nguyen, Lin y Yang, 2006). La industria del cultivo de bagres en Viet Nam ha tenido sus problemas de mercadeo, especialmente por la introducción por parte de los Estados Unidos de un impuesto del 37 por ciento sobre las importaciones, basándose en una demanda por dumping. Aunque a corto plazo los precios y los medios de subsistencia de los piscicultores de bagres y otras personas (P. ej. mujeres en fábricas de procesamiento) se vieron seriamente afectados por la medida antidumping, la intervención del gobierno de Viet Nam en ayuda de los productores y procesadores para diversificar los mercados y mejorar la calidad y las técnicas de producción, unido al carácter emprendedor de los piscicultores vietnamitas, contribuyó a que estos efectos fueran pasajeros. Desde entonces, la industria del bagre en Viet Nam ha seguido creciendo, aumentando su mercado y competitividad, y exportando a varios países entre los que se incluyen Estados Unidos de América y la Unión Europea.

El sistema doble de cultivo en jaulas en embalses de la cuenca hidrográfica del Ciratum, Java occidental, Indonesia, conocido localmente como el «lapis dua» y en el que la carpa es cultivada en la jaula interna y la tilapia en la externa (7 x 7 x 3/5 m), fue inicialmente debatible, y luego fomentado como un medio de subsistencia alternativo para la población desplazada por el represamiento de los embalses. Sin embargo el cultivo en jaulas fue percibido como un esfuerzo lucrativo, que proporcionaba elevados beneficios con relativa rapidez en comparación con muchos otros tipos de inversión, y como consecuencia de ello las explotaciones fueron compradas por empresarios extranjeros. A menudo estos empresarios disponían

de recursos financieros suficientes y expandían sus granjas piscícolas, habitualmente sin prestar atención a la normativa existente al respecto. De esta manera, el número de jaulas sobrepasaba a las legalmente permitidas en base a estudios iniciales acerca de la capacidad de carga de cada uno de los cuerpos de agua. Por ejemplo, en el embalse de Cirata hay casi 30 000 jaulas en funcionamiento. Al principio, la producción total de cada cuerpo de agua aumentó significativamente. Sin embargo, en un período de cinco años, la producción por jaula en dos embalses que habían triplicado su número de jaulas comenzó a disminuir, y comenzaron a morir peces, especialmente en los meses más secos (Abery *et al.*, 2005). Estos cambios también han dado lugar a conflictos sociales e importantes problemas medioambientales relacionados con la calidad del agua. Hoy se están afrontando estos problemas y se está desarrollando un plan de gestión del cultivo en jaulas (Koeshendrajana, Priyatna y De Silva, 2006). Existe una situación similar en el lago Bato, en Filipinas, en donde el cultivo en jaulas de tilapia se ha extendido sin pausa (Nieves, 2006).

En general, los problemas medioambientales fruto de la inexistente planificación del cultivo en jaulas se han agravado debido a que la actividad tiende a desarrollarse en bahías protegidas, que disponen de un fácil acceso a instalaciones de apoyo en tierra. En estas zonas, la circulación del agua es bastante limitada y los índices de sedimentación son más elevados, lo que lleva a un aumento de la carga orgánica en las zonas del cultivo en jaulas.

Los piscicultores en jaulas de Asia están empezando a integrar este tipo de cultivo con otras modalidades de cría para aumentar sus ingresos. Sin embargo, estas prácticas todavía no se han generalizado. La integración podría producirse con aves de corral y cerdos en plataformas sobre las jaulas, y en muchos aspectos se parece a la acuicultura tradicional integrada en tierra (Little y Muir, 1987). En caso extremo, como sucede en el embalse de Tri An, en Viet Nam meridional, las jaulas de cocodrilos están anexas a las de los peces, en una nueva e interesante diversificación del cultivo en jaulas.

Problemas y restricciones de la acuicultura en jaulas en aguas interiores

Aunque las explotaciones individuales de cultivo en jaulas suelen ser relativamente pequeñas, en algunos cuerpos de agua interiores muchas de estas unidades coexisten, como en los ejemplos mencionados en la sección anterior (Ilustración 2). Estas operaciones

colectivas e intensivas de cultivo en jaulas generan sinergias que les permiten ser relativamente más rentable, e incluso permitir que un porcentaje relativamente alto de su producto sea exportado. Sin embargo, estas ventajas pueden en ocasiones ser contraproducentes y afectar negativamente a la sostenibilidad de los sistemas. Esto resulta evidente en el caso de los embalses de Cirata y Saguling, en los que el número de jaulas ha sobrepasado bastante las capacidades de carga estimadas para los dos embalses (Abery *et al.*, 2005). Esto ha provocado muerte de peces, conflictos sociales y ha aumentado la susceptibilidad a enfermedades, siendo la más reciente la del herpes virus koi (KHV), que ha provocado la muerte masiva de carpas (Bondad-Reantaso, 2004).

La mayor parte de peces cultivados en jaulas en aguas interiores son de relativamente poco valor, con la excepción de los cabeza de serpiente del lago Tonle Sap, Camboya y la perca china (*Siniperca chuatsi*). Casi todos los herbívoros y omnívoros cultivados se destinan a los mercados locales, en donde los precios pagados a los piscicultores son determinados por mayoristas/intermediarios. Por otra parte, la mayoría del bagre y la tilapia criados en jaulas son ampliamente comercializados debido al gran volumen de producción en zonas específicas y a estrategias adecuadas de comercialización desarrolladas a lo largo de los años. La disponibilidad de suministros fiables de reservas de semillas de buena calidad es un problema importante para la mayor parte de los cultivos en jaulas en aguas interiores, especialmente para la gran mayoría que todavía depende de los suministros naturales. A excepción de la tilapia, no se han establecido programas de cría selectivos adecuados para las especies cultivadas a gran escala, como los bagres y los cabeza de serpiente. Esta carencia podría resultar en un descenso en la producción y, lo que es más importante, no permitirá expresar el pleno potencial genético de las especies para fines acuícolas.

Existe una gran dependencia en la morralla en algunas de las principales actividades acuícolas más importantes en aguas interiores en Asia, especialmente en el cultivo en jaulas del bagre en el delta del Mekong al sur de Viet Nam. Efectivamente, la eficacia relativamente menor de usar morralla como el principal recurso alimentario, junto a otros factores, principalmente el costo de la madera para las jaulas y el reducido flujo de agua durante la estación seca, ha resultado

en una disminución del cultivo en jaulas en la región, y la mayoría de los piscicultores optando por el cultivo en estanques. Los piscicultores de jaulas consideran a la morralla, como un recurso alimentario relativamente económico. La morralla se utiliza también en la cría de bagres como principal ingrediente de los alimentos «hechos en la granja», en donde se mezclan con otros ingredientes como el salvado de arroz, enriquecidos con premezclas de vitaminas disponibles a nivel comercial, son cocinados de alguna manera (ver Ilustración 2), y luego, utilizados como «bolas de pienso» semi-secas y otros tipos similares (Hung *et al.*, 2006; Nguyen, Lin y Yang, 2006). Los estudios para mejorar la preparación de estos piensos caseros no sólo aumentarán la eficacia del empleo del pienso, incrementando así los beneficios, sino que también pueden ser utilizados para disminuir a largo plazo la dependencia de la morralla.

Los productores y procesadores de bagres del delta del Mekong tienden a reciclar casi todos los residuos del procesado, una práctica que necesita ser fomentada. Sin embargo, como se utiliza una importante cantidad de estos residuos para el pienso, se necesitan más estudios para prevenir la transmisión potencial de enfermedades.

Por lo general, e incluso en el caso de explotaciones a gran escala como las del delta del Mekong y los embalses de Indonesia, el material de construcción necesario para el cultivo en jaulas se basa fundamentalmente en el bambú y maderas duras. Estos productos básicos se obtienen habitualmente en estado natural, con el consiguiente riesgo de un importante daño medioambiental. Aparte del impacto directo sobre los recursos forestales, esta practica también puede aumentar la erosión del suelo de los desagües/zonas de captación e incrementar la sedimentación de los cuerpos de agua, con efectos negativos potenciales a largo plazo sobre las actividades de cultivo.

Una de las principales limitaciones para el desarrollo es la falta de investigaciones en ciertos temas claves para el cultivo en jaulas en aguas interiores. Entre éstos se encuentran fundamentalmente las capacidades de carga de los cuerpos estáticos como embalses y lagos, uso de piensos y eficiencias relacionadas, idoneidad de especies, adopción de prácticas de policultivo como en el caso del sistema doble de cultivo en jaulas («lapis dua») en los embalses de Indonesia, evaluaciones económicas (P. ej. consultar Dey *et al.*, 2000) y estrategias de mercadeo.

ILUSTRACIÓN 2
Actividades de cultivo en jaulas agrupadas y parcialmente en gran escala en Asia



Granjas piscícolas que usan el «lapis dua» o sistema de doble jaula en el embalse de Cirata, Java occidental, Indonesia.



Cultivo en jaulas en el embalse de Batan Ai en Sarawak, Malasia oriental.



Cultivo en jaulas de tilapia roja en el bajo Mekong, Viet Nam meridional.



Preparación de morrallas para alimentar a los bagres.



Preparación de alimentos «caseros» para el cultivo de bagres en jaulas utilizando morralla y otros ingredientes.



Trabajando con los pescadores para identificar las especies utilizadas como morralla para el cultivo en jaulas en Camboya.

CUADRO 1

Producción del cultivo de peces en aguas marinas y salobres entre 1992 y 2004 según las estadísticas de la FAO

País	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
China	58 716	71 672	101 110	144 957	182 155	254 979	306 697	338 805	426 957	494 725	560 404	519 158	582 566
Indonesia	193 136	215 065	208 824	212 733	250 617	195 543	232 708	265 511	278 566	308 692	314 960	316 444	315 346
Japón	263 503	259 273	271 351	279 182	256 223	255 774	264 018	264 437	258 673	263 789	268 405	273 918	262 281
Filipinas	153 714	133 580	147 914	144 039	144 868	150 965	154 771	172 574	203 832	231 419	229 708	235 075	256 176
Taiwan Prov. de China	22 687	29 915	44 049	51 869	46 047	51 834	50 899	44 157	40 100	55 235	70 326	76 653	64 671
República de Corea	4 595	5 471	6 643	8 360	11 384	39 121	37 323	34 382	27 052	29 297	48 073	72 393	64 195
Viet Nam	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	51 893	57 739
Bangladesh	16 000	17 520	17 379	13 301	22 126	26 748	25 851	26 912	27 801	28 044	32 026	34 101	39 493
Australia	4 402	4 977	5 878	8 585	10 466	10 730	9 816	11 796	14 517	17 774	19 728	20 382	21 469
Tailandia	3 832	3 794	5 293	5 131	6 235	5 616	8 761	7 359	9 300	9 497	12 238	14 598	16 978
Malasia	3 561	6 508	5 999	5 767	5 943	6 215	7 548	8 302	9 267	9 508	10 110	11 802	11 969
Nueva Zelandia	2 800	3 300	3 800	4 800	6 200	4 200	5 500	5 400	5 685	7 887	6 989	4 800	5 196
India	-	-	-	-	-	1 429	1 740	-	-	-	-	2 644	2 778
Singapore	786	536	480	644	644	818	593	914	1 402	1 088	1 294	1 897	2 366
China, RAE de Hong Kong	3 400	3 010	2 989	2 950	3 144	3 032	1 271	1 284	1 787	2 473	1 215	1 492	1 541
Brunei Darussalam	8	31	51	74	72	69	74	77	59	30	39	38	104
Kiribati	41	52	32	17	9	7	4	13	14	18	14	9	9
Tuvalu	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	1
Islas Cook	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Micronesia, Est. Fed. de	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Tonga	-	-	-	-	-	-	-	-	14	19	14	20	<0,5
Fiji	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	1	1	393	133	-
Polinesia Francesa	3	6	-	3	10	2	3	3	10	19	19	19	-
Guam	<0,5	<0,5	4	5	5	5	5	7	7	7	7	-	-
TOTAL	731 184	754 710	821 796	882 417	946 148	1 007 087	1 107 582	1 181 933	1 305 044	1 459 522	1 575 962	1 637 474	1 704 878

Fuente: FAO, 2006

CULTIVO EN JAULAS EN AGUAS MARINAS Y SALOBRES

El cultivo en jaulas en aguas marinas y salobres es relativamente reciente en Asia, habiéndose desarrollado por primera vez en Japón para el cultivo marino en jaulas de especies como el medregal de Japón (*Seriola quinqueradiata*) y el besugo (*Pagrus major*) (Watanabe, Davy y Nose, 1989). En estos últimos 20 años, la acuicultura marina de peces con escama, fundamentalmente en jaulas, se ha expandido por toda Asia. Los principales países que

FIGURA 3
Tendencia de la producción en los cinco países principales de Asia del cultivo de especies marinas

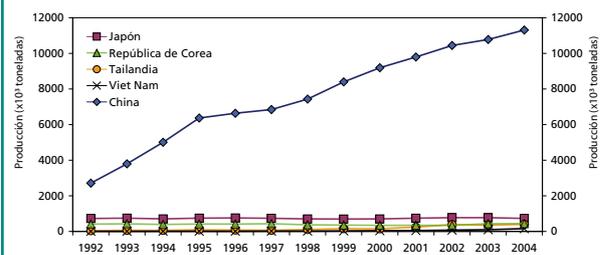


FIGURA 2
Producción y valor de la acuicultura en aguas salobres y marinas en Asia

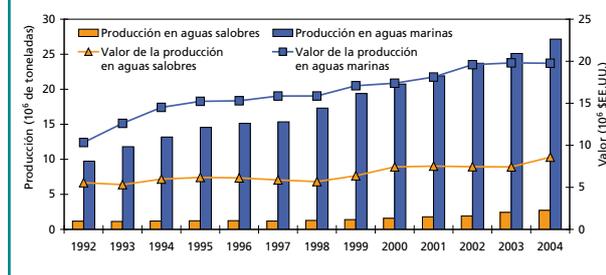
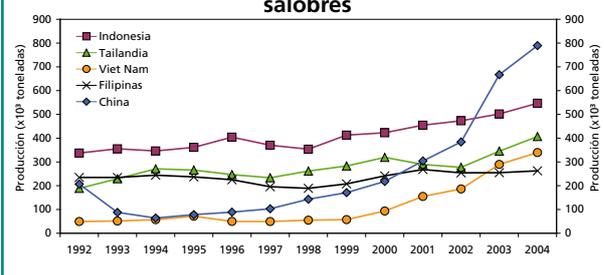


FIGURA 4
Tendencia de la producción en los cinco países principales de Asia del cultivo de especies en aguas salobres



desarrollan esta actividad son China, (ver Chen *et al.*, este volumen), Indonesia, Taiwan Provincia de China y Viet Nam. La acuicultura marina de peces, principalmente en el Asia sudoriental, depende de la recolección de semillas, peces juveniles o alimentos silvestres. En Asia sudoriental, la mayor parte de la acuicultura marina de peces puede definirse como un tipo de «encierno» y no como una verdadera acuicultura². Sin embargo, esta situación está cambiando. En Asia sudoriental las industrias de acuicultura marina de peces tienen cada vez una mayor dependencia del stock de los criaderos, como sucede con el cultivo de mero (*Epinephalus* spp.) en Indonesia (Ilustración 3), y por tanto pueden ser definidas como acuicultura «verdadera». El cultivo de peces en aguas salobres, fundamentalmente de perca gigante (*Lates calcarifer*) y sabalote (*Chanos chanos*), está más establecido y se basa en alevines producidos en criaderos.

Tendencias de la producción

Las estadísticas de la FAO sobre la acuicultura incluyen tanto a los peces de aguas salobres como a los de aguas marinas, y resulta difícil separar los datos de ambos. Durante los últimos 13 años estas estadísticas reflejan un continuo crecimiento positivo de la producción en Asia (ver Tabla 1) y una producción regional de 1,7 millones de toneladas. Las tendencias en la producción total y los valores de la acuicultura en aguas salobres y marinas de Asia se muestran en la Figura 2. Según estas estadísticas, China encabeza la producción seguida de Indonesia, Japón y Filipinas. Taiwan Provincia de China, la República de Corea y Viet Nam se encuentran algo por detrás, pero están entre los países que han producido más de 50 000 toneladas en 2004. China, en particular, ha experimentado en la última década un espectacular crecimiento en el cultivo de peces en aguas marinas y salobres (ver Figuras 3 y 4).

² Según la FAO (1997) «La acuicultura es el cultivo de organismos acuáticos, incluyendo peces, moluscos, crustáceos y plantas acuáticas. La actividad de cultivo implica la intervención del hombre en el proceso de cría para aumentar la producción, en operaciones como la siembra, la alimentación, la protección de los depredadores, etc. La actividad de cultivo también presupone que los individuos o asociaciones que la ejercen son propietarios de la población bajo cultivo. Para propósitos estadísticos, se admite que una determinada producción de organismos acuáticos constituye una contribución a la acuicultura, cuando éstos son cosechados por individuos o asociaciones que han sido sus propietarios durante el período de cría. Se dice, por otra parte, que una cosecha es el resultado de la actividad pesquera cuando los organismos acuáticos, en su condición de bien común, pueden ser explotados por cualquiera con o sin la respectiva licencia.»

En Indonesia y Filipinas, la principal contribución a estas estadísticas la proporciona el sabalote, una especie de aguas salobres obtenida de la población natural y de criaderos. Estos dos países son responsables del 70 por ciento del total de la producción de peces en aguas salobres en Asia (Cuadro 2). Las estadísticas de producción marina sin contar a las especies de aguas salobres señalan (Cuadro 3) una producción marina total de alrededor 975 000 toneladas en Asia. Actualmente China lidera la producción acuícola en aguas salobres y marinas, tanto en Asia como a nivel mundial.

Especies cultivadas

En Asia se cultiva en jaulas un gran número de especies de peces con escama. Existe todavía una dependencia significativa de la captura de juveniles silvestres para el cultivo de algunas especies, como es el caso de los meros en Tailandia.

Perfiles de producción de las principales especies

Las estadísticas de la producción pesquera marina que se muestran en el Cuadro 4 han sido obtenidas del FISHSTAT Plus de la FAO (FAO, 2006). La clasificación de especies por grupos está basada en la agrupación de especies del FAOSTAT y en los ambientes de cultivo (marino y salobre). En estas estadísticas se han eliminado algunas importantes especies que están siendo cultivadas y clasificadas como especies de aguas salobres o de agua dulce en la actualidad. Éstas incluyen al sabalote, tilapia, la perca gigante (lubina asiática) y los salmónidos. Más abajo se adjunta una breve descripción de cada uno de los diferentes grupos, junto a algunas estimaciones preliminares de la demanda de alevines para su cría.

La categoría «Peces Marinos nei» está formada por peces marinos que no están identificadas con más detalles en las estadísticas. Esta cifra se debe en gran parte a China, que hasta hace poco incluía todo su cultivo de peces marinos en esta categoría. En realidad China tiene una gran variedad de especies (ver Chen *et al.*, este volumen) y una industria de criaderos bastante desarrollada que la respalda.

Por lo general, el cultivo en aguas marinas y salobres está dominado por unas pocas especies. En el caso del cultivo marino, que es casi en su totalidad cultivo en jaulas, las principales especies son aquellas que han estado siendo cultivadas por un largo tiempo, particularmente en Japón, y la producción de aquellas especies emergentes como los meros y la cobia, está todavía en sus comienzos (Figura 5).

CUADRO 2
Producción del cultivo de peces en aguas salobres entre 1992 y 2004 según las estadísticas de la FAO

País	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Indonesia	193 136	215 065	208 824	212 733	250 617	195 543	232 708	263 262	275 979	300 155	303 213	302 025	305 424
Filipinas	153 714	133 182	147 628	143 818	144 747	150 528	147 103	163 669	194 708	221 145	211 965	212 927	218 390
Taiwan Prov. de China	22 395	29 480	43 590	51 159	45 006	50 062	47 891	42 057	35 934	50 046	64 078	69 056	58 743
Viet Nam	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	51 893	57 739
Bangladesh	16 000	17 520	17 379	13 301	22 126	26 748	25 851	26 912	27 801	28 044	32 026	34 101	39 493
Australia	4 067	4 341	4 603	6 658	8 453	8 546	8 117	10 194	11 786	13 699	15 716	16 882	17 439
Tailandia	3 832	3 794	5 293	5 131	6 235	5 616	8 761	7 359	9 300	9 497	12 238	14 598	16 978
Malasia	3 561	6 508	5 999	5 767	5 943	6 215	7 548	8 302	9 267	9 508	10 110	11 802	11 969
India	-	-	-	-	-	1 429	1 740	-	-	-	-	2 644	2 778
Brunei Darussalam	8	31	51	74	72	69	74	77	59	30	39	38	104
Singapore	-	-	-	-	-	-	-	1	3	3	4	3	58
Kiribati	41	52	32	17	9	7	4	13	14	18	14	9	9
Islas Cook	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Micronesia, Est. Fed. de	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Tonga	-	-	-	-	-	-	-	-	14	19	14	20	<0,5
China, RAE de Hong Kong	187	211	210	207	144	72	71	34	18	5	4	6	-
Fiji	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	1	1	393	133	-
Polinesia Francesa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7	7	-
Guam	<0,5	<0,5	4	5	5	5	5	7	7	7	7	-	-
TOTAL	396 941	410 184	433 613	438 870	483 357	444 840	479 873	521 887	564 891	632 177	649 828	716 144	729 124

Fuente: FAO, 2006

CUADRO 3
Producción del cultivo de peces en aguas marinas entre 1992 y 2004 según las estadísticas de la FAO pero suprimiendo las categorías de los peces de aguas salobres

País	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
China	58 716	71 672	101 110	144 957	182 155	254 979	306 697	338 805	426 957	494 725	560 404	519 158	582 566
Japón	263 503	259 273	271 351	279 182	256 223	255 774	264 018	264 437	258 673	263 789	268 405	273 918	262 281
Républica de Corea	4 595	5 471	6 643	8 360	11 384	39 121	37 323	34 382	27 052	29 297	48 073	72 393	64 195
Filipinas	-	398	286	221	121	437	7 668	8 905	9 124	10 274	17 743	22 148	37 786
Indonesia	-	-	-	-	-	-	-	2 249	2 587	8 537	11 747	14 419	9 922
Taiwan Prov. de China	292	435	459	710	1 041	1 772	3 008	2 100	4 166	5 189	6 248	7 597	5 928
Nueva Zelanda	2 800	3 300	3 800	4 800	6 200	4 200	5 500	5 400	5 685	7 887	6 989	4 800	5 196
Australia	335	636	1 275	1 927	2 013	2 184	1 699	1 602	2 731	4 075	4 012	3 500	4 030
Singapore	786	536	480	644	644	818	593	913	1 399	1 085	1 290	1 894	2 308
China, RAE de Hong Kong	3 213	2 799	2 779	2 743	3 000	2 960	1 200	1 250	1 769	2 468	1 211	1 486	1 541
Tuvalu	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	1
Polinesia Francesa	3	6	-	3	10	2	3	3	10	19	12	12	-
TOTAL	334 243	344 526	388 183	443 547	462 791	562 247	627 709	660 046	740 153	827 345	926 134	921 330	975 754

Fuente: FAO, 2006

Meros

La FAO estimó la producción de mero en Asia en 2004 en alrededor 58 000 toneladas. Con la producción adicional de mero de Viet Nam (la cual se informa conjuntamente con la producción marina de otros peces con escama), de alrededor 2 000 toneladas por año, se tiene por resultado una producción total mundial de alrededor

60 000 toneladas. Probablemente por lo menos el 70 por ciento de esta producción depende de la recolección de alevines y peces juveniles silvestres. El cultivo de meros se está expandiendo rápidamente en Asia, impulsado por los elevados precios en los mercados de peces vivos de China, RAE de Hong Kong y de China, la decreciente disponibilidad de productos silvestres debido a la sobrepesca

(Sadovy y Lau, 2002) y la resistencia general de los consumidores al comercio de «peces vivos» silvestres.

Existe una amplia variedad de especies de mero cultivadas, aunque sólo unas pocas se producen en criaderos en una gran medida. Las especies

Cromileptes altivelis, *Epinephelus fuscoguttatus*, *E. coioides*, *E. malabaricus*, *E. akaara*, *E. lanceolatus*, *E. tukula*, *E. areolatus*, *E. taurina* y *E. polyphkadion* (Rimmer, Williams y Phillips, 2000; Rimmer, McBride y Williams, 2004), proceden de criaderos de la región y se espera que en el futuro sean el

CUADRO 4

Producción de los principales grupos de especies cultivadas de 1992 a 2004, según las estadísticas de la FAO, suprimiendo las categorías de peces de aguas salobres

Especies	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Peces Marinos nei	64 469	77 144	106 713	152 158	188 625	262 279	314 369	348 557	439 217	505 501	573 542	200 843	212 359
Medregal del Japón	148 988	141 799	148 390	169 924	145 889	138 536	147 115	140 647	137 328	153 170	162 682	157 682	150 113
Pargo Japonés	66 067	72 896	77 066	72 347	77 319	81 272	83 166	87 641	82 811	72 910	73 199	88 082	85 297
Serránido japonés	-	-	-	-	266	-	-	797	605	873	2 006	81 124	82 475
Corvina japonesa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	58 684	67 353
Rodaballos nei	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	36 227	57 270
Sargos, doradas nei	156	253	278	296	357	320	372	385	636	728	1 637	45 610	49 514
Corvinón ocelado	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	44 925	43 506
Meros nei	369	271	255	320	407	379	415	2 271	1 573	4 341	7 845	36 159	40 000
Sabalote	-	-	-	166	78	1 197	7 693	9 070	9 548	10 597	18 437	23 314	39 211
Falso halibut del Japón	10 327	10 804	12 562	13 578	16 553	34 857	29 882	28 583	21 202	23 064	29 569	40 473	37 382
Cobia	-	-	-	3	13	9	961	820	2 626	3 224	2 395	20 667	20 461
Rascacios nei	-	-	-	-	2 036	12 430	14 634	8 698	9 330	16 636	23 938	19 708	19 708
Tamboriles nei	4 068	4 427	3 456	4 031	5 552	5 961	5 389	5 100	4 733	5 769	5 231	14 602	19 190
Medregales nei	-	-	-	2	20	69	406	154	97	119	292	11 847	12 751
Salmón Coho (Plateado)	25 519	21 148	22 824	13 524	8 401	9 927	8 721	11 148	13 107	11 616	8 023	9 208	9 607
Platijas nei	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5 356	8 048
Salmón real	2 800	3 300	3 800	4 800	6 200	4 200	5 500	5 400	5 685	7 887	6 989	4 800	5 196
Atún del Sur	335	636	1 275	1 927	2 013	2 089	1 652	1 373	2 649	3 889	4 011	3 500	4 030
Mugil	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	27	-	-	-	968	1 415	3 938	4 151	3 663
Jureles nei	1 853	2 183	2 391	2 653	2 343	2 217	2 568	2 935	3 058	3 396	2 931	2 313	2 668
Jurel japonés	7 161	6 454	6 134	4 999	3 869	3 526	3 412	3 052	3 052	3 308	3 462	3 377	2 458
Perca gigante	396	233	204	288	292	255	248	732	1 076	4 191	1 917	2 521	1 825
Mero lutria	45	90	89	88	360	562	132	170	419	671	208	677	643
Meros lubinas nei	-	63	18	10	36	149	115	145	151	97	88	120	171
Mero areolado	-	512	508	502	750	474	180	110	104	239	117	155	155
Pargo Cuvera	-	572	568	560	690	266	144	321	73	116	24	122	149
Mero de pintas naranjas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	76	139
Siganos nei	<0,5	8	4	<0,5	3	40	4	19	66	51	60	84	120
Pámpano lunero	-	331	329	325	-	30	12	7	32	49	19	26	76
Pargo ojo de buey	-	-	-	-	300	296	192	83	263	392	231	115	72
Pargos nei	93	92	53	42	81	64	36	70	152	61	29	9	51
Jureles, Pámpanos nei	-	-	-	-	-	-	-	4	13	9	-	4	36
Threadsaill filefish	-	-	-	-	7	-	-	35	9	3	-	3	19
Sargo Dorado	1 253	963	956	943	240	799	180	64	86	82	19	6	17
Pargo jaspeado	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	11
Mero con pintas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16	7
Mero malabárico	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3
Tilapias nei	-	-	-	-	-	-	2	33	4	9	12	17	<0,5
Dorada cabeza negra	118	103	80	-	18	16	13	7	15	24	-	-	-
Corvinones, verrugatos nei	-	-	-	31	27	28	39	72	71	148	269	228	-
Morenocio dentón	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-
Mero de pintas rojas	10	30	30	30	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pargos, lutjánidos nei	-	-	-	-	-	-	157	61	16	63	311	254	-
Dorada de lomo amarillo	-	-	-	-	-	-	-	-	7	-	-	-	-
Sargo púrpura	117	122	52	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Peces lija nei	99	92	148	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Lorch de Okhotsk	-	-	-	-	19	-	-	-	-	3	-	5	-
TOTAL	334 243	344 526	388 183	443 547	462 791	562 247	627 709	660 046	740 153	827 345	926 134	921 330	9 75 754

Fuente: FAO, 2006

pilar principal de la producción de mero. La mayor parte del engorde de meros se lleva a cabo en jaulas ubicadas en estuarios marinos o zonas costeras bien protegidas. En general los meros se venden vivos con un tamaño que oscila entre 0,5 y 1,2 kg por pez, con un peso de consumo medio de 850 g, y necesitando un acceso rápido a los mercados.

Pargos

Se cultivan varias especies de pargos en Asia, principalmente en las zonas más templadas de la región. Entre éstas se incluyen la dorada (*Chrysophrys auratus*), el sargo dorado (*Rhabdosargus sarba*), el pargo negro (*Acanthopagrus schlegelii schlegelii*) y el besugo (*Pagrus major*). Las estadísticas de la FAO indican que se produjeron unas 135 000 toneladas en Asia en 2004. Los pargos son uno de los pilares principales del cultivo marino de peces con escamas en Asia. La mayoría de los alevines de pargos son producidos en criaderos, y en Asia Oriental existe un sistema de criaderos bien desarrollado. El tamaño de mercado del pargo oscila entre los 350 y 450 g. El cultivo marino en jaulas es la modalidad predominante.

Medregales y otros carángidos

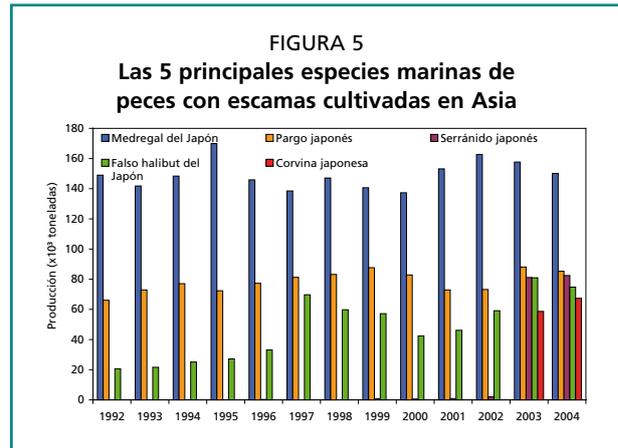
El pez de limón (*Seriola quinqueradiata*) es la principal especie marina cultivada en Asia (Figura 5), y constituye el 17 por ciento de la producción marina total de peces con escamas, con casi 160 000 toneladas producidas en 2003 (FAO, 2006). Casi toda esta producción proviene de Japón donde se ha mantenido relativamente estable desde la década de 1980 produciendo unas 140 000–170 000 toneladas por año. La mayoría de estos peces, si no todos, son cultivados en jaulas. Otros carángidos que se están cultivando con frecuencia son el pámpano lunero (*Trachinotus blochii*) y el palometón chino (*Pampus argenteus*).

Jurel

El jurel japonés (*Trachurus japonicus*) es la principal especie de jurel cultivada. La lorcha de Okhotsk (*Pleurogrammus azonus*) también se cultiva, pero contribuye muy poco a la producción de jurel. Algunos jureles japoneses se cultivan en jaulas marinas en Asia Oriental.

Cobia

La cobia (*Rachycentron canadum*) se cultiva cada vez más en aguas subtropicales y tropicales, incluyendo las de Taiwan Provincia de China, China, Malasia y Viet Nam. Aunque la producción todavía es



pequeña, ésta ha aumentado significativamente en los últimos tres años. Actualmente la mayor parte de la producción proviene de China y Taiwan Provincia de China y ascendió a unas 20 000 toneladas en 2003 (FAO, 2006). La producción de estas especies de rápido crecimiento (pueden pesar hasta 6 kg en el primer año) está lista para una rápida expansión, tanto en Asia como en América.

Los alevines de cobia que se utilizan para la acuicultura proceden principalmente de criaderos y Taiwan Provincia de China fue uno de los primeros en establecer esta producción. La producción de semillas en 1999 fue de unos tres millones de alevines de alrededor 10 cm, con un valor de mercado de 0,50 \$EE.UU. por pez. El tamaño medio del adulto para el mercado es bastante grande, de unos 6–8 kg; sin embargo el tamaño de mercado varía de un país a otro. La cobia se está convirtiendo en un pescado popular debido a su crecimiento rápido y a su cultivo relativamente sencillo. La tasa de supervivencia en el crecimiento es elevada, y no resulta difícil alcanzar una tasa media del 90 por ciento. La mayor parte de las cobias son cultivadas en jaulas marinas.

Perca gigante

La producción de la perca gigante (también denominada barramundi, *Lates calcarifer*) aumentó en los últimos diez años, y según las estadísticas de la FAO se estima que en 2004 fueron producidas 26 000 toneladas (FAO, 2006). El cultivo de la perca gigante en Asia se desarrolla en agua dulce, salobre o marina y la mayoría de la producción está basada en poblaciones cultivadas en criaderos. La producción mundial se ha mantenido relativamente constante en los últimos 10 años con unas 20 000–26 000 toneladas anuales, si bien en este período la producción ha disminuido en Asia y aumentado

ILUSTRACIÓN 3
Actividades del cultivo en jaulas



Cultivo de meros en Indonesia.



Cultivo de meros en Tailandia.



Cultivo de meros en Viet Nam.



Cultivo de cobias en Viet Nam.



Preparación de morrallas para alimentar a los meros en Tailandia.



Morrallas para alimentar cobias en la isla de Cat Ba, Viet Nam.

en Australia. La mayoría de las percas gigantes se cultivan en estanques y jaulas ubicados en estuarios salobres o zonas costeras.

Sabalote

La producción en Asia del sabalote (*Chanos chanos*) es significativa, e Indonesia y Filipinas son los países que contribuyen al grueso de las 515 000 toneladas producidas en 2004 según la FAO. La producción, que ha venido aumentando en los últimos 10 años, está basada en los alevines silvestres y, cada vez más, en los alevines producidos en criaderos. El cultivo del sabalote tiene lugar en estanques costeros de aguas salobres y hasta cierto punto en jaulas y corrales. La acuicultura del sabalote tiene una larga tradición en Filipinas, en donde este pescado es un importante producto alimenticio. Indonesia es uno de los principales productores de semillas, muchas de las cuales provienen de pequeños criaderos. La mayoría del sabalote producido en Indonesia se usa como cebo para la pesca del atún en Japón. También se encuentra una tradición de cultivo de sabalotes en algunas Islas del Pacífico como Kiribati, Nauru, Palau y las Islas Cook. Aunque la mayoría del cultivo tiene lugar en estanques de aguas salobres, existe un aumento en la producción de cultivo intensivo en jaulas marinas, donde los peces son alimentados con gránulos o morralla.

Otras especies

Se cultiva una amplia variedad de otras especies como palometas, peces conejo, barbudos, corvinas, chaparrudos, tamboriles, peces escorpión y otros. Muchas de estas especies se crían en jaulas marinas por lo menos de forma esporádica.

PERFILES DE PAÍSES

Asia del Sur

Asia del Sur está constituida por India, Sri Lanka, Pakistán, Maldivas y Bangladesh. En esta subregión el cultivo de peces en aguas marinas es muy reducido (no se dispone de dato alguno en las estadísticas de la FAO), aunque la captura y mantención de peces marinos de arrecife vivos para el comercio tiene lugar en las Maldivas y la India.

En la India, el comercio de peces de arrecifes, vivos está basado principalmente en la captura y mantención de estos en jaulas, en las Islas Andaman y Nicobar, que cuentan con buenos arrecifes de corales. Existen algunos nuevos criaderos semipúblicos para la perca gigante (P. ej. Centro Rajiv Gandhi para la Acuicultura en Tamil Nadu y el Instituto Central de Acuicultura de Agua Salobre

en Chennai), y se espera que el cultivo marino de peces se desarrolle lentamente en el futuro. Un criadero privado cerca de Mumbai produjo unos 10 millones de alevines de perca gigante en 2003; sin embargo se desconoce su situación actual. Se han planificado nuevas inversiones en 2006 para un criadero marino y una granja piscícola de engorde en las Islas Andaman, con el apoyo de la Autoridad para el Desarrollo de la Exportación de Productos Marinos (MPEDA).

En Pakistán o Bangladesh no existe el cultivo marino de peces, salvo la captura incidental de percas gigantes, salmonetes y otras especies en estanques de agua salobre de camarones en este último país. Maldivas tiene una industria de exportación de meros para el comercio de peces vivos de arrecife y está interesada en el cultivo, aunque no ha habido ningún progreso en el sector hasta la fecha. Se están planeando estudios de viabilidad para los cultivos marinos en Maldivas que podrían dar lugar a inversiones en un futuro próximo.

Asia suroriental

Asia suroriental comprende Brunei, Myanmar, Tailandia, Malasia, Singapur, Filipinas, Indonesia, Camboya y Viet Nam. Esta subregión es una productora acuícola de peces marinos cada vez más importante, así como proveedora de peces marinos para el comercio de peces vivos de arrecife.

Myanmar

Los meros (*Epinephelus* spp.), conocidos localmente como «kyauk nga» o «nga tauk tu», se exportan vivos, refrigerados o congelados. Los meros se exportan principalmente a China, RAE de Hong Kong para el comercio de peces vivos de arrecife, y un barco se desplaza a Myanmar cuatro o cinco veces al año transportando de cinco a seis toneladas de peces vivos en cada viaje. Esto sugiere una producción anual de unas 30 toneladas, lo que es una subestimación, ya que, probablemente, la producción total anual sea de algo menos de 100 toneladas. El cultivo de peces marinos tiene lugar en la zona del delta del Ayeyarwady, en Rakhine y en el sur de Myanmar. Existe un cierto cultivo extensivo de percas gigantes en estanques, las que también son recolectadas como un subproducto de las tradicionales lagunas de «captura y retención» de camarones. Algunos alevines fueron importados de Tailandia.

Los meros se cultivan utilizando alevines silvestres. El cultivo en jaulas flotantes con red se lleva a cabo en las zonas costeras del sur y oeste de

CUADRO 5

Producción (en toneladas) de peces de cultivo en aguas marinas y salobres en Tailandia

Especies	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Perca gigante (<i>Lates calcarifer</i>)	3 884	4 087	4 090	6 812	6 056	7 752	8 004	11 032	12 230	14 550
Meros nei	674	774	793	1 390	1 143	1 332	1 443	1 170	2 338	2 395
Tilapia de Mozambique (<i>Oreochromis mossambicus</i>)	327	602	283	267	128	190	30	27	19	23
Lisa mopirol (<i>Liza vaigensis</i>)	246	363	295	288	32	26	20	9	11	10
Barbudo cuatro dedos (<i>Eleutheronema tetradactylum</i>)		409	155	4	-	-	-	-	-	-
Total	5 131	6 235	5 616	8 761	7 359	9 300	9 497	12 238	14 598	16 978

Fuente: Basado en la estadísticas de la FAO (2006)

Myanmar (Archipiélago de Myeik y el municipio de Gwa). En las aguas de Myanmar se pueden encontrar aproximadamente 20 especies de meros, aunque sólo cuatro han sido cultivadas a escala significativa: mero de pintas naranjas (*E. coioides*), mero lutria (*E. tauvina*), mero malabárico (*E. malabaricus*) y mero medioluto (*E. bleekeri*).

Actualmente, no existen criaderos de peces marinos en Myanmar. Un empresario privado planea abrir un criadero de meros en el margen occidental del delta del Ayeyarwady, y el gobierno planea construir dos o tres criaderos de peces marinos en la zona meridional y occidental del país. Igualmente, planea el establecimiento de una estación acuícola marina en el municipio de Kyun Su en la división de Tanintharyi.

Tailandia

En Tailandia se cultivan seis especies de meros (*Epinephelus coioides*, *E. malabaricus*, *E. areolatus*, *E. lanceolatus*, *E. fuscoguttatus* and *Plectropomus maculatus*) y dos de pargos (*Lutjanus argentimaculatus* es la principal especie), así como percas gigantes, lisas mopirol (*Liza vaigensis*) y sabalotes. Las percas gigantes y los meros (fundamentalmente *E. coioides*) representan el 99 por ciento de los peces marinos cultivados en Tailandia. La perca gigante constituye el 85 por ciento de la producción total en 2004 (14 550 toneladas) mientras que el mero es responsable del 14 por ciento (2 395 toneladas) (Cuadro 5).

El cultivo marino de peces en Tailandia se desarrolla en la costa oriental y occidental del golfo de Tailandia, y en la costa del mar de Andaman. Las costas oriental y occidental contribuyen con un 30 y un 20 por ciento respectivamente a la producción de peces marinos en el país, mientras que la costa del mar de Andaman aporta el 50 por ciento restante. Probablemente ésta última tiene el mayor potencial de desarrollo en el futuro. El ochenta por ciento del engorde de peces marinos en

Tailandia se realiza en jaulas, mientras que el resto tiene lugar en estanques.

En los Cuadros 5 y 6 se proporcionan algunas estadísticas sobre la producción marina y las zonas de cultivo. La perca gigante se cría en aguas marinas, salobres y dulces, mientras que los meros se cultivan principalmente en el mar. Los piscicultores prefieren la cría en jaulas al cultivo en estanques debido a que la cosecha parcial de peces vivos resulta más sencilla, las jaulas pueden gestionarse de forma más adecuada y los costos iniciales de inversión son menores. Por seguridad, las jaulas están siempre frente a las casas de los piscicultores o junto a las casas flotantes de los guardias. En el ambiente marino, los piscicultores prefieren sembrar meros debido a su precio más elevado. No obstante, si las semillas de mero no se encuentran disponibles, los piscicultores pueden sembrar con la semilla de percas gigantes. En las zonas de agua dulce y salobre, la perca gigante se cultiva habitualmente en jaulas a lo largo de ríos y canales a poca distancia de los mercados de peces vivos de las principales ciudades y destinos turísticos, para así ahorrar

CUADRO 6

Producción de percas gigantes y meros en estanques y jaulas en Tailandia en 2000

Sistema de cultivo	Nº de granjas	Área (m ²)	Cantidad (toneladas)	Valor (millones de dólares EE.UU.)
<i>Perca gigante</i>				
Estanque/laguna	378	4 516 464	1 414,10	2,89
Jaula	2 805	265 517 800	6 256,51	14,47
Total	3 183	270 034 264	7 670,61	17,36
<i>Mero</i>				
Estanque/laguna	154	1 116 656	357,91	2,05
Jaula	1 983	148 876	989,88	5,93
Total	2 137	1 265 532	1 347,79	7,98

Fuente: Departamento de Pesca (Tailandia)

en costos de transporte y sobrevivir. Las percas gigantes enfriadas están cada vez más disponibles en las cadenas de supermercados en Bangkok.

Se estima que existen unas 5 000–6 000 granjas piscícolas en Tailandia que producen peces marinos y de aguas salobres en jaulas y estanques. En el Cuadro 6 se ofrece información más detallada de las estadísticas más recientes del Departamento de Pesca (2000). La mayoría de las granjas piscícolas marinas de Tailandia son a pequeña escala, y los piscicultores alimentan, normalmente, a los peces con morralla. La morralla cuesta unos 0,15–0,20 \$EE.UU./kg, y su índice de conversión (FRC) oscila entre cinco y seis³. También se está intentando una dieta casera húmeda para el engorde de los peces, aunque los progresos son limitados. Al mismo tiempo se utiliza alimento comercial flotante en gránulos en los criaderos y para peces adultos; sin embargo, los piscicultores creen todavía que su rendimiento no es tan bueno como el que se obtiene con alimentos frescos.

La perca gigante se produce principalmente para los mercados locales y también se exporta viva y refrigerada por tierra a Singapur y Malasia. Parte de la producción de mero se exporta (viva y por aire) a China, RAE de Hong Kong y China, y parte es vendida viva en mercados locales, especialmente en restaurantes de mariscos. En 2003 el precio de una perca gigante del tamaño de consumo habitual (500–600 g) era de 2,5–3 \$EE.UU./kg y de los meros de unos 4–5 \$EE.UU./kg. Aunque exista un buen potencial de expansión para el cultivo de percas gigantes en términos de disponibilidad de tierra, buenas reservas de agua, producción de alevines, conocimientos, mano de obra cualificada, alimentos y expansión del mercado doméstico, la falta de mercados de exportación para el pescado congelado del tamaño de consumo es una importante limitación. Los piscicultores señalan también que no es económico cultivar percas gigantes grandes en filetes (P. ej. 1–3 kg) para la exportación debido a los problemas de atrofiamiento a partir de los 600–800 g.

Entre los principales problemas para la industria del engorde de meros en Tailandia se incluyen el acceso al mercado y la oscilación de los precios (debido a que los meros tailandeses no gozan de una buena reputación entre los importadores de China, RAE de Hong Kong), falta de suministro de semillas fiables, disponibilidad de pienso y enfermedades. Aunque ha existido un cierto interés en establecer en Tailandia granjas piscícolas marinas «industriales» a gran escala, todavía no se ha

materializado ningún proyecto. En 2006 podría comenzar un nuevo proyecto noruego con inversión pública/privada en la parte sudoccidental del país.

Malasia

En Malasia, la política agrícola del gobierno está fomentando activamente la inversión en la acuicultura, y ha aumentado el número de explotaciones acuícolas en aguas marinas y salobres. Se ha prestado especial atención al cultivo en jaulas, que tiene lugar en aguas costeras protegidas, especialmente en los estados de Perak (26 por ciento), Johor (21 por ciento), Penang (20 por ciento), Selangor (20 por ciento) y Sabah (9 por ciento) (estimaciones del año 2000).

Entre las especies de peces con escama marinos y de aguas salobres cultivadas en Malasia se encuentran la perca gigante, el pargo, el mero, el jurel, el pámpano, el barbudo, la cobia y la tilapia (Cuadro 7).

Los piscicultores cambian de especies en función de los problemas de mercado y de enfermedades. En los últimos cinco años ha aumentado drásticamente el número de especies cultivadas como consecuencia del éxito de la cría en criaderos.

Una de las especies tradicionales, la perca gigante, sigue encabezando las actividades de cultivo. A continuación le siguen los pargos (Lutjanidae) y entre ellos figuran el pargo de rayas amarillas (*Lutjanus lemniscatus*), el pargo rojo de manglar (*L. argentimaculatus*), el pargo jaspeado (*L. johnii*) y el pargo carmesí (*L. erythropterus*). El interés en el cultivo de meros ha dado como resultado la introducción de al menos seis especies. Las cultivadas habitualmente son el mero marrón jaspeado (*Epinephelus fuscoguttatus*), el mero de pintas naranjas (*E. coioides*) y el mero malabárico (*E. malabaricus*). Otras especies menos importantes son el barbudo de cuatro dedos (*Eleutheronema tetradactylum*), la cobia (*Rachycentron canadum*), el pámpano lunero (*Trachinotus blochii*) y la tilapia roja (*Oreochromis* sp.).

En Malasia, el principal sistema de producción de peces marinos sigue siendo el de jaulas flotantes con red. La producción en estanques puede resultar apta para especies de peces de elevado valor que requieren de agua con una salinidad más elevada que aquella que se encuentra en estanques interiores. Sin embargo, los peces cultivados en estanques son susceptibles de tener un extraño sabor, y los sistemas de cultivo en estanques pueden no ser convenientes para la producción de pescado para mercados de peces vivos.

CUADRO 7
Especies de interés de la acuicultura malaya

Nombre común	Nombre científico
Perca gigante	<i>Lates calcarifer</i>
Pargo de rayas amarillas	<i>Lutjanus lemniscatus</i>
Pargo de manglar	<i>L. argentimaculatus</i>
Pargo jaspeado	<i>L. johnii</i>
Pargo carmesí	<i>L. erythropterus</i>
Mero de pintas naranjas	<i>Epinephelus coioides</i>
Mero malabárigo	<i>E. malabaricus</i>
Mero de seis bandas	<i>E. sexfasciatus</i>
Mero marrón jaspeado	<i>E. fuscoguttatus</i>
Trucha leopardo	<i>Plectropomus leopardus</i>
Mero jorobado	<i>Cromileptes altivelis</i>
Barbudo cuatro dedos	<i>Eleutheronema tetradactylum</i>
Cobia	<i>Rachycentron canadum</i>
Tilapia roja	<i>Oreochromis sp.</i>
Pámpano lunero	<i>Trachinotus blochii</i>

Fuente: Departamento de Pesca, Malasia

CUADRO 8
Instalaciones y operarios implicados en el cultivo de peces marinos en Malasia de 2002 a 2004

Instalaciones	2002	2003	2004
Criaderos (unidades)	12	59	56
Jaulas (m ²)	940 948	1 034 664	1 110 221
Operarios de jaulas (individuos)	1 374	1 651	1 623

Fuente: Departamento de Pesca, Malasia

Conscientes de su potencial, el Departamento de Pesca de Malasia se aventuró hace una década a utilizar jaulas marinas a gran profundidad para una producción masiva. Sin embargo, los avances

han sido bastante limitados; ya que a finales de 2005 habían 100 unidades de jaulas cuadradas de 6 x 6 m y un total de 21 jaulas redondas de 15 m de diámetro. Todas ellas estaban ubicadas en la Isla de Langkawi, frente a la costa noroccidental de Malasia. La principal razón para el lento crecimiento del cultivo marino a gran profundidad parece ser el suministro de semillas.

Hasta que se implante un nuevo sistema de producción de peces o de tecnología de cultivo en jaulas, las tradicionales jaulas flotantes seguirán siendo el principal sistema de producción de peces marinos. En 2003 y 2004 la superficie cubierta por las jaulas ascendió al millón de metros cuadrados, un 14 por ciento más que en 2002 (Cuadro 8). En los años 2002 y 2003/2004, estas jaulas eran mantenidas por unos 1 400 y 1 600 operarios respectivamente (Cuadro 8). La mayoría son piscicultores a pequeña escala que utilizan de jaulas de tamaño pequeño (3 x 3 m) a tamaño mediano (6 x 6 m). La población oscila entre los 300 y 1 000 alevines por jaula y el período de cultivo es de unos 6–12 meses dependiendo del tipo de especie. Debido a su bajo precio y a su inmediata disponibilidad, la morralla sigue siendo el principal tipo de alimento y sólo se complementa de forma ocasional con pienso comercial. Muchos piscicultores creen que con la morralla se obtiene un pescado de mayor calidad y mejor textura.

En los últimos años el aumento de la intensificación en la producción y la superficie de las zonas de cultivo en jaulas han dado lugar a numerosos problemas de enfermedades. Debido a la calidad del agua y al agotamiento del oxígeno se han producido con frecuencia episodios de mortandad masiva. Los piscicultores persistentes lo tienen

CUADRO 9
Estadísticas de producción y valor al por mayor del cultivo de peces marinos y de aguas salobres en Malasia, 2002-04

Especies de peces	Year	2002	2003	2004	2002	2003	2004
		Producción (toneladas)			Valor (ringgits malayos)		
Perca gigante (<i>Lates calcarifer</i>)		4 003,73	4 210,93	4 000,54	46 220,13	49 260,86	46 241,57
Pargo de manglar (<i>Lutjanus argentimaculatus</i>)		591,44	706,56	572,97	6 157,05	8 415,69	7 742,36
Pargo de rayas amarillas (<i>L. lemniscatus</i>)		1 556,15	2 351,55	2 263,33	20 188,00	32 491,55	32 771,81
Pargo carmesí (<i>L. erythropterus</i>)		989,68	1 402,09	1 162,85	12 951,31	18 513,27	14 687,02
Meros		1 210,43	1 977,33	2 283,59	30 385,26	49 954,09	54 628,69
Tilapias		283,97	222,07	264,42	1 683,98	1 049,09	1 387,08
Total		8 635.4	10 870.53	10 547.70	117 585.73	159 684.55	157 458.53

Fuente: Departamento de Pesca, Malasia

aparentemente asumido y están deseando invertir en nuevas operaciones a pesar de las pérdidas.

En Langkawi se han iniciado tres grandes proyectos para la cobia utilizando alevines importados de Taiwan Provincia de China y parecen ser exitosos, exceptuando los problemas de mercadeo que enfrentan las granjas. Los planes incluyen la cría de cobias y también trabajar en el mero gigante. La producción en jaulas está creciendo igualmente en Malasia oriental (Borneo malasio), especialmente en las zonas de Tuaran y Sandakan en Sabah, en donde se planea expandir el cultivo en jaulas a gran escala.

En los últimos años la producción de las principales especies ha fluctuado, y el mero es el único grupo de especies que ha mantenido un crecimiento continuo (Cuadro 9).

Indonesia

Indonesia es el mayor productor de peces con escama marinos en Asia sudoriental y tiene un importante

potencial de desarrollo. Según las estadísticas del gobierno, el área acuícola marina potencial es de unos 2 millones de ha y existen también 913 000 ha de zonas terrestres de aguas salobres. Según las estimaciones actuales, están en uso el 0,17 y el 45,5 por ciento de las mismas, respectivamente. Por ello, tanto el gobierno como algunos sectores de la industria consideran que el potencial de la acuicultura marina es particularmente elevado.

Los principales grupos de especies cultivados son la perca gigante, el sabalote, el mero y el pargo (Cuadro 10). Otras especies que se consideran con potencial para un desarrollo futuro son el jurel ojón (*Caranx sexfasciatus*), el jurel dorado (*Gnathanodon speciosus*), el napoleón (*Cheilinus undulatus*) y el atún (*Thunnus* spp.). Hubo una reciente inversión japonesa en unos criaderos de atún en Bali, que será interesante observarla en los próximos años.

Según las estadísticas de la FAO, se estima que la producción total de peces marinos y de aguas salobres en Indonesia fue de 305 000 toneladas en 2004. La mayor parte de esta producción

CUADRO 10
Especies acuícolas y estado de su desarrollo en Indonesia

Especies		Estado de desarrollo de las especies	
Nombre común	Nombre científico	Engorde	Criadero
Sabalote	<i>Chanos chanos</i>	D	D
Perca gigante	<i>Lates calcarifer</i>	D	D
Pargo de manglar	<i>Lutjanus argentimaculatus</i>	DT	E/D
Pargo imperial	<i>L. sebae</i>	DT	E/D
Pez conejo	<i>Siganus spp.</i>	D	E/D
Mero jorobado	<i>Cromileptes altivelis</i>	DL	D
Mero marrón jaspeado	<i>Epinephelus fuscoguttatus</i>	DL	D
Mero malabárigo	<i>E. malabaricus</i>	DT	E/D
Mero disfrazado	<i>E. polyphkadion</i>	DT	D
Mero guasa	<i>E. lanceolatus</i>	DT	E/D
Mero de pintas naranjas	<i>E. coioides</i>	DT	D
Mero leopardo	<i>Plectropomus leopardus</i>	DT	E/D
Napoleón	<i>Cheilinus undulatus</i>	DT	E/D

D = desarrollado, DT = desarrollo temprano, DL = desarrollo limitado, E/D = bajo estudio y desarrollo

Fuente: Dirección General de Acuicultura, Indonesia

CUADRO 11
Producción anual estimada en criaderos de alevines de peces con escama marinos en Indonesia

Especies	1999	2000	2001	2002
Sabalote (<i>Chanos chanos</i>)	227 989 617	ND	240 000 000	ND
Perca gigante (<i>Lates calcarifer</i>)	15 000 000	ND	ND	ND
Meros (<i>Cromileptes altivelis</i> , <i>Epinephelus</i> spp.)	186 100	287 000	2 742 900	3 356 200

ND = no disponible

Los datos de 2001 sobre el sabalote son datos no publicados de criaderos privados.

Los datos de la producción de semillas de mero son de Kawahara e Ismi (2003)

corresponde al sabalote (241 000 toneladas), con menores cantidades de mero (6 552 toneladas), perca gigante (2 900 toneladas), salmonete y tilapia. Sin embargo, es casi seguro que estos valores estén subestimados pero no se cuentan con más datos exactos o actualizados.

El sabalote se cultiva desde hace siglos en Indonesia en los tradicionales estanques costeros («tambaks»). El cultivo de meros y percas gigantes es una actividad más reciente. El cultivo de meros depende de una combinación de alevines silvestres capturados y de los producidos en criaderos, aunque se tiende cada vez más a esta última modalidad. Aunque sea pequeña para los estándares de Indonesia, la producción de perca gigante ha aumentado significativamente en estos últimos 10 últimos años. No obstante, esta producción alcanzó su máximo en 2001 con 9 300 toneladas y desde entonces se ha mantenido constante en unas 4 000 ó 5 000 toneladas anuales.

El engorde se lleva a cabo en varias zonas de Indonesia y, en particular, el cultivo de meros está creciendo rápidamente, especialmente en la zona de Lampung al sur de Sumatra. El cultivo en jaulas tiene lugar en toda Indonesia, incluyendo las islas de Sumatra, Bangka, Bengkulu, Lampung, Kepulauan Seribu, Banten, Java, Lombok, Kalimantan y Sulawesi. Sin embargo, una gran parte de este cultivo se basa en las semillas de peces silvestres. Los recientes proyectos en Lampung se han visto impulsados en gran parte por la disponibilidad de semillas de mero obtenidas en criaderos. En el Cuadro 11 se muestra estimativamente la producción anual en criaderos de alevines marinos en Indonesia. Los sabalotes constituyen el grueso de la misma con 240 millones producidos en 2001. La producción de meros en criaderos se está expandiendo, con 3,56 millones en 2002. De esta cantidad, 2,7 millones correspondieron al mero marrón jaspeado (*Epinephelus fuscoguttatus*), y menos de 0,7 millones al mero jorobado (*Cromileptes altivelis*). El resto corresponde a meros de pintas naranjas (*E. coioides*) de la zona de Lampung.

El aumento en la producción de meros en criaderos en Gondol, en la isla de Bali, ha sido muy significativo desde 2002. Inicialmente, el objetivo de la producción de alevines en criaderos era la exportación, pero la demanda no era consistente. Ello dio lugar a un excedente de alevines de mero, especialmente de meros marrones jaspeados y meros jorobados. Para impulsar la demanda interna de alevines de meros, el gobierno fomentó el desarrollo del cultivo de peces marinos. Como

resultado, ha habido un importante desarrollo del engorde de meros en Indonesia en los últimos años, especialmente en la provincia de Lampung, en donde se han establecido numerosas granjas de meros a gran escala. Como fruto de ello, la producción de alevines de mero aumentó de 2,7 millones en 2001 a 3,3 millones en 2002.

Entre las limitaciones al cultivo de peces marinos en Indonesia se incluyen el acceso a los mercados, la fluctuación de precios, el insuficiente suministro de los criaderos, las enfermedades (especialmente la necrosis nerviosa viral, NNV, y los iridovirus, ambas presentes en los criaderos) y la falta de alimentos adecuados para el engorde.

Filipinas

En 2004 la producción de peces con escama marinos en Filipinas alcanzó 23 542,35 toneladas para el cultivo en jaulas marinas y 14 294,42 toneladas para el cultivo en corrales. Entre los productos básicos se encuentran el sabalote, el mero y otras especies marinas (Cuadro 12).

El sabalote es un importante producto acuícola en Filipinas. En los últimos cinco años su producción ha aumentado constantemente de 194 023 toneladas en 2000 a 269 930 toneladas en 2004, con una tasa anual de crecimiento del 8,7 por ciento (Cuadro 13). El cultivo en agua dulce contribuyó con el 10 por ciento a la producción total; pero la proporción más elevada (77,4 por ciento) correspondió al cultivo en aguas salobres debido a la mejora de las prácticas, mayor densidad de repoblación y a la expansión de

CUADRO 12
Producción de peces marinos (toneladas) en jaulas y corrales en Filipinas en 2004

Sistema de cultivo	Total	Sabalote	Meros	Otros
Jaulas	23 542,35	23 179,06	136,45	226,84
Corrales	14 294,42	14 172,61	33,69	88,12
Total	37 836,77	37 351,67	170,14	312,96

Fuente: Perfil de la Pesca en Filipinas (2004)

CUADRO 13
Producción filipina de sabalote (toneladas), 2000-2004

Año	Producción
2000	194 023
2001	225 337
2002	231 968
2003	246 504
2004	269 930

Fuente: Perfil de la Pesca en Filipinas (2004)

las operaciones. Por su parte las jaulas y corrales marinos contribuyeron con un 12,6 por ciento, un porcentaje que ha aumentado recientemente.

Entre los principales problemas que afectan el cultivo de peces marinos en Filipinas se incluyen la degradación de la calidad de los alevines debido a la endogamia, suministro insuficiente de alevines de calidad en zonas remotas, elevado coste de los insumos, baja calidad de los piensos, escasez de mano de obra para transferir la tecnología eficazmente a los municipios, fases de mercadeo que se interponen entre consumidores y productores, y pérdida de oportunidades para participar en los mercados mundiales de productos con valor añadido.

Viet Nam

Viet Nam cuenta con una creciente industria de cultivo de peces marinos y con el apoyo del gobierno, se está embarcando en un importante programa de expansión. Los planes gubernamentales tienen como objetivo la producción de 200 000 toneladas de peces marinos para 2010. Por tanto, el país tiene una emergente industria de cultivo de peces marinos con un potencial significativo.

Los peces marinos con escama se crían en tres zonas principales de Viet Nam: las zonas costeras del norte, que producen unas 600 toneladas; las zonas centrales del sur, con unas 900 toneladas; y las zonas orientales y meridionales, con 1 100 toneladas, lo que supone una producción total para el país de 2 600 toneladas en 2001. Los datos del Ministerio de Pesca posiblemente están subestimados y es probable que la producción total del cultivo de peces marinos ascienda a por lo menos 5 000 toneladas en 2002. A lo largo de 2003 tuvo lugar una inversión considerable en criaderos y jaulas, y se espera que la industria se expanda significativamente en los próximos cinco años.

Once especies marinas de peces son comunes en las jaulas marinas y los estanques de las aguas costeras de Viet Nam (Cuadro 14). Entre ellas se encuentra la cobia, que está popularizándose al norte y también comienza a ser cultivada en las provincias del centro y sur del país, la perca gigante y diversas especies de mero y pargos. Las principales especies de mero son el mero de pintas naranjas y el mero malabárico, con cantidades más pequeñas de meros marrones jaspeados y meros medioluto.

En Viet Nam los peces marinos se crían en jaulas y estanques. Las granjas suelen ser pequeñas instalaciones operadas por familias, aunque comienza a haber desarrollos a escala industrial.

CUADRO 14
Principales especies de peces con escama utilizadas para la maricultura en Viet Nam

Especies	Origen de la semilla
<i>Epinephelus coioides</i>	Criadero + silvestre
<i>E. tautoga</i>	Silvestre + criadero
<i>E. malabaricus</i>	Silvestre
<i>E. bleekeri</i>	Silvestre
<i>Rachycentron canadum</i>	Criadero
<i>Lates calcarifer</i>	Criadero + silvestre
<i>Pseudosciaenops waigensis</i>	Criadero
<i>Lutjanus erythropterus</i>	Silvestre
<i>Rhabdosargus sarba</i>	Silvestre
<i>Sciaenops ocellatus</i>	Criadero
<i>Siganus</i> sp.	Silvestre

Según el Departamento de Acuicultura (Ministerio de Pesca), el número total de jaulas en 2004 fue de 40 059 (sin incluir las jaulas para el cultivo de perlas). Se estima que la producción de peces y langostas en el año 2005 fue de 5 000 y 1 795 toneladas respectivamente. El cultivo en jaulas se ha desarrollado fundamentalmente en las provincias de Quang Ninh, Hai Phong, Thanh Hoa, Nghe An, Ha Tinh, Phu Yen y Ba Ria –Vung Tau. Existen dos tipos de jaulas: las de estructura de madera de 3 x 3 x 3 metros ó 5 x 5 x 5 metros, que son las más populares en la mayoría de las provincias, y las de estilo noruego con estructura de plástico que pueden resistir vientos y olas de nivel 9–10 y que son populares en Nghe An y Vung Tau. Estas jaulas de estilo noruego (tipo círculo polar) fueron introducidas en Nghe An hace tres o cuatro años, y en 2003 una compañía local comenzó a fabricar jaulas similares con materiales de la zona. En Nghe Trang (Viet Nam central), existe también un proyecto noruego a gran escala en fase inicial de desarrollo, y una compañía local está desarrollando una operación a gran escala en Nghe An (posiblemente con más de 100 jaulas). Existe cría de cobias cerca de Vung Tau, en Viet Nam meridional, con gestión taiwanesa, pero está teniendo problemas a causa de los bajos precios y la escasez de mercados. Los alevines son importados de Taiwan Provincia de China y son alimentados con morralla y una mezcla de ésta con molido.

Más del 90 por ciento de las granjas de peces marinos utilizan morralla, y algunas granjas (alrededor de 10 por ciento) usan alimentos elaborados localmente en los que la morralla es el ingrediente principal, sobre todo en la primera fase del engorde. El empleo de piensos prefabricados no es común. En 2004 Viet Nam contaba con

30 molinos de pienso produciendo 81 000 toneladas de alimentos para la acuicultura, contribuyendo con el 55 por ciento del consumo total; sin embargo, todavía no hay producción doméstica de piensos para peces marinos. Actualmente se utilizan casi un millón de toneladas de morralla como alimento directo para la acuicultura en Viet Nam, la mayor parte maricultura (Edwards, Tuan y Allan, 2004).

Viet Nam está en vías de expandir el cultivo de peces marinos, con una previsión de producción de 200 000 toneladas en 2010 según los planes del gobierno. Diversas pruebas y especies resultan prometedoras, aunque todavía hay serias limitaciones. Entre ellas se encuentra la necesidad de desarrollar mercados, tecnología de reproducción y crianza, alternativas de alimentos a la morralla, y los problemas con el control de enfermedades y la gestión sanitaria. Es probable que los piensos sean una importante limitación; y el desarrollo de los criaderos será esencial para apoyar el crecimiento futuro.

Singapore

Singapur tiene una pequeña industria de cultivo de peces marinos que suministra principalmente peces vivos y frescos a los mercados locales. Según las estadísticas de la FAO la producción total de peces marinos y de aguas salobres en 2004 fue de sólo 2 366 toneladas; la mayoría (2 308 toneladas) correspondían a peces marinos. La mayoría se cultiva en jaulas, y una pequeña parte en estanques de aguas salobres. Los alevines para la repoblación de las jaulas son importados en su mayor parte.

Aunque en Singapur el cultivo marino en jaulas se realiza desde hace varias décadas, el gobierno está ahora promoviendo el desarrollo de la acuicultura «industrial». Con este objetivo se ha abierto un Centro Marino de Acuicultura (MAC) en la isla de St John. El centro fue creado para desarrollar y aprovechar la tecnología y facilitar el desarrollo y expansión de criaderos a gran escala y la piscicultura en Singapur y la región. El centro pretende también fomentar el suministro fiable de una variedad de peces tropicales a los consumidores locales, así como establecer referencias sobre el precio y calidad del pescado en el mercado; ayudar a estabilizar el suministro en Singapur y reducir la dependencia de las capturas en el mar, ya que estas últimas no son sostenibles a largo plazo. También se pretende promover el cultivo de peces utilizando alevines sanos y de buena calidad que puedan crecer hasta alcanzar el tamaño de mercado mediante prácticas de cultivo adecuadas y seguras (P. ej. uso mínimo de antibióticos y otros fármacos).

CUADRO 15
Principales especies marinas cultivadas en China, RAE de Hong Kong en 2001

Especies	Porcentaje del total
Mero lutria (<i>Epinephelus tauvina</i>)	27
Cobia (<i>Rachycentron canadum</i>)	17
Pargo ojo de buey (<i>Lutjanus russellii</i>)	16
Mero pintado (<i>E. chlorostigma</i>)	10
Pargo de manglar (<i>L. argentimaculatus</i>)	5
Pargo de manchas blancas	5
Cabeza de ronco	5
Pargo carmesí (<i>L. erythropterus</i>)	3
Sargo dorado (<i>Rhabdosargus sarba</i>)	3
Corvina japonesa (<i>Argyrosomus japonicus</i>)	2
Pámpano	2
Corvinón ocelado (<i>Sciaenops ocellatus</i>)	2
Sargo de cabeza negra	1
Sargo de aleta amarilla (<i>A. latus</i>)	1
Otros	1

Asia oriental

Asia Oriental está formada por China, República de Corea, China, RAE de Hong Kong, Japón y Taiwan Provincia de China. Esta subregión es la mayor productora acuícola de peces marinos, además de un importante mercado para otras zonas de Asia. Hasta donde los autores saben, no hay cultivo en jaulas en la República Democrática Popular de Corea y por tanto no está considerada en este estudio.

China, RAE de Hong Kong

Hay unas 1 400 granjas de maricultura con un tamaño medio de 250 m² abarcando un área total de 335 000 m² y una granja privada experimental en tierra que utiliza un sistema de recirculación del agua. El cultivo en jaulas es el único sistema acuícola marino comercial utilizado en China, RAE de Hong Kong, y no existe ningún plan importante de expansión para la acuicultura. La industria ha sufrido diversos reveses en los últimos años, incluyendo mareas rojas devastadoras, y resulta difícil para los piscicultores competir con las provincias vecinas de China. En 2001 la producción total de peces marinos fue de 2 468 toneladas, valoradas en 136 millones de dólares de Hong Kong³.

El consumo de peces marinos vivos, conocido popularmente como el pez vivo en la industria de restaurantes, en China, RAE de Hong Kong ascendió a unas 19 200 toneladas en 2001. La

³ HK\$ 8= \$EE.UU. 1.

producción acuícola sólo contribuyó con un 13 por ciento; las pescas de captura fueron responsables del 8,2 por ciento; y el 74 por ciento restante fue importado por un valor de 128 millones de dólares EE.UU.

En China, RAE de Hong Kong se cultivan unas 14 especies de peces marinos (Cuadro 15). El mero representa el principal grupo de especies, contribuyendo con el 37 por ciento de la producción total de peces marinos. El segundo grupo de especies es el pargo, que fue responsable del 29 por ciento de la producción total de peces marinos en 2001.

Para el engorde de los peces se utiliza morrallas, dieta húmeda y pienso seco en gránulos. No existen datos precisos sobre el volumen de alimento utilizado. El precio de la morralla es de aproximadamente 1 dólar de Hong Kong por kilogramo, mientras que el precio del alimento seco en gránulos oscila entre los 5 y 10 dólares de Hong Kong/kg, dependiendo de su contenido nutricional.

En China, RAE de Hong Kong no hay criaderos de peces marinos, pero los piscicultores locales han establecido algunos criaderos y viveros en Guangdong, China. Según los comerciantes de alevines hongkoneses, muchos de los peces provienen de estos criaderos, como también de Taiwan Provincia de China, Tailandia, Filipinas y otros países de Asia sudoriental. El precio normal para los alevines de mero pintado (*E. chlorostigma*) osciló entre los 8 y los 12 dólares de Hong Kong (para una longitud de 10–15 cm), y para los besugos y pargos, entre 1 y 2 dólares de Hong Kong (para una longitud de 2,5 cm). El valor de los alevines importados por China, RAE de Hong Kong en 2001 fue de 7,8 millones de dólares EE.UU.

China

El estado y desarrollo actual del cultivo en jaulas y corrales en China es descrito con detalle en otras partes de este volumen (ver Chen *et al.*, este volumen), y por tanto sólo será mencionado brevemente. China tiene un litoral de 18 400 km con 1 millón de km² de áreas aptas para la acuicultura, y 0,13 millones de km² de áreas aptas para el cultivo de peces marinos con escamas. El país tiene una gran área marina que incluye aguas templadas y subtropicales, de modo que su acuicultura permite encontrar muchas especies de peces marinos con escamas: actualmente se cultivan más de 50. China es el mayor productor de peces marinos cultivados de la región, e indudablemente este cultivo seguirá expandiéndose. En consonancia con

el rápido desarrollo económico del país, la demanda del mercado de peces marinos es muy elevada, especialmente la de especies de alto valor.

Japón

La importancia de la producción de cultivos marinos en la pesca japonesa está aumentando, y en la actualidad aporta en torno al 20 por ciento de productos por cantidad. El valor bruto de la producción japonesa de maricultura es alrededor 3,8 millones de dólares EE.UU. Entre las especies más importantes se encuentran las algas, el jurel, el besugo, el ostión japonés, el pedregal y las vieiras. El cultivo de peces marinos apunta ahora a nuevas especies como el atún común (*Thunnus thynnus*), el lenguado barfin (*Verasper moseri*) y los meros (*Epinephelus* spp.).

El problema más importante al que se enfrenta el cultivo marino en Japón es la propia contaminación que generan las jaulas marinas de redes. Se estima que, en Japón el nivel de contaminación de esta actividad es equivalente a aquella producida entre cinco y diez millones de personas. Estos datos muestran claramente la importancia de la gestión medioambiental de la acuicultura marina.

Recientemente, ha habido un considerable interés en el atún rojo debido a su elevada demanda y valor en el mercado japonés, la disminución de las poblaciones de peces silvestres, el incremento de la regulación de la pesca pelágica, el desarrollo técnico de métodos para la producción de pescado de alta calidad y el éxito en la producción de semillas artificiales. El lenguado barfin es una especie importante que puede crecer hasta un tamaño grande. Debido a su elevado valor comercial y su rápido crecimiento en las aguas frías del norte de Japón, el cultivo de esta especie se ha expandido en las prefecturas de Hokkaido e Iwate. El cultivo de meros se practica en la zona occidental de Japón, aunque muchos productores acuícolas se muestran indecisos con esta especie debido a los problemas de enfermedades, especialmente la necrosis viral nerviosa (VNN).

Taiwan Provincia de China

Taiwan Provincia de China tiene una industria de peces marinos bien desarrollada y es un importante proveedor de semillas a otros países de la región. En 1998 se cultivaban más de 64 especies de peces marinos y el 90 por ciento de ellas procedían de criaderos. Se estima que la producción total de peces marinos y de aguas salobres en 2004 fue de unas 58 000 toneladas. Entre las especies cultivadas

se encuentran el mero, el besugo, el pargo, el jurel, la cobia, la perca gigante y el pámpano. Entre los últimos avances podemos citar la expansión del cultivo de cobias utilizando tecnología de grandes jaulas en mar abierto, que pueden sumergirse cuando se producen tifones.

Se estima que existen unos 2 000 criaderos de peces de agua dulce y marinos en funcionamiento en Taiwan Provincia de China, con una producción cuyo valor asciende a más de 70 millones de dólares EE.UU. En los últimos años, los criadores de Taiwan se han visto cada vez más involucrados en el establecimiento y operación de criaderos en China y otros países. La vinculación con la provincia de Fujian parecen especialmente sólida.

La producción de peces marinos con escama está tipificada por sectores altamente especializados, es decir, una primera granja puede producir semillas de mero procedentes de genitores en cautividad, una segunda criará los huevos, una tercera podría criar a los peces juveniles en la fase de criadero (hasta los 3–6 cm) y una cuarta los haría crecer hasta alcanzar el tamaño de mercado.

Los criaderos de Taiwan utilizan habitualmente sistemas de cría de interior (estanques de hormigón de hasta 100 m³ con sistemas intensivos de cultivo en agua verde) o exteriores (sistemas extensivos de cultivo en estanques) para el cultivo de larvas. Los sistemas de cultivo en interior son empleados para especies de alto valor como el mero. Otras especies como el pargo y la cobia sólo se cultivan al aire libre debido a sus necesidades específicas de alimentación a edades tempranas. El mero de pintas naranjas (*Epinephelus coioides*) es la principal especie de mero cultivada. Recientemente ha habido una cierta producción de mero guasa (*E. lanceolatus*), una especie popular entre los piscicultores por su resistencia y rápido crecimiento (crece hasta los 3 kg en su primer año). A pesar del alto nivel de la producción de alevines, las granjas taiwanesas dependen también de los alevines silvestres capturados, generalmente importados. La información suministrada por los criaderos taiwaneses indica que más de 40 especies de peces marinos pueden ser cultivadas en grandes cantidades. Entre éstas se encuentran el *E. coioides*, *E. lanceolatus*, *Trachinotus blochii*, *Lutjanus argentimaculatus*, *L. stellatus* y *Acanthopagrus latus*. La producción de cobia en Taiwan Provincia de China está bastante avanzada, y la tecnología se está expandiendo gradualmente en la región.

República de Corea

Se estima que la producción de peces marinos y de aguas salobres en la República de Corea fue de unas 64 000 toneladas en 2004. La baja producción en 2000 y 2001 se considera que se debió al aumento de las restricciones en el empleo de las aguas costeras para el cultivo marino y a problemas medioambientales. Entre las especies cultivadas se encuentran la lorcha de Okhostk (*Pleurogrammus azonus*), el falso halibut del Japón (*Paralichthys olivaceus*), el pardete (*Mugil cephalus*), pequeñas cantidades de meros (*Epinephelus* spp.), el medregal de Japón (*Seriola quinqueradiata*), la perca japonesa (*Lateolabrax japonicus*), la dorada (*Chrysophrys auratus*) y el gallo (*Stephanolepis cirrhifer*). Las estadísticas de la FAO de 2004 indican que las principales especies cultivadas son el falso halibut del Japón (*Paralichthys olivaceus*) con una producción de 32 141 toneladas y los rascacios (Scorpaenidae) con 19 708 toneladas.

El cultivo de peces marinos se realiza principalmente en jaulas, aunque también se han construido algunas granjas piscícolas terrestres en años recientes. El subsector marino ha experimentado un acentuado crecimiento en los últimos años en términos totales de valor y cantidad, con la producción encabezada por dos especies de alto valor, el falso halibut del Japón (*Paralichthys olivaceus*) y el chancharro coreano (*Sebastes schlegelii*) (Cuadro 16). El falso halibut es cultivado en tanques en granjas costeras mientras que el chancharro se cría en corrales flotantes con red en mar abierto.

CUADRO 16
Producción de la maricultura de peces y especies producidas en la República de Corea en 2003

Especies	Cantidad (toneladas)
Falso halibut del Japón (<i>Paralichthys olivaceus</i>)	34 533
Chancharro (<i>Sebastes schlegelii</i>)	23 771
Perca gigante (<i>Lates calcarifer</i>)	2 778
Medregal del Japón (<i>Seriola quinqueradiata</i>)	114
Mugil (<i>Mugil cephalus</i>)	4 093
Besugo (<i>Sciaenops ocellatus</i>)	4 417
Sargo (<i>Acanthopagrus schlegelii schlegelii</i>)	1,084
Pez loro (<i>Oplegnathus fasciatus</i>)	
Pez globo (<i>Takifugu obscurus</i>)	14
Gallo (<i>Monacanthus</i> spp.)	
Mero carcelario (<i>Epinephelus septemfasciatus</i>)	39
Lorcha de Okhostk (<i>Pleurogrammus azonus</i>)	
Total	72 393

Fuente: Asociación de Pesca de Corea (2004)

Actualmente se están haciendo esfuerzos para desarrollar en mayor grado la tecnología acuícola en mar abierto en la República de Corea.

RESTRICCIONES Y DESAFÍOS PARA EL DESARROLLO DEL CULTIVO EN JAULAS EN AGUAS SALOBRES Y MARINAS DE ASIA

La mayoría de las restricciones al desarrollo del cultivo en jaulas marino y de aguas salobres en Asia son comunes a gran parte de las naciones. A la hora de considerar las limitaciones más importantes, hay que tener en cuenta que, por el momento, el cultivo marino en jaulas en Asia está todavía restringido a las zonas costeras, y a excepción de algunas prácticas en Japón, su origen es bastante reciente.

Disponibilidad de sitios adecuados

Los diseños de las jaulas utilizadas actualmente son bastante simples y, salvo algunas excepciones, obligan a que éstas estén situadas en zonas resguardadas. Esto supone una limitación en cuanto a la disponibilidad de sitios para el cultivo marino en jaulas.

La experiencia con jaulas más grandes y robustas, como las de diseño noruego, ha sido menos exitosa de lo que se esperaba, y un ejemplo es el caso de la isla de Langkawi, en Malasia. Ello se debe fundamentalmente a que las instalaciones de apoyo para mantener estas jaulas tan grandes no han sido las adecuadas, haciendo que la mayor parte de las jaulas no hayan podido ser utilizada en su plena capacidad. A excepción de Japón y quizás de la República de Corea y Taiwan Provincia de China, al cultivo en jaulas en alta mar en Asia aún le queda mucho camino por recorrer. El mar del Sur de China, compartido por naciones acuícolas actuales y emergentes como China, Viet Nam, Malasia y otras, es relativamente poco profundo y tiene fuertes corrientes submarinas y superficiales, pero olas menos elevadas, excepto durante los fuertes tifones estacionales. En consecuencia, las jaulas de mar abierto para estas zonas deben ser modificadas para reducir su arrastre, más que para resistir a la altura de las olas, como sucede en las explotaciones chilenas y noruegas.

En la actualidad, se encuentran ya utilizados casi todos los sitios disponibles para el cultivo en jaulas en aguas salobres en lagunas y estuarios de los principales países que utilizan esta técnica.

Suministro de alevines

La disponibilidad de alevines obtenidos en criaderos de especies auténticamente tropicales como el mero

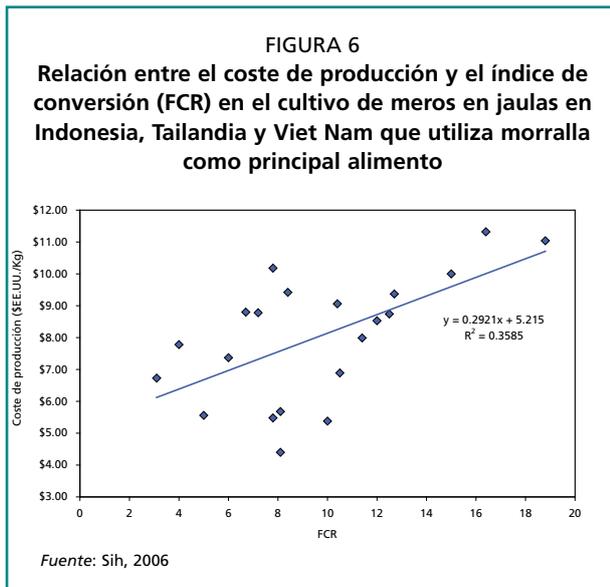
CUADRO 17
Costos operativos (% del total) de un criadero promedio de meros en pequeña escala en Indonesia

Costos operativos	Gondol	Situbondo	Promedio
Mero marrón jaspeado (<i>Epinephelus fuscoguttatus</i>)			
Huevos fertilizados	7,4	8,7	8,0
Alimentos	41,7	49,6	45,7
Productos químicos y fármacos	4,7	5,6	5,2
Electricidad y combustible	4,1	4,9	4,5
Mano de obra	36,3	24,2	30,2
Mantenimiento y varios	5,9	7,0	6,4
Mero jorobado (<i>Cromileptes altivelis</i>)			
Huevos fertilizados	10,3	13,3	11,8
Alimentos	31,5	40,6	36,0
Productos químicos y fármacos	3,3	4,2	3,8
Electricidad y combustible	2,9	3,7	3,3
Mano de obra	47,9	32,8	40,4
Mantenimiento y varios	4,1	5,3	4,7

Fuente: Sih, 2006

es bastante limitada. A diferencia de Indonesia, el cultivo de mero en países como Tailandia y Viet Nam depende casi íntegramente de los juveniles silvestres capturados. Su disponibilidad es habitualmente imprevisible y está compuesta de diversas especies. La cobia es la única especie tropical emergente de la maricultura cuyo ciclo vital se encuentra totalmente cerrado y por ello su producción no se ha visto limitada por la disponibilidad de alevines (Nhu, 2005).

Sin embargo, poco a poco se van superando las limitaciones mencionadas anteriormente. Por ejemplo, en Indonesia se están produciendo en criaderos grandes cantidades de mero (*Epinephelus fuscoguttatus*, *E. coioides* y *Cromilepis altivelis*) y las especies *E. fuscoguttatus* y *C. altivelis* son producidas comercialmente por el sector privado. Dos de las principales especies cultivadas en Tailandia son el *Epinephelus coioides* y el *E. fuscoguttatus*, y ésta última también se produce en Viet Nam (Sih, 2006). Según Sih (2006) la mayoría de los criaderos de mero en Indonesia son en pequeña escala pero rentables. Aunque la tasa de supervivencia hasta la fase de alevín es de un promedio del 10–15 por ciento, se ve compensada normalmente por la alta fecundidad de los meros. En el Cuadro 17 figuran datos sobre el costo de la producción en criaderos de los alevines de mero en Indonesia. Los criaderos sólo resultan económicamente viables cuando el



precio de cada alevín de mero es superior a las 700 rupias indonesias (IDR)/alevín⁴. Actualmente, el cultivo de meros en jaulas en Indonesia se sustenta fundamentalmente en los alevines proporcionados por los criaderos estatales.

Alimentos

Se calcula que la cantidad total de morralla utilizada en la acuicultura en Asia asciende a unos 4 millones de toneladas por año (Edwards, Tuan and Allen, 2004), siendo empleada en su mayor parte para el cultivo marino en jaulas en China, China, RAE de Hong Kong, Indonesia, Tailandia y Viet Nam. En el cultivo marino en jaulas, especialmente para el cultivo de meros, la morralla se utiliza directamente (cortada en trozos cuyo tamaño depende del tamaño del stock), y los índices de conversión (FCR) en las granjas piscícolas con jaulas de Indonesia oscilan entre 6 y >17 (Sih, 2006). Según Sih (2006) el costo de producción de un kilo de mero en jaulas utilizando morralla en Indonesia, Tailandia y Viet Nam, está directamente relacionado con el índice de conversión (Figura 6), tal y como se espera que suceda con todos los tipos de alimento. Este escala relativamente grande en los índices de conversión entre las prácticas del cultivo de meros en jaulas indica que hay un margen considerable para mejorar la eficacia del uso de la morralla, lo cual implicaría una mayor rentabilidad, una menor contaminación y, más importante aun, una significativa disminución de la cantidad de morralla utilizada.

⁴ 8 500 IDR = \$EE.UU. 1.

Cuando el cultivo marino en jaulas comenzó inicialmente en Japón, éste se basaba casi por completo en la morralla (Watanabe, Davy y Nose, 1989).

Se tardó un tiempo en desarrollar piensos compuestos, y un importante avance en esa época fue el desarrollo de una dieta semiseca de elevada palatabilidad para el medregal del Japón. Este desarrollo continuó revolucionando el desarrollo de alimentos para el cultivo marino en jaulas y literalmente eliminó la dependencia de la morralla (Watanabe, Davy y Nose, 1989).

Por supuesto, los alimentos compuestos y la tecnología de fabricación de piensos para los peces con escama han mejorado mucho desde entonces. Actualmente la mayoría de los esfuerzos investigativos se enfocan en la formulación de piensos para especies emergentes del cultivo marino en jaulas en los trópicos asiáticos, como el mero y la cobia (Rimmer, McBride y Williams, 2004).

Las principales razones para el uso continuado de la morralla en el cultivo de meros y en el cultivo marino en jaulas en general, son:

- los piscicultores tienen la impresión de que los peces responden mejor a la morralla;
- su bajo precio comparado con el alimento comercial en gránulos, y su permanente y fácil disponibilidad
- la falta de disponibilidad de pienso comercial en gránulos apto para todas las fases del ciclo vital de los peces cultivados
- restricciones sociales y económicas, entre las que se incluyen la disponibilidad de capital o crédito para adquirir alimento comercial y el hecho de que la recolección y compra periódica de pequeñas cantidades de morralla es más compatible con las estrategias de subsistencia de muchos de los piscicultores de zonas costeras en comparación con aquella más «organizada» de granjas que usan pienso comercial.

Enfermedades

El aumento en la intensificación de las prácticas de cultivo ha supuesto una mayor frecuencia de todos los tipos de enfermedades en el cultivo de peces marinos con escama en Asia (Bondad-Reantaso, Kanchanakhan y Chinabut, 2002).

Arthur y Ogawa (1996) identificaron las principales enfermedades que son causadas por el medioambiente y el manejo, causas nutricionales, y patógenos virales, bacterianos, parasitarios y fúngicos en los peces marinos con escama cultivados en Asia. Bondad-Reantaso, Kanchanakhan y

Chinabut (2002) han informado sobre diversos virus que han afectado a las especies de mero cultivadas:

- nodavirus – necrosis viral nerviosa (VNN, por sus siglas en inglés);
- iridovirus – iridovirus-1 del mero (GIV-1, por sus siglas en inglés), iridovirus-2 del mero (GIV-2, por sus siglas en inglés), iridovirus del mero de Singapur (SGIV, por sus siglas en inglés) e iridovirus del mero de Taiwán (TGIV, por sus siglas en inglés);
- virus linfocitosis;
- virus del herpes;
- virus *golden eye*
- reovirus del mero americano.

Aunque, salvo casos aislados, no se han producido importantes brotes de estas enfermedades, existe una gran preocupación de que la progresiva intensificación y agrupamiento del cultivo marino en jaulas en zonas restringidas podría dar lugar a importantes epizootias.

También es importante señalar que existe un elevado movimiento transfronterizo de reservas de genitores y alevines a través de gran parte de Asia. Cuando se producen estos movimientos, se suele prestar poca atención a su potencial para propagar graves enfermedades exóticas, pestes y especies exóticas invasivas, con el correspondiente impacto potencial sobre la biodiversidad y el bienestar socioeconómico.

Mercados

Una de las principales razones del reciente aumento del cultivo marino en jaulas en la región, especialmente de especies como el mero, es la creciente demanda de peces vivos para restaurantes, fundamentalmente en China, RAE de Hong Kong y Singapur entre otros lugares.

Este aumento de la demanda, acompañado de la resistencia de los consumidores a los peces de arrecife silvestres en particular debido a los métodos destructivos que habitualmente se utilizan en su captura (envenenamiento, explosivos, etc.), es el responsable de la demanda de peces marinos cultivados en este sector.

Sin embargo, el comercio de peces vivos para la alimentación es un mercado sensible, que a menudo se ve afectado de forma significativa por las condiciones económicas de los países importadores y catástrofes mundiales como el ataque terrorista del 11 de septiembre, el síndrome respiratorio agudo y grave (SRAG) y las guerras en general (Sih, 2005).

En estas circunstancias, la demanda disminuye significativamente, y para obtener un precio justo, los piscicultores añaden los costos asociados con el mantenimiento de sus capitales hasta que las condiciones vuelvan a la normalidad. Los piscicultores de jaulas marinas a pequeña escala a menudo tienen dificultades para sustentarse en dichas circunstancias adversas.

Desafíos tecnológicos

Las tasas de supervivencia de los alevines de las principales especies cultivadas en jaulas en aguas marinas de Asia, entre las que destaca el mero, siguen siendo demasiado bajas. Por ejemplo, la tasa media de supervivencia del mero es actualmente de menos del 15 por ciento. Estas tasas reducidas aumentan la actual dependencia de las reservas de semillas obtenidas del medio natural.

Los piscicultores de jaulas en aguas marinas no aceptan todavía la importancia y la rentabilidad de utilizar piensos secos en gránulo para la sostenibilidad a largo plazo del sector, e incluso por motivos de mercadeo. En el futuro, algunas naciones importadoras podrían promulgar una legislación para reducir el uso de morralla como alimento para el cultivo de peces marinos y en consecuencia colocarían a los piscicultores en una situación de desventaja.

Faltan vacunas para prevenir las enfermedades en especies cultivadas tan importantes como el mero y la cobia.

No se han desarrollado aún, para el crecimiento más rápido y un aumento de la resistencia a las enfermedades, variedades genéticamente mejoradas de especies seleccionadas que son cruciales para el desarrollo y sustento de la acuicultura en jaulas en Asia.

EL CAMINO A SEGUIR

Esta última sección identifica algunas de las tendencias futuras en el cultivo en jaulas en Asia y ofrece recomendaciones que ayudarán a los países a alcanzar un desarrollo duradero del sector mientras se enfrentan a los desafíos comerciales, medioambientales y otros mencionados en la sección anterior:

- La mayoría de los países de la región tienen planes futuros de expansión del cultivo de peces marinos y entre ellos, el más ambicioso quizás sea Viet Nam. Los próximos cinco años serán testigos de una transición en la acuicultura marina y de reproducción, a medida que disminuya la población natural, la producción se expanda y

- se impongan restricciones a la captura de peces silvestres para la repoblación de las jaulas⁵.
- El uso múltiple de las aguas costeras en países como la República de Corea limitará el desarrollo ulterior del cultivo de peces marinos, y es posible que, en algunos casos, las industrias locales de cultivo en jaulas decaerán y, en el mejor de los casos, permanecerán invariables durante los próximos años.
 - El cultivo en jaulas en aguas salobres en Asia utiliza una tecnología relativamente simple y se produce en forma agrupada, una tendencia que posiblemente se mantenga en el futuro inmediato.
 - A medida que se desarrollan las técnicas de reproducción, aumenta la demanda de peces marinos y surgen restricciones para la captura de peces silvestres. Se espera que la industria se centre cada vez más en unas pocas especies claves basadas en la producción en criaderos.
 - La cobia está preparada para convertirse en un producto básico mundial, de la misma manera que el salmón del Atlántico (*Salmo salar*) se ha convertido ya en un producto básico global de la acuicultura en aguas templadas.
 - Debido a que el cultivo en jaulas en Asia se basa fundamentalmente en granjas a pequeña escala, las prácticas de gestión empleadas actualmente tienen un amplio margen para mejorar, y esta mejora radica en una adecuada gestión del alimento, que es el mayor gasto recurrente de todas las prácticas. Otras mejoras en las prácticas de gestión son la reducción del uso de productos químicos y antibióticos, la mejora del transporte de alevines y el desarrollo de cadenas y estrategias de mercado.
 - Se deberían fijar densidades óptimas de repoblación para las especies y sistemas utilizados actualmente en el cultivo marino en jaulas en Asia, y se debería animar a los piscicultores a recurrir al policultivo en los casos en los que sea posible.
 - Se debería estimular a los piscicultores a utilizar piensos compuestos resaltando los efectos medioambientales negativos del uso de pescado crudo. Se tendrían que formular y utilizar alimentos altamente energéticos de elevada digestibilidad para reducir la carga de nutrientes de las aguas residuales.
 - Se debería reducir la actual dependencia del sector del cultivo marino en jaulas en la morralla. Esto se podría hacer por fases:
 - en primer lugar, demostrando a los piscicultores las formas y medios para aumentar la eficacia en el uso de morralla, por ejemplo a través de mejores estrategias en la gestión de la alimentación de los peces;
 - utilizando la morralla para preparar un pienso húmedo «en la propia granja» adecuado con otros productos agrícolas adicionales como harina de soja, salvado de arroz, etc.;
 - explicando la eficacia del alimento seco en gránulos frente al anterior por medio de demostraciones; y
 - quizás proporcionando incentivos de mercado a los piscicultores que adopten métodos de alimentación más respetuosos con el medio ambiente utilizando dietas formuladas.
 - Se requieren esfuerzos para conseguir que los hallazgos de las investigaciones actuales sobre la formulación de alimentos para especies como el mero y la cobia tengan una aplicación práctica para el sector comercial.
 - Con el fin de asegurar un adecuado suministro de alevines de mero sanos para que el sector del cultivo en jaulas pueda seguir expandiéndose e intensificándose, se tendría que animar al sector privado a desarrollar suficiente de criaderos de mero viables.
 - Es posible aprender lecciones importantes en la prevención de enfermedades y en el uso del agua desde el sector de cultivo de camarón. La ubicación de las jaulas marinas debería tomar en cuenta la idoneidad del medioambiente para las especies a cultivar y evitar así los problemas ocasionados por la autocontaminación.
 - Para afrontar los cada vez más estrictos requisitos impuestos por los países importadores como los Estados Unidos y los miembros de la Unión Europea, los países asiáticos necesitan desarrollar los sistemas de ecoetiquetado de sus productos acuícolas con aceptación internacional.
 - Para garantizar que sus productos acuícolas sean aceptados en los mercados internacionales y estén plenamente conformes con las normas internacionales, los piscicultores en jaulas a pequeña escala en Asia deben reducir más su dependencia de los antibióticos y otros fármacos.

⁵ Por ejemplo, las naciones asiáticas del Foro de Cooperación Económica Asia-Pacífico (APEC) han elaborado un borrador con un conjunto de normas para el comercio de peces vivos de arrecife que hacen hincapié en el uso en la acuicultura de peces obtenidos en criaderos.

- Debido a la naturaleza volátil del mercado de peces vivos para restaurantes, los piscicultores deberían diversificar la variedad de peces que crían para incluir tanto los que pueden ser exportados como los que se venden en el mercado nacional.
 - Hay una necesidad urgente de desarrollar mejores medidas de gestión en relación a la prevención de enfermedades y de acelerar el desarrollo de vacunas para enfermedades específicas de los peces marinos con escama cultivados.
 - Los países deberían de adoptar las medidas apropiadas de gestión de riesgos y bioseguridad para prevenir la introducción de enfermedades exóticas, pestes y especies acuáticas invasivas junto con el comercio nacional e internacional de animales acuáticos vivos.
 - Actualmente, la mayoría de los países cuentan con medidas reguladoras vigentes para el cultivo marino en jaulas que son inadecuadas, una situación que podría conducir al uso de los sitios costeros disponibles por encima de su capacidad. Se necesitaría una mayor intervención del Gobierno para hacer más eficaz el cultivo en jaulas y también ayudar a desarrollar cadenas de mercado más sólidas y a integrar verticalmente a los diferentes sectores, dando lugar a una mayor rentabilidad y eficacia.
 - El desarrollo sostenible en Asia del cultivo de peces con escama en jaulas sólo estará garantizado si cuenta con unas medidas reguladoras adecuadas. Por tanto los Gobiernos nacionales han de ser proactivos y trabajar en colaboración con los piscicultores.
- En general, las perspectivas de futuro para todas las modalidades de cultivo en jaulas en Asia son relativamente buenas. Sin embargo, no es probable que en este continente se lleven a cabo las prácticas de cultivo marino en jaulas a gran escala, de grandes inversiones e integradas verticalmente que tienen lugar en Europa septentrional (P. ej. Noruega) y América del Sur (P. ej. Chile). En lugar de granjas piscícolas a gran escala, es probable que la norma sea los agrupamientos de pequeñas granjas generando sinergias, actuando al unísono y consiguiendo por tanto un elevado nivel de eficacia. Tampoco es probable que el cultivo en jaulas en mar abierto se generalice en Asia, ya que su desarrollo está dificultado por la disponibilidad de capital y la hidrografía de los mares circundantes, lo que impide que la tecnología disponible en otros lugares pueda ser transferida con facilidad. A pesar de estas limitaciones y restricciones, el cultivo en jaulas en Asia seguirá contribuyendo de forma significativa a la producción acuícola mundial y Asia continuará siendo el líder mundial en producción total.

AGRADECIMIENTOS

Deseamos agradecer al Sr. Koji Yamamoto, Sr. Koshi Nomura y Dr Thuy Nguyen de NACA por la extracción de información de la base de datos de la FAO y la preparación de algunos datos estadísticos, respectivamente; al Sr. Sih Yang Sim del Departamento de Agricultura, Silvicultura y Pesca de Australia por permitir la utilización de material de tesis doctorales; y al Dr. Le Thanh Hung de la Universidad de Agricultura y Silvicultura de Ho Chi Minh por proveer información sobre la industria de cultivo de bagre en el Delta del Mekong, Viet Nam.

REFERENCIAS

- Abery, N.W., Sukadi, F., Budhiman, A.A., Kartamihardja, E.S., Koeshendrajana, S., Buddhiman & De Silva, S.S. 2005. Fisheries and cage culture of three reservoirs in West Java, Indonesia; a case study of ambitious developments and resulting interactions. *Fish. Manage. Ecol.*, 12: 315–330.
- Ariyaratne, M.H.S. 2006. Cage culture as a source of seed production for enhancement of culture-based fisheries in small reservoirs in Sri Lanka. In *Proceedings of the 2nd International Symposium on Cage Aquaculture, Hangzhou, PR China, July 2006*, p. 25 (abstract).
- Arthur, J.R. & Ogawa, K. 1996. A brief overview of disease problems in the culture of marine finfishes in East and Southeast Asia. In K.L. Main & C. Rosenfeld, (eds). *Aquaculture health management strategies for marine finfishes - Proceedings of a Workshop in Honolulu, Hawaii, October 9–13, 1995*, pp. 9–31. Waimanalo, Hawaii, USA, The Oceanic Institute.
- Beveridge, M.C.M. 2004. *Cage aquaculture*, third edition. Oxford, UK, Blackwell Publishing Ltd.
- Bondad-Reantaso, M.G. 2004. Trans-boundary aquatic animal diseases: focus on koi herpes virus (KHV). *Aquacult. Asia*, 9: 24–28.
- Bondad-Reantaso, M.G., Kanchanakhan, S. & Chinabut, S. 2002. Review of grouper diseases and health management for grouper and other marine finfish diseases. In *Report of the Regional Workshop on Sustainable Seafarming and Grouper Aquaculture, Medan, Indonesia, April 2000*, pp. 163–190. Bangkok, Network of Aquaculture Centres in Asia-Pacific.
- Dey M.M., Bimbao G.B., Young L., Regaspi P., Kohinoor A.H.M., Pongthana N. & Paraguas, E.J. 2000. Current status of production and consumption of tilapia in selected Asian countries. *Aquacult. Econ. Manage.* 4: 13–31.
- Edwards, P., Tuan, L.H. & Allan, G. 2004. *A survey of marine trash fish and fishmeal as aquaculture feed ingredients in Viet Nam*. ACIAR Working Pap. No. 57. 56 pp.
- FAO. 2006. FISHSTAT Plus Database. (www.fao.org).
- Halwart, M. & Moehl, J. (eds). 2006. *FAO Regional Technical Expert Workshop on Cage Culture in Africa. Entebbe, Uganda, 20–23 October 2004*. FAO Fisheries Proceedings No. 6. Rome, FAO. 113 pp.
- Hung, L.T., Huy, H.P.V., Truc, N.T.T. & Lazard, J. 2006. *Home-made feeds or commercially formulated feed for Pangasius culture in Viet Nam? Present status and future development*. Presentation at the XII International Symposium, Fish Nutrition and Feeding, Biarritz, France, May 2006. (Abstract).
- Kawahara, S. & Ismi, S. 2003. *Grouper seed production statistics in Indonesia, 1999–2002*. Gondol Research Station, Bali, Indonesia, Internal Report 16. 12 pp.
- Koeshendrajana, S., Priyatna, F.N. & De Silva, S.S. 2006. Sustaining fish production and livelihoods in the fisheries in Indonesian reservoirs: a socio-economic update. In *Proceedings of the 2nd International Symposium on Cage Aquaculture, Hangzhou, PR China, July 2006*, p. 59. (Abstract).
- Little, D. & Muir, J. 1987. *A Guide to integrated warm water aquaculture*. Stirling, UK, Institute of Aquaculture, University of Stirling. 238 pp.
- Nguyen, T.P., Lin, K.C. & Yang, Y. 2006. Cage culture of catfish in the Mekong Delta, Viet Nam In *Proceedings of the 2nd International Symposium on Cage Aquaculture, Hangzhou, P.R. China, July 2006*, p. 35. (Abstract).
- Nguyen, T.T.T. & De Silva, S.S. 2006. Freshwater finfish biodiversity and conservation: an Asian perspective. *Biodiv. Cons.*, 15: 3543–3568.
- Nhu, V.C. 2005. Present status of hatchery technology for cobia in Viet Nam. *Aquacult. Asia*, 10(4): 32–35.
- Nieves, P.M. 2006. Status and impacts of tilapia fish cage farming in Lake Bato: some policy and management options for sustainability. In *Proceedings of the 2nd International Symposium on Cage Aquaculture, Hangzhou, P.R. China, July 2006*, p.64. (Abstract).
- Phillips, M.J.P. & De Silva, S.S. 2006. Finfish cage culture in Asia: an overview of status, lessons learned and future developments. In M. Halwart and J.F. Moehl (eds). *FAO Regional Technical Expert Workshop on Cage Culture in Africa. Entebbe, Uganda, 20–23 October 2004*, pp. 49–72. FAO Fisheries Proceedings. No. 6. Rome, FAO. 113 pp.
- Philippine Fisheries Profile. 2004. *Fisheries commodity road map: milkfish*. Bureau of Fisheries and Aquatic Resources, Quezon City, Philippines. (http://www.bfar.da.gov.ph/programs/commodity_rdmaph/milkfish.htm).
- Rimmer, M.A., McBride, S. & Williams, K.C. (eds). 2004. *Advances in grouper aquaculture*. ACIAR Monograph No. 110. 137 pp.
- Rimmer, M.A., Williams, K.C. & Phillips, M.J. 2000. *Proceedings of the Grouper Aquaculture Workshop held in Bangkok, Thailand, 7–8 April 1998*, Bangkok, Network of Aquaculture Centres in Asia-Pacific.

- Sadovy, Y.J. & Lau, P.P.F.** 2002. Prospects and problems for mariculture in Hong Kong associated with wild-caught seed and feed. *Aquacult. Econ. Manage.* 6: 177–190.
- Sih, Y.S.** 2005. Influence of economic conditions of importing nations and unforeseen global events on grouper markets. *Aquacult. Asia*, 10(4): 23–32.
- Sih, Y.S.** 2006. *Grouper aquaculture in three Asian countries: farming and economic aspects*. Deakin University, Australia. 280 pp. (Ph.D. thesis)
- UNEP.** 2000. *Global Environment Outlook- State of the Environment-Asia and the Pacific*.
- Watanabe, T., Davy, F.B. & Nose, T.** 1989. Aquaculture in Japan. In M. Takeda & T. Watanabe, (eds). *The current status of fish nutrition in aquaculture*, pp. 115–129. Toba, Japan.



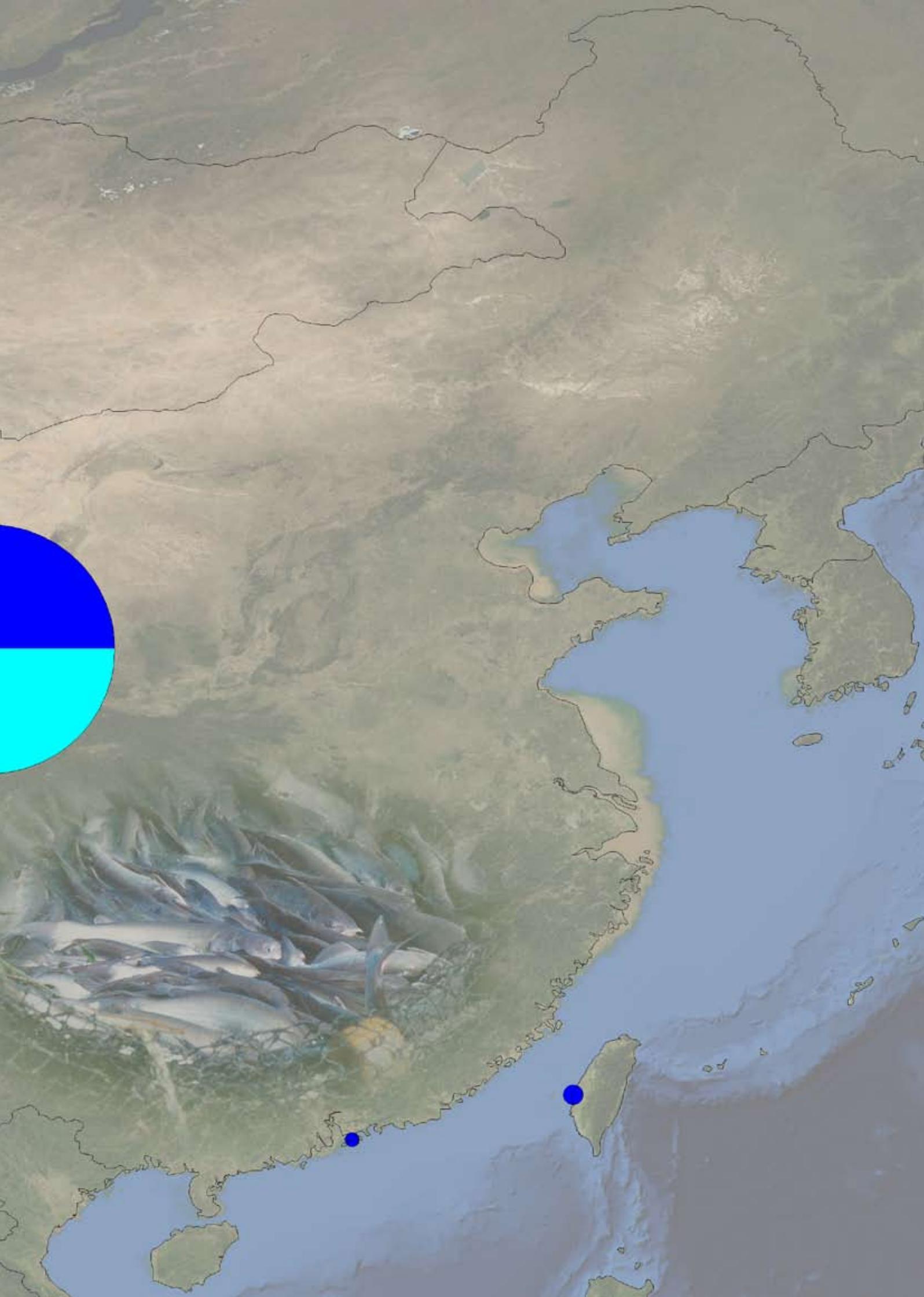
Producción de la acuicultura en jaulas 2005

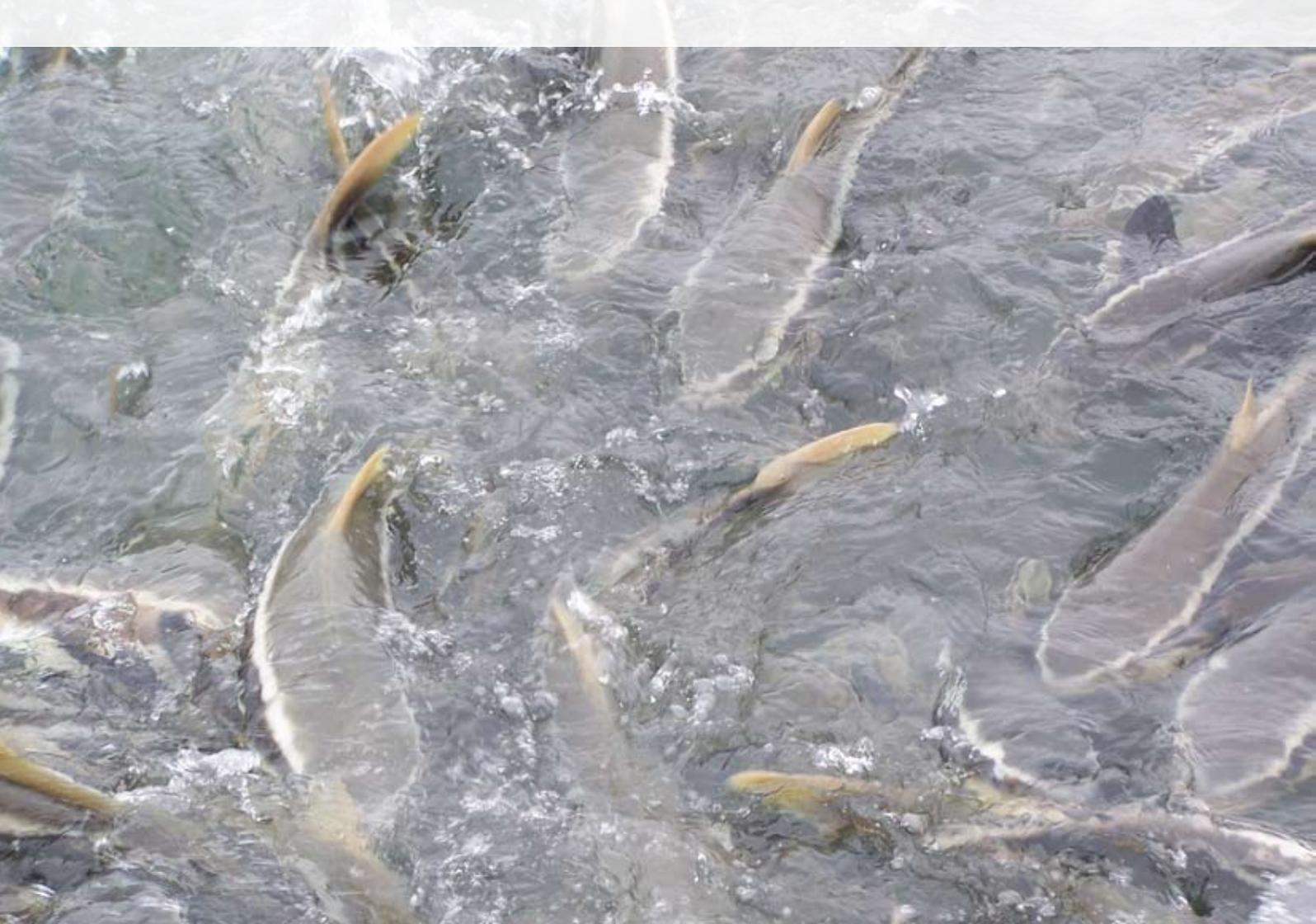
Datos obtenidos de las estadísticas de pesca suministradas a la FAO por los Estados miembros en 2005. En caso de no existir datos de 2005, se utilizaron los de 2004. Los datos para China fueron tomados de este informe.



990 000 t

1 500 t





Estudio de la acuicultura en jaulas y corrales: China

Jiixin Chen¹, Changtao Guang¹, Hao Xu², Zhixin Chen², Pao Xu³, Xiaomei Yan³, Yutang Wang⁴ y Jiafu Liu⁵

Chen, J., Guang, C., Xu, H., Chen, Z., Xu, P., Yan, X., Wang, Y. y Liu, J.

Estudio de la acuicultura en jaulas y corrales: China. En M. Halwart, D. Soto y J.R. Arthur (eds). *Acuicultura en jaulas – Estudios regionales y panorama mundial*. FAO Documento Técnico de Pesca. No. 498. Roma, FAO. 2008. pp. 53–71.

RESUMEN

El cultivo en jaulas y corrales⁶ tiene un largo historial en China, pero el desarrollo moderno del cultivo intensivo en jaulas para la producción de alimentos y para fines ornamentales data de la década de 1970. El cultivo en jaulas/corrales se utilizó por primera vez en ambientes de agua dulce y, más recientemente, en sistemas con aguas salobres y marinas. Debido a ciertas ventajas como el ahorro tierras y energía, los altos rendimientos, etc., el cultivo en jaulas/corrales se ha extendido rápidamente por todo el país desde la década de 1970. En 2005, las jaulas y corrales en aguas interiores ocupaban un área de 7 805 ha y 287 735 ha, respectivamente. El número de especies cultivadas en agua dulce sobrepasa actualmente los 30 e incluye peces como la carpa, tilapia, brema, bagre, trucha, lubina y perca, así como crustáceos, tortugas y ranas. La producción en jaulas y corrales en lagos y ríos de agua dulce fue de 704 254 toneladas de peces y 473 138 toneladas de otros animales acuáticos en 2005.

El número de jaulas tradicionales destinadas al cultivo de peces marinos que se encuentran distribuidas en las provincias, ciudades y zonas costeras se calcula en 1 millón de unidades. Desde la década de 1990, el cultivo en jaulas en mar abierto se ha considerado prioritario como medio para cultivar peces marinos adecuados en el siglo XXI. Actualmente se están cultivando 40 especies de peces marinos; de éstas, 27 especies se cultivan en criaderos. Se han creado seis modelos de jaulas para mar abierto y actualmente se producen alrededor de 3 000 unidades. El volumen de jaulas tradicionales y de mar abierto alcanzó los 17 millones y 5,1 millones de metros cúbicos, respectivamente, en 2005; y el rendimiento del cultivo proveniente de la totalidad de las jaulas costeras fue de 287 301 toneladas ese mismo año.

En algunos lugares destinados a la acuicultura, particularmente los ubicados en lagos, embalses y bahías interiores, el equilibrio ecológico ha resultado afectado debido a una saturación de jaulas o corrales y a los problemas sanitarios que ello conlleva. Las pérdidas directas ocasionadas por enfermedades ascienden a 10 millones de dólares EE.UU. o más al año, lo cual representa alrededor de 1 por ciento de las pérdidas totales en la acuicultura.

Las políticas pesqueras del Gobierno chino requieren que las autoridades locales limiten el número de jaulas y las operaciones de cultivo en corrales a un nivel razonable con el fin de preservar un equilibrio ecológico y un ambiente armonioso.

¹ Instituto de Investigación Pesquera del Mar Amarillo, Qingdao, China

² Instituto de Investigación sobre Maquinarias e Instrumentos Pesqueros, Shangai, China

³ Instituto de Investigación sobre Pesquerías de Agua Dulce, Wuxi, China

⁴ Estación Nacional para la Extensión Técnica Acuícola, Beijing, China

⁵ Asociación Ningde para la Corvina Japonesa, Ningde, provincia de Fujian, China

⁶ **Corral:** Cerco de red sujeto al sustrato que permite el libre intercambio de agua; sin embargo, el fondo de la estructura lo constituye siempre el fondo natural del cuerpo de agua en donde se construye. El corral generalmente encierra un volumen relativamente grande de agua.

Jaula: Estructura flotante utilizada para la cría, cerrada en el fondo y a los costados por un entramado de madera, malla o red. Permite el intercambio natural de agua a través de las paredes laterales y en la mayoría de los casos por el fondo de la jaula.

ANTECEDENTES

Este estudio fue encargado por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) como parte de una serie de informes respecto a la situación global de la acuicultura en jaulas y fue presentado en el Segundo Simposio Internacional sobre Acuicultura en Jaulas en Asia que se llevó a cabo en Hangzhou, China, del 3 al 8 de julio de 2006.

En este documento se analiza la historia y la situación de la acuicultura en jaulas y corrales en China, se discuten los problemas que afectan su desarrollo y se propone un camino a seguir para su desarrollo sustentable dentro del contexto chino. Los datos respecto al cultivo en jaulas y corrales en China rara vez son desagregados y, por lo tanto, también se proporcionan de manera agregada en este documento. Sin embargo, en la medida de lo posible, este documento intentará diferenciar entre ambos sistemas de producción.

HISTORIA Y ORIGEN DEL CULTIVO EN JAULAS Y CORRALES EN CHINA

El cultivo moderno en jaulas y corrales en China tiene un historial de más de 30 años que se remonta a principios de la década de 1970 (Hu, 1991; Wang, 1991). Durante este período, el cultivo en jaulas se convirtió en parte indispensable de las pesquerías chinas. En 2005, la producción derivada del cultivo en jaulas/corrales alcanzó los 1,46 millones de toneladas, representando el 4,4 por ciento de la producción total de la acuicultura, por valor y 2,9 por ciento del total, por volumen (Oficina de Pesca, 2005). Si bien estos porcentajes representan sólo una pequeña parte de la producción total de la acuicultura del país, las ventajas de estos métodos de producción han sido reconocidas como factores importantes para estimular el crecimiento de la piscicultura. Como resultado de la experiencia obtenida del cultivo en jaulas y corrales, los piscicultores chinos han logrado avances notables en el diseño de jaulas y corrales y en los métodos de manejo. Al mismo tiempo, el cultivo en jaulas/corrales ha fomentado el desarrollo de industrias secundarias, como la producción de redes, y ha creado nuevas oportunidades de empleo para los trabajadores rurales. A pesar de lo anterior, los piscicultores se han enfrentado a muchas limitaciones, entre las que se incluyen: (i) problemas ambientales ocasionados por la sobrecarga de los sitios destinados a la acuicultura en jaulas y corrales; (ii) problemas financieros para los pequeños piscicultores y los inversionistas debido a la inversión excesiva en jaulas en mar abierto; y

(iii) una escasez de técnicas de operación para las jaulas en mar abierto y las unidades relacionadas. En consecuencia, los piscicultores dedicados a la acuicultura en jaulas, las autoridades responsables de la formulación de políticas y los inversionistas han tenido que encarar el problema de cómo hacer frente a estas limitaciones para lograr el desarrollo sustentable del cultivo en jaulas y corrales.

Cultivo en jaulas en aguas interiores

El cultivo de peces en jaulas en aguas interiores de agua dulce tiene una larga historia en China. Hace unos 800 años, los piscicultores chinos empezaron a utilizar jaulas con redes apretadas para cultivar alevines recolectados de los ríos y mantenerlos temporalmente en jaulas durante 15 a 20 días antes de venderlos (Zhou, 1243).

Estos métodos de recolección natural de alevines y piscicultura de pequeña escala en estanques todavía se emplean en la actualidad (el cultivo moderno en jaulas de gran escala se inicia en 1973) (Hu, 1991; Xu y Yan, 2006). También se crearon jaulas para cultivar alevines de carpa plateada (*Hypophthalmichthys molitrix*) y carpa cabezona (*Aristichthys nobilis*) utilizando producción primaria (fitoplancton) de un embalse. El uso de alevines de mayor tamaño (>13 cm) mejoró la tasa de sobrevivencia cuando se sembraban de nuevo en el embalse. Este método todavía se utiliza en la actualidad, pero posteriormente se aplicó al cultivo en jaulas de alevines de dos años de carpas plateadas y cabezonas. Desde 1977, se han ideado técnicas para el cultivo en jaulas de carpas plateadas y cabezonas del tamaño de consumo sin aplicar alimentos adicionales. Al mismo tiempo, se inició también el cultivo en jaulas de carpa herbívora (*Ctenopharyngodon idella*), carpa de Wuchang (*Megalobrama amblycephala*) y carpa común (*Cyprinus carpio carpio*) con la aplicación de alimentos.

Con miras a encontrar maneras más eficientes de utilizar los recursos hídricos de China, el cultivo en jaula ingresó a un período de gran expansión en la década de 1980. Durante este período, las principales características del cultivo en jaulas en China fueron: (i) el cultivo de alevines de carpa plateada y cabezona para siembra en embalse utilizando la producción de plancton natural; (ii) el cultivo de carpa plateada y cabezona a partir de alevines para obtener peces de mayor tamaño sin la empleo de alimentos; y (iii) el policultivo en jaulas de dos o más especies de peces. En esta etapa, el cultivo en jaulas generó algo de producción, pero el volumen físico por unidad de área y la rentabilidad económica no se

consideraron satisfactorios. Desde finales de la década de 1980, todos los experimentos realizados con distintos tipos de técnicas para el cultivo en jaulas estuvieron encaminados a incrementar el rendimiento pesquero o la rentabilidad económica. Durante este período se desarrolló y se extendió rápidamente la base tecnológica de los modelos para (i) el monocultivo en jaulas de carpa común con alta densidad de repoblación y cultivo completo desde alevines hasta su total crecimiento utilizando alimentos con nutrientes y (ii) el cultivo en jaulas de la carpa herbívora con la utilización de plantas acuáticas.

En la década de 1990, China logró grandes avances en la formulación de técnicas para el cultivo en jaulas. Se cultivaron varias nuevas especies, y se utilizaron piensos compuestos. El número de especies cultivadas en jaulas se incrementó para incluir el carpín (*Carassius carassius*) y la carpa de Wuchang, que normalmente se cultivan en estanques, así como la trucha arcoiris (*Oncorhynchus mykiss*), la tilapia (*Oreochromis* spp.) y el bagre del canal (*Ictalurus nebulosus*) –especies exóticas introducidas de otros países– y también peces carnívoros como la braco grunter (*Scortum barcoo*), la perca china (*Siniperca chuatsi*) y la brema de Pekín (*Parabramis pekinensis*).

Con la expansión del cultivo en jaulas de pequeña escala y el incremento en el número de especies cultivadas, los piscicultores individuales con escaso capital han ido asumiendo cada vez más el cultivo en jaulas. La integración de las excelentes condiciones ambientales en aguas abiertas y las técnicas de alto rendimiento del cultivo en jaulas dieron por resultado la producción de productos acuícolas de alta calidad, mayor eficiencia en la producción y una excelente competitividad de mercado, lo cual ha permitido que el sector del cultivo en jaulas chino siga desarrollándose.

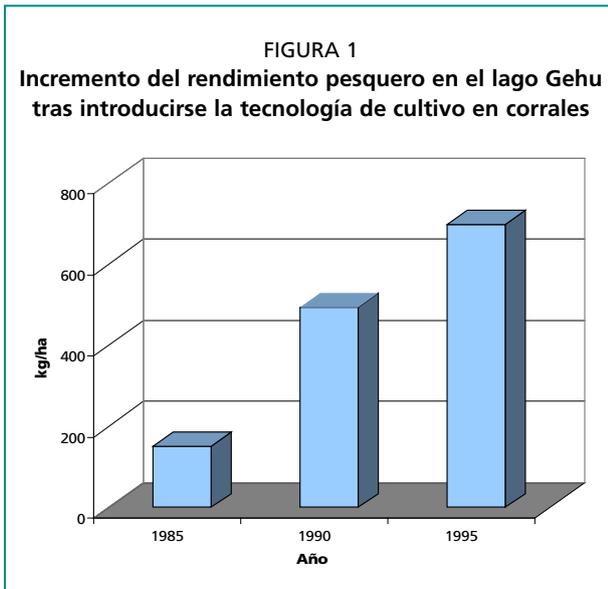
Historia del cultivo en corrales

Por más de 50 años, los piscicultores chinos han practicado la acuicultura cercando grandes áreas de lagos y ríos con diques en dos o tres lados. Sin embargo, este método, que da por resultado un intercambio limitado de agua, y los métodos de cultivo extensivos utilizados, dieron por resultado un bajo rendimiento y poca rentabilidad económica. En la década de 1970, la sobrecarga de carpa herbívora en los lagos «de tipo planta acuática» (esto es, aquellos cuya flora acuática se caracteriza por plantas acuáticas como *Chara*, *Isoetes*, *Ceratopteris*, *Alternanthera*, etc. que pueden servir de alimento a peces herbívoros y

cangrejos) hizo convertir estos lagos en lagos «tipo alga acuática». Con el fin de utilizar los recursos de las plantas acuáticas de manera sostenible, se realizaron experimentos con el cultivo en corrales en las principales áreas de los lagos «tipo mala hierba acuática». A finales de la década de 1980, el cultivo en corrales se extendió rápidamente y se aplicó de manera generalizada a la producción acuícola. El cultivo en corrales en China se basa principalmente en el principio de cultivar peces herbívoros que se alimentan básicamente de plantas sumergidas. Distintos estudios y controles revelaron que: (i) las plantas sumergidas tenían una alta productividad biológica; (ii) la adopción de técnicas para incrementar la producción de plantas acuáticas no sólo conducirá a una alta producción de peces y beneficios económicos derivados del cultivo en corrales, sino también retrasaría la eutroficación de los lagos (esto es, el deterioro de los lagos al convertirse en lodazales); y (iii) el cultivo en corrales puede ser un sólido método ecológico para criar peces que resulte apto para el desarrollo sostenible. Desde la década de 1990, el cultivo en corrales se ha convertido en uno de los métodos acuícolas preferidos, principalmente para cultivar el cangrejo de Shanghai (*Eriocheir sinensis*).

Historia del cultivo en jaulas en aguas marinas

A finales de la década de 1970, el condado de Huiyang y la ciudad de Zhuhai en la provincia de Guandong trataron de cultivar peces marinos, incluyendo el mero y el pargo, en jaulas. Estos experimentos exitosos fueron los primeros ensayos con el cultivo en jaulas en aguas marinas en China (Chen y Xu, 2006; Xu y Yan, 2006). Para 1981, el cultivo marino experimental en jaulas había alcanzado proporciones comerciales. Casi toda la producción obtenida mediante jaulas en aguas marinas se exportaba a los mercados en China, Región Administrativa Especial (RAE) de Hong Kong y en China, RAE de Macao, lo cual proporcionaba importantes beneficios económicos. A partir de 1984, otros condados y provincias (por ejemplo, las provincias de Fujian y Zhejiang) también empezaron a cultivar peces marinos en jaulas. De acuerdo con datos de encuestas, el número de jaulas marinas en las tres provincias de Guangdong, Fujian y Zhejiang supera los 57 000, y se cultivaron más de 40 especies de peces marinos. En sus primeras etapas de desarrollo, el cultivo en jaulas se realizaba de manera artesanal. Los distintos estudios que condujeron al desarrollo de los sistemas modernos de jaulas no se llevaron a cabo hasta la década de



1990, coincidiendo ante todo con el desarrollo de técnicas para cultivar peces marinos como el besugo (*Pagus major*), la perca japonesa (*Lateolabrax japonicus*), la cobia (*Rachycentron canadum*) y la corvina japonesa (*Larimichthys crocea*). El rápido desarrollo del cultivo en jaulas en aguas marinas en China ha continuado desde comienzos del siglo XXI. Actualmente, se estima que el número total de jaulas en aguas marinas llega al millón de unidades, las cuales se encuentran distribuidas en las siguientes provincias y zonas costeras de China: provincias de Liaoning, Shandong, Jiangsu, Zhejiang, Fujian, Guangdong y Hainan, y la región autónoma de Guangxi Zhuangzu. De este número, alrededor de 3 000 jaulas se han instalado en mar abierto.

CUADRO 1
Rendimiento pesquero de los cuerpos de agua naturales en China

Sistema	Área (A) (ha)	Rendimiento (R) (toneladas)
Aguas libres		
Lagos	939 700	1 147 000
Embalses	1 689 600	2 051 000
Ríos	377 400	773 000
Subtotal	3 006 700	3 971 000
Producción en aguas libres (R/A)	1,32 toneladas/ha	
Jaulas	5 310	592 300
Producción en jaulas (R/A)	111,54 toneladas/ha	
Corrales	301 900	487 700
Producción en corrales (R/A)	1,61 toneladas/ha	

Fuente: Oficina de Pesca, 2004; Xu y Yan, 2006

SITUACIÓN ACTUAL

Ventajas del cultivo en jaulas y corrales

En China se da gran importancia al desarrollo del cultivo en jaulas y corrales debido a que estos sistemas de cultivo acuícola:

- utilizan directa y eficientemente los recursos naturales hídricos;
- resguardan los recursos de tierras nacionales debido a que no es necesario excavar estanques (por ejemplo, el cultivo en jaulas/corrales generó una producción de 69 111 toneladas en la provincia de Jiangsu en 1995, equivalentes a la producción obtenida de 9 213 ha de estanques con una producción promedio de 7 500 kg/ha);
- proporcionan ahorros de energía, dado que no son necesarias instalaciones para riego o aireación;
- son métodos de cultivo intensivo de alto rendimiento (en comparación con sistemas artificiales cerrados), son muy controlables en cuanto a insumos y producción económica. Además, pueden utilizarse plenamente las ventajas de los cuerpos de agua abiertos, que incluyen buena calidad del agua, intercambio de agua eficiente, la presencia relativa de pocas enfermedades y la capacidad de producir con altos rendimientos.);
- crean oportunidades de empleo para los trabajadores rurales y contribuyen a reducir la pobreza en algunas áreas continentales;
- preservan los recursos naturales pesqueros e incrementan la producción pesquera total de un área lacustre determinada (P. ej., en 1985 la producción pesquera en el lago Gehu, obtenida principalmente de la pesca de captura, fue de 150 kg/ha. En 1990, cuando comenzó el cultivo en corrales, la producción aumentó a 495 kg/ha, 3.3 veces más, mientras que en 1994 alcanzó los 698,52 kg/ha, es decir, un incremento total de 460 por ciento en 10 años [Figura 1]).

Situación actual del cultivo en jaulas y corrales en aguas interiores

Antes de iniciar el cultivo en jaulas o corrales en los lagos, embalses o ríos de China, el cuerpo de agua debe ser inspeccionado primeramente para garantizar que sus condiciones sean adecuadas. El cultivo en jaulas es apropiado para el monocultivo de peces con alta densidad de poblamiento, principalmente con la utilización de alimentos. Son aptos los cuerpos de agua oligotróficos de gran profundidad o con una amplia fluctuación en los niveles de agua. El cultivo en corrales es apropiado para múltiples especies y

para el policultivo de alta densidad, ya sea utilizando alimento natural o aplicando piensos comerciales de manera complementaria. Son apropiados los cuerpos de agua con fluctuaciones de menos de 1 m en el nivel de agua, con una profundidad inferior a 3 m y un suministro abundante de plantas acuáticas. Asimismo, son apropiados para aplicar las técnicas de alto rendimiento utilizadas en el cultivo integrado de peces en estanques en China, como son empleados en aguas abiertas.

En 2004, los cuerpos de agua naturales continentales de China comprendían 939 700 ha de lagos, 1 689 600 ha de embalses y 377 400 ha de ríos, mientras que las actividades basadas en la pesca generaron 1 147 000 toneladas, 2 051 000 toneladas y 773 000 toneladas de producción, respectivamente (Cuadro 1).

Dentro de estos cuerpos de agua, 5 310 ha se destinaron al cultivo en jaulas que produjeron 592 333 toneladas, mientras que 301 900 ha se destinaron al cultivo en corrales, lo cual generó un rendimiento de 487 751 toneladas. Cabe destacar que el rendimiento por hectárea derivado del cultivo en jaulas es mucho más elevado que el obtenido de aguas naturales o mediante el cultivo en corrales. Por lo tanto, después de su expansión inicial, las técnicas para el cultivo en jaulas de peces en aguas abiertas se han desarrollado rápidamente y han mantenido una tendencia de desarrollo continuo.

Se resume a continuación la tecnología utilizada en la introducción de ambos métodos acuícolas:

Especies cultivadas en agua dulce

En el Anexo 1 se mencionan las principales especies cultivadas en agua dulce. Los peces alimentados con pienso que se cultivan principalmente en jaulas incluyen la carpa común, la carpa herbívora, el carpín, la trucha arcoiris, el bagre del Canal, otros tipos de bagre, la perca china y la brema de Pekín. Los peces no alimentados con pienso que se cultivan en jaulas incluyen la carpa plateada y la cabezona, tanto adultos como alevines.

Los peces herbívoros se cultivan principalmente en corrales. La carpa herbívora y la carpa de Wuchang constituyen alrededor del 85–90 por ciento de los peces cultivados; el resto lo comprenden la carpa plateada, la carpa cabezona, la carpa común y el carpín.

Tamaño y tipo

Las jaulas utilizadas para cultivo comprenden principalmente las jaulas tradicionales que miden 4 x 4 x 2,5 m o 5 x 5 x 2,5 m y las jaulas pequeñas

que miden 2 x 2 x 1,5 m o 3 x 3 x 1,5 m. Todas las jaulas utilizadas en embalses son flotantes, aunque en los lagos de poca profundidad también se utilizan jaulas fijas. En el norte de China, algunos de los lagos y embalses se congelan en invierno; por lo tanto, se utilizan extensamente las jaulas sumergibles que pueden bajarse a una profundidad de 2 m por debajo del hielo. También están disponibles unas jaulas en forma de bote para utilizarse en ríos con corriente. En los canales de riego por gravedad, las jaulas pequeñas de metal que miden 2 x 2 x 1 m resultan eficaces para cultivar peces de ceba. El tamaño de la malla de las redes que se utilizan en las jaulas varía dependiendo del tamaño del pez sembrado, siendo la más pequeña de 1,0 m para peces con un promedio de 3,9 cm de largo y aumentando gradualmente a 3,0 cm para peces con un promedio de 11,6 cm, lo cual arroja una proporción de aproximadamente 25 por ciento de la longitud del cuerpo.

Los corrales utilizados para cultivar peces de agua dulce tienen una superficie de 0,6–1 ha y se encuentran fijos en lagos de poca profundidad donde casi no fluctúa el nivel de agua. Los corrales para cultivar cangrejo son, en su mayoría, fijos y tienen una superficie de aproximadamente 2–4 ha. Los corrales de dique alto y represa baja también se diseñan de acuerdo a las condiciones locales, tomando en cuenta las fluctuaciones anuales del nivel de agua.

Densidad de poblamiento

La densidad de repoblación varía dependiendo del tipo de jaula, la especie cultivada y las condiciones locales. A continuación se proporcionan cuatro ejemplos:

- 1) **Peces filtradores:** carpa dorada y cabezona, para su cría desde alevines hasta juveniles de gran tamaño. Los juveniles pequeños deberían cultivarse en aguas eutróficas (con una biomasa de fitoplancton de >2 millones de células/litro y una biomasa de zooplancton de >2 000/litro). La densidad de repoblación en jaulas es de 200–300 alevines de un verano de carpa cabezona con 20–30 por ciento de carpa plateada (proporción de siembra de 9:1) o viceversa. Adicionalmente se siembran 20–30 carpas comunes o tilapias en cada jaula para controlar las malas hierbas incrustantes que se adhieren a las redes.
- 2) **Peces carnívoros:** perca china o pez mandarín (*Siniperca* spp.).

La perca china es un pez carnívoro comúnmente cultivado en China. Por lo general, los alevines y juveniles de carpa plateada, carpa cabezona y carpa de fango (*Cirrhinus molitorella*) se utilizan como alimento para peces. El tamaño del pez para alimento está correlacionado con la apertura de la boca de la perca china, oscilando entre 1,5–4,0 cm de largo para alimentar percas con una longitud corporal de 3–7 cm, y 10–18 cm de largo para percas de 21–26 cm de longitud. La densidad de poblamiento en la jaula es de alrededor de 10–15 ejemplares por metro cuadrado; el tamaño de los juveniles utilizados para siembra es de alrededor de 50–100 g.

3) **Dieta de los peces alimentados con pienso en gránulos:** perca atruchada (*Micropterus salmoides*).

La perca atruchada es un pez exótico introducido desde los Estados Unidos de América. La densidad de repoblación en las jaulas depende de su tamaño, y es de 500, 300, 200–250 y 120 peces/m² en el caso de percas de 5–6, 50, 50–150 y 150 g, respectivamente.

4) **Peces omnívoros:** carpa común.

La densidad de cultivo de la carpa común cultivada en jaulas es similar a la de la perca atruchada que se alimenta con pienso en gránulos compuesto. Dado que el tamaño de los juveniles es de 50–150 g por pez, la densidad de cultivo es de alrededor de 100 peces por metro cuadrado. Cuando las condiciones ambientales son adecuadas, la densidad puede incrementarse a 200 peces o más.

El cultivo en corrales se basa en el policultivo de múltiples especies, y la densidad de poblamiento está estrechamente relacionada con el tamaño del pez principal cultivado que se siembra, con su tasa de crecimiento individual y la tasa de recaptura esperada. Cuando se utilizan corrales para cultivar el cangrejo de Shanghai, la densidad de repoblación de cangrejos jóvenes (de aproximadamente 10 g cada uno) es de alrededor de 15 000 ejemplares por ha.

Período de cultivo y rendimiento por unidad de área del cuerpo de agua

Normalmente, el período de cultivo oscila entre 240 y 270 días. El rendimiento por unidad de área del cuerpo de agua depende del tamaño de la jaula o corral, del tipo de técnica de cultivo aplicada y de los objetivos de las operaciones de cultivo, por lo cual puede haber grandes variaciones: el rendimiento puede ser tan elevado como 200 kg/m³

(con alimentación) o tan reducido como 2–3 kg/m³ (sin administración de piensos). Basados en los datos nacionales de 2004, la producción del monocultivo en jaulas fue de un promedio de 11.15 kg/m², mientras que la obtenida del monocultivo en corrales fue de un promedio de 0.16 kg/m². Esto indica que el nivel de producción total es muy bajo (Xu y Yan, 2006).

Tamaño y precio comercializables

China tiene un gran mercado interno para los productos acuáticos. La demanda del mercado local está relacionada con las costumbres locales. En general, los chinos prefieren cocinar pescado entero, no filetes ni otros productos pesqueros procesados. Por lo tanto, es posible comercializar un pescado que pese de 500 a 600 g. El tamaño comercializable de la carpa herbívora y de la carpa negra (*Mylopharyngodon piceus*) es superior a los 3 000 g en la región de los cursos inferiores del río Changjiang.

El precio de mercado varía dependiendo de la especie de pez. Normalmente, el precio del pescado proveniente de la acuicultura tradicional es de 6–40 yuanes/kg. Algunos peces raros pueden tener un precio de 50–100 yuanes/kg o más. Una característica de la determinación del precio es que los peces en ambiente natural normalmente tienen un precio mayor que los peces obtenidos mediante acuicultura, los peces cultivados en jaulas tienen un precio más alto que los cultivados en estanques, y las especies raras cuestan más que las especies de peces tradicionales.

Entre los productos pesqueros de agua dulce, el precio del camarón nipón (*Macrobrachium nipponense*), del camarón blanco chino (*Exopalaemon modestus*) y del cangrejo de mitones chino es generalmente más alto que el del pescado.

Situación actual de la piscicultura en jaulas en aguas marinas

Las jaulas tradicionales representan todavía la mayoría de las jaulas marinas utilizadas en la actualidad. En las provincias y zonas costeras de China, se encuentran distribuidas un total alrededor de un millón de jaulas. Éstas se explotan de manera artesanal; suelen ser pequeñas (su tamaño normalmente oscila entre 3 x 3 m y 5 x 5 m, con redes de 4–5 m de profundidad), sencillas (de forma cuadrada) y rústicas (Figura 2).

Los materiales utilizados para estas jaulas se consiguen en los mercados locales e incluyen el bambú, tablas de madera, tubos de acero y redes

CUADRO 2
Número y distribución de jaulas para el cultivo de peces marinos tradicionales en China

Año	Ubicación	Número de jaulas
1993	Guangdong, Fujian, Zhejiang	57 000
1998	Todas las provincias costeras	200 000
2000	Todas las provincias costeras	> 700 000 (450 000 en la provincia de Fujian)
2004	Todas las provincias costeras	1 million
Específicamente:	Fujian	540 000
	Guangdong	150 000
	Zhejiang	100 000
	Shandong	70 000
	Hainan	50 000
	Otras provincias y zonas	100 000

Fuente: Guan and Wang (2005); Chen and Xu (2006)

de nylon o cloruro de vinilo (PVC). Los principios operativos de sus propietarios consisten en un bajo costo de inversión y facilidad de manipulación; por lo tanto, la mayoría de las jaulas en aguas marinas son fabricadas por los propios piscicultores. Debido a que estas jaulas no pueden resistir el oleaje de los tifones ni las rápidas corrientes marinas, deben instalarse en aguas litorales y sitios protegidos. En algunos lugares, las jaulas están conectadas y forman una gran balsa flotante que llenan las pequeñas bahías interiores (Figura 3).

La mayoría de las jaulas en aguas marinas (80 por ciento del número total en China) se ubican en las provincias de Fujian, Guangdong y Zhejiang (Cuadros 2 y 3). Se cultivan más de 40 especies de peces en estas jaulas (ver el Anexo 2) y casi todas pueden reproducirse en criaderos, con excepción de algunas especies raras.

CUADRO 3
Número y distribución de jaulas en mar abierto en China

Modelo	Zhejiang ^c	Shandong	Fujian	Guangdong	Otras Provincias	Total
Circulo PEAD	640	495	488	60	100	1 800
Cuerda flotante	1 083	–	–	150	–	1 300
Patena sumergible	13	–	–	–	–	13
Otros	51	110	–	–	100	180
Total	1 787	605	488	210	200	3 293

Fuente: Guan y Wang (2005) y Chen y Xu (2006)^{a,b}

^aVolumen de la Jaula: >500 m³.

^bLas jaulas en el mar abierto están situadas en sitios distantes de la línea costera, en donde comúnmente se encuentran fuertes corrientes y olas altas.

^cLos datos para la Provincia fueron recopilados durante la primera mitad de 2004; los otros datos fueron recopilados en 2005.

FIGURA 2
Jaulas tradicionales, sencillas y resistentes



FIGURA 3
Jaulas costeras concentradas en aguas litorales



Tamaño y tipo de jaula utilizada para el cultivo de peces marinos

Las jaulas tradicionales utilizadas para cultivar peces marinos son sencillas y pequeñas, generalmente de 5 x 5 x 5 m, y la gran mayoría se construyen con tablas de madera, bambú, tubos de acero u otros materiales locales.

Las jaulas tradicionales suelen ser fabricadas por los propios piscicultores y, por lo tanto, su costo es mucho menor que el de las jaulas en mar abierto. De acuerdo con los resultados de una encuesta llevada a cabo por los autores, su costo de construcción es de aproximadamente 250 \$EE.UU. por jaula (del tamaño mencionado anteriormente), incluidas las redes de nylon. La vida útil de estas jaulas tradicionales es de alrededor 8 a 10 años.

La densidad de poblamiento utilizada durante la etapa de crecimiento es de 500–600 peces por jaula. La morralla normalmente se utiliza como alimento, ya que los acuicultores creen que cuesta menos que el pienso en gránulos. El costo de alimentación con morralla es de aproximadamente 1.5 \$EE.UU. por kilogramo de peces producidos. El precio (del productor) de venta al por mayor de los peces cultivados en la provincia de Fujian en 2005 era de 2,0–2,5 \$EE.UU./kg para la corvina japonesa, 3,0–3,5 \$EE.UU./kg para el besugo, 1,6–2,0 \$EE.UU. /kg para el corvinón ocelado (*Sciaenops ocellatus*), 3,0–4,0 \$EE.UU./kg para la perca japonesa y 30–40 \$EE.UU./kg para el mero.

Desde la década de 1990, se han importado jaulas para aguas marinas de países como Noruega, Japón, los Estados Unidos de América y Dinamarca, como parte de los proyectos de cultivo en jaulas en aguas marinas que han recibido prioridad por parte de los gobiernos locales y otras autoridades relevantes. Actualmente, distintas compañías locales e institutos de investigación fabrican alrededor de seis modelos de jaulas para aguas marinas. Más de 3 000 juegos de jaulas para el mar abierto se encuentran instalados

a lo largo de las provincias costeras (Cuadro 3). Se comenta brevemente respecto a todas estas jaulas para aguas marinas en los documentos de Xu (2004), Guo y Tao (2004), Guan y Wang (2005) y Chen y Xu (2006). Sus características se resumen en la tabla 4.

ASUNTOS QUE SURGEN EN EL CULTIVO EN JAULAS DE AGUAS INTERIORES Y CORRALES

Problemas técnicos

China cuenta con un abundante suministro de semillas de peces para su uso en el cultivo en jaulas y corrales. Sin embargo, el transporte por largas distancias y el cambio de vehículos pueden causar la muerte o lesionar a los alevines, o causar enfermedades. El cultivo de demasiadas especies en jaulas puede resultar en una producción inadecuada de alimentos especiales. La falta de inmunización, las deficiencias nutricionales causadas por el uso aleatorio de alimentos y otras causas diversas pueden llevar a la aparición de enfermedades.

Problemas socioeconómicos

Con el fin de estimular la producción, las empresas que participan en el cultivo en jaulas y corrales siempre deberían primero considerar el mercado potencial y, luego, considerar los posibles problemas de producción. Sin embargo, los piscicultores individuales suelen considerar primero los costos de producción. Tal vez no cuentan con el conocimiento adecuado ni la habilidad para el mercadeo, y de esta manera tienen que depender de intermediarios o de instituciones y personas dedicadas al corretaje.

CUADRO 4

Resumen de las características principales de los distintos tipos de jaulas marinas utilizadas en China

Tipo de jaula	FRC	HDPE	MFC	DFC	PDW	SLW
Contra el viento (grado)	12	12	12	12	12	12
Anti-olas (m)	7	5	5	7	6	7
Anti-corrientes (m/s)	≤0,5/0,5	≤1/0,5	≤1/0,8	≤1,5/1,7	≤1,0/1,2	≤1,5/1,7
Índice de volumen (%)	50	70	70	90	80	90
Material de la estructura	PPPE	PEAD	acero	acero	acero	acero
Sitio de instalación	semiabierto	semiabierto	en la costa	fuera de la costa	semiabierto	fuera de la costa
Instalación	fácil	fácil	fácil	trabajoso	fácil	trabajoso
Manutención	trabajosa	fácil	fácil	trabajosa	fácil	trabajosa
Cosecha	fácil	fácil	fácil	trabajosa	fácil	trabajosa
Peces criados	pelágicos	pelágicos	pelágicos	pelágicos	bentónicos	pelágicos
Costo relativo	bajo	medio	medio	alto	medio	alto

Es probable que la separación entre las actividades de producción y las de mercadeo conduzca a una sobreproducción.

Problemas ambientales

La catastrófica contaminación de los cuerpos de agua es el desastre más severo que afecta la industria piscícola. Si bien las jaulas pueden cambiarse de lugar, no sucede lo mismo con los corrales y, por lo tanto, éstos pueden sufrir destrucción.

Entre otras catástrofes que pueden afectar las operaciones de cultivo en jaulas y corrales están los temporales e inundaciones impredecibles, que pueden destruir totalmente las granjas piscícolas. En algunos cuerpos de agua, distintos animales terrestres o acuáticos también pueden causar problemas al cultivo en jaulas y corrales. Por ejemplo, las tortugas y las ratas de agua pueden morder las redes para comer peces muertos, y, al hacerlo, liberan la población cultivada y causan pérdidas a la acuicultura.

Limitaciones jurídicas

En China se han adoptado varias políticas en los distintos niveles de gobierno con el fin de fomentar la explotación piscícola, como la exención del pago de arriendos por utilizar las aguas abiertas, el otorgamiento de préstamos sin intereses o con intereses bajos, y el envío de expertos para enseñar las técnicas acuícolas y hacer demostraciones experimentales.

Cuando las técnicas de cultivo en jaulas y corrales se generalizan y popularizan, pueden darse ciertos fenómenos como la distribución no planificada de jaulas y corrales en aguas abiertas, la utilización de alimentos inapropiados y el uso inconsistente de alimentos.

Resulta difícil prevenir estos problemas debido a las deficiencias del ordenamiento jurídico. En años recientes se han expedido certificados de cultivo para controlar el desarrollo de la acuicultura, pero China aún, no cuenta con los mecanismos jurídicos apropiados ni con las bases legales necesarias para apoyar el desarrollo sostenible de la acuicultura.

Otros problemas

Varias partes interesadas otorgan gran importancia al cultivo en jaulas y corrales debido a los impactos que podrían tener en los cuerpos de agua abiertos.

Cuando las técnicas de cultivo se encuentran comparativamente maduras, se requiere de una cantidad considerable de datos científicos para manejar el cultivo en jaulas y corrales en condiciones de conservación acuática, es decir, para que la

acuicultura se desarrolle dentro de la capacidad de cada cuerpo de agua abierto para sustentarla. Ésta es una labor multidisciplinaria compleja que requiere de un gran aporte de capital.

RESTRICCIONES AL CULTIVO EN JAULA EN AGUAS MARINAS

Debido a que las jaulas tradicionales no pueden resistir el oleaje de los tifones ni las rápidas corrientes marinas, deben instalarse en aguas litorales o en sitios protegidos.

La conglomeración de jaulas en aguas litorales puede ocasionar toda una serie de problemas (FAO, 2001, 2003; Qian y Xu, 2003; Huang, Guan y Lin, 2004), entre los cuales se cuentan:

- Contaminación del agua debido al cultivo en jaulas;

El principal problema es la contaminación causada por los metabolitos que excretan los peces y por el alimento no consumido. Las jaulas unidas en series pueden bloquear las bahías interiores durante los períodos de baja corriente e intercambio de agua, de manera que los metabolitos y el alimento residual pueden empezar a acumularse en el fondo marino. De acuerdo con Xu (2004), los residuos acumulados en los sitios severamente afectados tienen una altura de 1 m o más de profundidad. En estas situaciones, la capacidad del ambiente acuático local para autodepurarse pudiera verse excedida.

- Enfermedades causadas por el agua de mar contaminada;

Cuando la calidad del agua marina se empobrece debido a que la contaminación ocasiona mareas rojas o influye negativamente de cualquier otra manera en la ecología acuática, puede haber eutroficación, darse brotes de enfermedades epidémicas y reducirse la calidad de los peces cultivados. Esta situación puede poner en peligro a otros animales cultivados, como ostras y ostiones. Se estima que las pérdidas para la acuicultura, debido a enfermedades y a la marea roja, pueden alcanzar 1 000 millones de dólares EE.UU. anuales (Yang, 2000; FAO, 2001, 2003); del cual el 1 por ciento corresponde al cultivo en jaulas.

- Desastres naturales;

La incapacidad para proteger las unidades de cultivo en jaulas y corrales de los efectos devastadores de los tifones causa graves pérdidas económicas. En 2001, por ejemplo, las pérdidas financieras directas causadas por el tifón «Chebi», que golpeó la provincia de Fujian, alcanzaron 150 millones de dólares EE.UU.

EL CAMINO A SEGUIR

China necesita desarrollar de manera sostenible el cultivo en jaulas y corrales si desea satisfacer las demandas del mercado y mejorar la salud de la población, incrementar el ingreso y el bienestar de los acuicultores, y proteger los ambientes acuáticos. En esta sección se detallan brevemente las direcciones que deberían tomarse y los objetivos que se necesitan alcanzar.

Desarrollo sostenible del cultivo en jaulas y corrales

En una primera etapa, los piscicultores y las autoridades responsables de la formulación de políticas vieron las ventajas del cultivo en jaulas y corrales, pero descuidaron los problemas potenciales que podrían surgir durante el desarrollo de este sector. Por lo tanto, no se planificaron las áreas a utilizarse para el cultivo en jaulas o corrales, ni se hicieron cálculos de los rendimientos potenciales que podrían obtenerse. Todas las provincias y ciudades necesitan formular planes y objetivos individuales para el desarrollo del cultivo en jaulas y corrales adaptado a sus condiciones locales. Con el fin de proteger y mejorar los ambientes de agua dulce de China, cualquier decisión relacionada con autorizar o prohibir el cultivo en jaulas o corrales en un cuerpo de agua específico se debe tomar en base a las normas promulgadas por el Estado sobre la calidad del agua en lagos y embalses (la Norma de Calidad Ambiental para Aguas Superficiales) y la función primaria del cuerpo de agua (P. ej. agua potable, irrigación o almacenamiento de agua de crecidas). Si es permitido, el cultivo en jaulas será controlado todo el año; si la calidad del agua de los lagos y embalses utilizados en el cultivo en jaulas o corrales no cumple con las normas mínimas, el cultivo debe terminar o reducirse. Por ejemplo, el cultivo en jaulas está prohibido en el embalse de Yuqiao en la ciudad de Tianjin. En 2004, se sacaron todas las unidades para el cultivo en jaulas y corrales del lago Changshou en Chongqing. En el lago Taihu, provincia de Jiangsu, el área lacustre que puede utilizarse para el cultivo en jaulas y corrales está limitada a la parte oriental «tipo mala hierba acuática» del lago. En el lago Quandao, provincia de Zhejiang (área de 573 ha), 73 ha de jaulas sin administración de alimentos y 33 ha de jaulas con el uso de alimentos cuentan con la certificación para cultivo en jaulas con el fin de proteger la calidad del agua (Xu Illán, 2006). Esto evidencia la atención que está prestando China al desarrollo del cultivo en jaulas y corrales.

Establecimiento de cadenas de producción para el cultivo en jaulas y corrales

En China, la mayor parte de los modelos para el cultivo en jaulas y corrales utiliza un sistema de operación familiar. Incluso cuando el modelo es de tipo empresarial, la mayoría de los empleados son miembros de la misma familia. En los últimos años, las familias dedicadas a la piscicultura han comenzado a constituir distintos tipos de «asociaciones piscícolas» y a crear cadenas de producción que implican el cultivo de semilla, el suministro de alimento, el cultivo de peces, la comercialización y el procesamiento. Obviamente, este nuevo modelo de asociación beneficia a la acuicultura china ya que se reduce el nivel de riesgo al que se enfrentan las granjas de operación familiar.

Relación entre el ambiente, la acuicultura y la formulación de reglamentaciones y normas para el cultivo en jaulas/corrales

La situación actual en China se caracteriza por un exceso de población y una escasez de tierra. Esto ha provocado que se dé gran importancia a la producción de granos y ganado, y también a la acuicultura, e implica la utilización racional de los recursos hídricos como lagos, embalses y mares. Esta política promoverá la seguridad alimentaria nacional y mejorará la capacidad de las regiones de China de cubrir sus propias necesidades. Con el fin de garantizar el desarrollo sostenible de la producción pesquera, es necesario reglamentar el número de acres destinados al cultivo, la utilización de productos químicos y la selección de especies.

La protección de las plantas acuáticas: una prioridad para el cultivo en corrales

SEl cultivo exitoso en corrales depende de un suministro abundante de plantas acuáticas. Por lo tanto, la conservación de las plantas acuáticas es de suma importancia. La experiencia de China con el cultivo en corrales durante los últimos 20 años indica que las plantas acuáticas dentro del área de cultivo en corrales se consumen después de un mes de cultivar peces. Sin embargo, si se remueven las instalaciones del cultivo en corrales, las plantas acuáticas volverán a crecer en el segundo año. Debido a esto, China ha aplicado la política de «Cultivo de Peces en Corrales en Praderas Móviles Sumergidas», que se detalla a continuación:

- Administración de control y seguimiento; Hay instituciones de administración pesquera para cada región con aguas abiertas, y todas ellas

elaboran las reglamentaciones de administración de la pesca. Mediante la expedición de certificados de cultivo, el área bajo cultivo está controlada y razonablemente organizada, de manera que se previene el deterioro de la calidad del agua debido a una densidad excesivamente alta de jaulas. Las instalaciones para controlar la calidad del agua se utilizan también para observar los cambios en las especies y cantidad de plantas acuáticas con el fin de proveer las bases para la distribución de los corrales.

- **Reglamentación de técnicas;**

La Oficina de Pesca redactó recientemente la Reglamentación Técnica del Cultivo en Jaulas y Corrales en Lagos Tipo Mala Hierba Acuática (bajo observación y verificación). Esta reglamentación incluye técnicas básicas para el cultivo en jaulas y corrales con estimaciones del rendimiento de los peces y está diseñada para proteger los recursos de plantas acuáticas, lo cual a su vez protege la calidad del agua. Esto no sólo sirve al desarrollo de la acuicultura, sino también a otros intereses pesqueros. Así, los abundantes recursos de las plantas acuáticas existentes en los lagos «tipo mala hierba acuática» son utilizados racionalmente para proveer a los peces con una gran cantidad de alimentos económicos. Dicha reglamentación incluye los procedimientos básicos de explotación para preservar las condiciones ambientales de los cuerpos de agua, el diseño y construcción de jaulas y corrales, la densidad de repoblación de alevines y semilla de cangrejo, la calidad de los alimentos y sus técnicas de aplicación, los requisitos para manejar los alimentos, y las técnicas de cosecha y de cultivo temporal.

Manejo del cultivo en jaulas

Desde fines del siglo pasado se han formulado reglamentaciones técnicas para el cultivo en jaulas de ciertas especies, pero dichas reglamentaciones se han enfocado estrictamente en las técnicas de cultivo y no han considerado los efectos negativos que el cultivo en jaulas pudiera tener en los cuerpos de agua. En el nuevo siglo, China seguirá implementando estas reglamentaciones técnicas a la acuicultura; sin embargo, la administración de los cuerpos de agua necesita supervisar la distribución de las jaulas y controlar la producción y liberación de residuos basados en una planificación científica y la expedición de certificados de cultivo. Los acuicultores decidirán sobre las especies de peces a ser cultivadas y el tipo de alimento que utilizarán,

y se encargarán también tanto del régimen alimenticio como de la salud de su población. Sin embargo, la calidad y la seguridad del alimento, así como la utilización de medicinas y productos químicos piscícolas, deberán ser controladas por las estaciones de supervisión pesquera que integrarán a diferentes niveles, el análisis de la seguridad de los productos acuáticos, el control ambiental y los sistemas profilácticos para prevenir enfermedades en los peces.

Medidas técnicas para prevenir la contaminación

El cultivo en jaulas sin bases científicas ha tenido efectos negativos en los cuerpos de agua debido a los residuos de alimento a causa de la utilización excesiva de piensos, de los desechos excretados por los peces cultivados y del uso inapropiado de medicinas. Por lo tanto, los administradores y los piscicultores tienen que estar mejor capacitados, y es necesario tomar ciertas medidas adicionales para garantizar una acuicultura saludable. Entre éstas están:

- Controlar la cantidad total de explotaciones piscícolas en un área determinada basada en la capacidad del área para sustentar la piscicultura.
- Garantizar que la distribución general de las jaulas sea apropiada para el tipo de cuerpo de agua y la naturaleza de su substrato. Con el fin de prevenir la transmisión de enfermedades y plagas, las jaulas deberían unirse de manera lineal y la distancia entre las mismas debería ser de por lo menos 10 metros. La distribución no debería ser tipo tablero de ajedrez.
- Elegir las especies que se van a cultivar basándose en su comportamiento alimentario. La necesidad o no de alimentarles suele depender de la especie que se va a criar (por ejemplo, si se siembra carpa plateada, no se requiere de alimentación complementaria debido a que este pez se alimenta del plancton natural).
- Mejorar las técnicas de alimentación al adoptar métodos científicos para la aplicación de piensos y el control del coeficiente alimentario.
- Mejorar las formulaciones alimentarias promoviendo el uso de alimentos flotantes de alta calidad, y bajo en desechos lo cual hará reducir los residuos de alimentos.
- Sembrar animales acuáticos apropiados en aguas abiertas para mejorar la calidad del agua. Por ejemplo, se puede sembrar carpa plateada y cabeza para reducir la eutroficación, mientras que la carpa común, el carpín y otros peces que

son alimentados, pueden utilizarse para reducir los residuos derivados del cultivo en jaulas y prevenir la acumulación de desechos en el fondo.

- Proteger o trasplantar grandes plantas acuáticas para limpiar el agua.

La importancia de desarrollar el cultivo en jaulas en mar abierto

El cultivo en jaulas desempeña un papel importante para la acuicultura en aguas interiores, pero también es contribuyente importante de la acuicultura marina. La nascente industria del cultivo en jaulas en mar abierto se ha convertido recientemente en elemento importante del sector piscícola marino. Las razones de ello obedecen a lo siguiente:

- China tiene una población de más de 1 300 millones de personas, y sus recursos de tierras son, per cápita, inferiores al promedio mundial. Datos oficiales revelan que China tiene una extensión territorial de 9,6 millones de km², lo cual la convierte en el tercer país más grande del mundo. Sin embargo, la extensión territorial per cápita es de sólo 0,008 km², muy por debajo del promedio mundial de 0,3 km² per cápita. La superficie cultivada per cápita en China representa sólo 7 por ciento del total mundial (Anon., 1998; Comisión Nacional China para el Desarrollo y la Reforma, 2003). Se estima que la demanda de granos y otros productos alimenticios será de 160 millones de toneladas para 2030. Por ser un importante país en desarrollo con un extenso litoral, China, al hacer frente a esta grave realidad, debe hacer de la explotación y protección de los océanos una tarea estratégica a largo plazo para lograr el desarrollo sostenible de su economía nacional.
- Al desarrollar una industria pesquera oceánica, China se adhiere al principio de «acelerar el desarrollo de la acuicultura, conservando resueltamente y utilizando racionalmente los recursos del mar abierto, y expandiendo activamente la pesca en alta mar» (Anon., 1998; Yang, 2000). Desde mediados de la década de 1980, la maricultura se ha desarrollado rápidamente y se ha incrementado tanto el número de especies marinas como las zonas de cría utilizadas. De acuerdo con el estado actual de sus recursos pesqueros marinos, China ha reajustado activamente la estructura de este sector y ha tomado medidas para preservar y explotar racionalmente el espacio en alta mar, adaptando constantemente su industria de

cultivo a los cambios de la producción pesquera marina. Desde la década de 1990, el Gobierno de China ha emprendido una serie de reformas exhaustivas y ha dado a conocer nuevas políticas para el sector pesquero:

- Desde 1995, China ha aplicado un nuevo «sistema de moratoria estival».¹ Cada año, durante dos o tres meses y medio en el verano, la pesca está prohibida en el Mar de Bohai, el Mar Amarillo, el Mar de China Oriental y el Mar de China Meridional (Yang, 2000). Durante este período, alrededor de 100 000 embarcaciones pesqueras con un millón de pescadores permanecen anclados en los puertos;
- En 1999 se aplicó una política con «beneficio cero» en la pesca marina de captura, y, el año siguiente, una política de «beneficio menor»;
- Entre 2003 y 2010, alrededor de 30 000 embarcaciones pesqueras de distintos tipos serán sacadas de la industria, y más de 300 000 pescadores tendrán que buscar empleo en otros sectores, incluida la maricultura.

El objetivo tras la aplicación de estas nuevas políticas es establecer una pesca sostenible al proteger los recursos marinos y promover la maricultura y la «liberación con retorno» (*sea ranching*).

A la fecha, se han logrado avances sustanciales, por ejemplo, la producción marina total fue de 14,39 millones de toneladas en 1995, de las cuales la maricultura representó sólo el 28,7 por ciento (4,1 millones de toneladas). Desde entonces, la contribución de la maricultura ha ido en aumento, siendo el volumen descargado en 2004 de 47,6 por ciento (13,1 millones de toneladas) (Cuadro 5 y Figura 4).

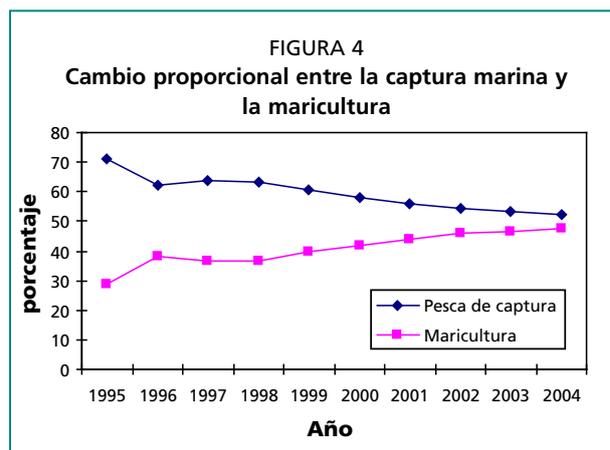
Se espera que en un futuro cercano la maricultura contribuya con la mayor parte de la producción

¹ El «sistema de moratoria estival» es una reglamentación para proteger los recursos naturales, particularmente los peces y crustáceos de importancia comercial. Esta reglamentación comenzó a aplicarse en 1995 en el Mar Amarillo, el Mar de China Oriental y el Mar de China Meridional. De acuerdo con la reglamentación, durante el verano (el período exacto depende de los mares), las embarcaciones pesqueras deben permanecer ancladas en los puertos y detener toda actividad pesquera. Por ejemplo, en 2002, la moratoria entró en vigor en el Mar Amarillo a partir de las 12:00 del 1 de julio y terminó a las 12:00 del 16 de septiembre; en 2005 el período se extendió a tres meses: del 1 de junio al 1 de septiembre. La reglamentación cuenta con el apoyo de los gobiernos provinciales y ha sido bien recibida por los pescadores, dado que se está observando una recuperación gradual de los recursos pesqueros.

total marina de China. En consecuencia, cualquier ganancia en la producción derivada de la pesca marina ya no provendrá de la pesca de captura marina sino de la maricultura. Asimismo, el desarrollo del cultivo en jaulas en mar abierto se ha convertido en prioridad para el Gobierno de China y también para los inversionistas. Los expertos estiman que la producción de peces marinos cultivados se incrementará a 1 millón de toneladas (Wang, 2000) y que el cultivo costero en jaulas, sin dudas, contribuirá enormemente a este incremento.

Además de las políticas favorables que sustentan el desarrollo del cultivo en jaulas en mar abierto, tanto los acuicultores como los institutos de investigación han obtenido apoyo financiero de las autoridades. El desarrollo del cultivo en jaulas en mar abierto requiere de mucha inversión y acarrea un alto riesgo. Dado que los acuicultores individuales no pueden financiar el desarrollo del cultivo en jaulas en mar abierto ni asumir el riesgo relacionado, el gobierno central de China y las autoridades provinciales están apoyando vigorosamente a este proyecto. Se estima que, las inversiones de distintas fuentes destinadas a este proyecto han superado los 10 millones de dólares EE.UU.

Por ejemplo, se han subsidiado 20 proyectos que trabajan con jaulas en el mar abierto y éstos han recibido unos 20 millones de yuanes (Renminbi) en apoyo financiero durante los últimos cinco años. Asimismo, desde 2001, las provincias de Zhejiang, Fujian, Guangdong y Shandong han dispuesto fondos especiales (más de 50 millones



de yuanes) para el desarrollo de jaulas en mar abierto. Los fondos están dedicados en parte a la investigación y desarrollo, y apoyan directamente la adquisición de jaulas en mar abierto por parte de los pescadores. Estos incentivos financieros y las políticas favorables promueven el desarrollo y la expansión del cultivo en jaulas en el mar abierto. De acuerdo con datos de encuestas, se han instalado alrededor de 3 300 modelos distintos de jaulas en el mar abierto de las provincias costeras, de los cuales 1 800 son jaulas circulares (flotantes y sumergibles) de tubo de plástico polietileno de alta densidad (PEAD) que se encuentran distribuidas en las provincias de Zhejiang, Shandong, Fujian y Guangdong. Otras 1 300 jaulas flotantes de cuerda se han instalado en las provincias de Zhejiang, Guangdong y Hainan.

CUADRO 5

Proporción de la producción total de pesca marina obtenida mediante maricultura y pesca marina de captura

Año	Producción total de pesca marina (toneladas)	Pesca de captura marinas		Maricultura	
		Producción (toneladas)	% Producción total	Producción (toneladas)	% Producción total
1995	14 391 297	10 268 373	71,3	4 122 924	28,7
1996	20 128 785	12 489 772	62,0	7 639 013	38,0
1997	21 764 233	13 853 804	63,6	7 910 429	36,4
1998	23 567 168	14 966 765	63,5	8 600 403	36,5
1999	24 719 200	14 976 200	60,5	9 743 000	39,5
2000	25 387 389	14 774 524	58,2	10 612 865	41,8
2001	25 721 467	14 406 144	56,0	11 315 323	44,0
2002	26 463 371	14 334 934	54,2	12 128 437	45,8
2003	26 856 182	14 323 121	53,3	12 533 061	46,7
2004	27 677 900	14 510 900	52,4	13 167 000	47,6

Fuente: Anon., 1998; Oficina de Pesca, 2000, 2003, 2004).^a

^a Nota de los editores: Las cifras aquí presentadas difieren de las brindadas por FAO (2006); sin embargo, la discrepancia radica en la conversión de las figuras chinas de peso seco a peso húmedo para las plantas acuáticas. Así, por ejemplo, la producción acuática excluyendo plantas acuáticas en 2004 fue de 10 778 640 toneladas, la producción acuática incluyendo plantas acuáticas (peso seco) fue de 13 167 000 toneladas y la producción acuática incluyendo plantas acuáticas (convertida a peso) fue de 21 980 595 toneladas.

De acuerdo con los datos de pesquería más recientes (Oficina de Pesca 2003, 2004, 2005), la producción de peces marinos representa actualmente menos del 5 por ciento de la producción total de China proveniente de la maricultura y el grueso de la producción se deriva del cultivo de algas, moluscos y crustáceos.

La piscicultura en jaulas en mar abierto se reconoce como una medida indispensable para satisfacer la demanda de peces marinos de alta calidad. La razón de esto radica en que (i) ya se ha cubierto la capacidad de las bahías interiores y lugares protegidos para dar cabida a las jaulas tradicionales por lo que, en consecuencia, no hay espacio disponible para una mayor expansión de este sector, y (ii) las tierras costeras son tan valiosas que resulta imposible utilizarlas para la construcción de estanques destinados a la maricultura. Dados estos factores, la piscicultura en jaulas en mar abierto se considera como la primera opción para incrementar la producción de peces marinos. Si bien gran parte de la maricultura se lleva a cabo a escala familiar, el cultivo en jaulas en mar abierto, por rebasar la capacidad de la mayoría de los acuicultores chinos, es adecuado para una explotación a gran escala.

Por lo tanto, creemos que la piscicultura en jaulas en mar abierto es un medio indispensable para incrementar la producción de peces de buena calidad, aunque su potencial pleno no se alcanzará hasta transcurridos cinco o diez años.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

China ha tratado la cuestión de la utilización racional y la protección de sus recursos marinos y de agua dulce en la con el fin de alcanzar el desarrollo económico y social de la nación, y como estrategia básica, ha incorporado el desarrollo sostenible a sus programas ambientales. Con el crecimiento continuo de las fuerzas de producción social, el fortalecimiento nacional y el despertar gradual de la conciencia de la población respecto a la importancia de proteger el ambiente, los programas chinos para el cultivo en jaulas y corrales se irán desarrollando aún más. Junto con otros países y organizaciones internacionales, China, como siempre, hará su parte en llevar el desarrollo acuícola y la protección ambiental por el camino hacia el desarrollo sostenible.

El desarrollo del cultivo en jaulas y corrales es una estrategia acuícola a largo plazo; por lo tanto, la atención creciente que se ha dado a su desarrollo continuará por muchos años. Sus efectos en la sociedad y el ambiente serán de gran alcance.

Sin duda alguna, es imprescindible mejorar su estado actual trazando planes racionales y tomando decisiones científicas para garantizar una acuicultura sostenible en China y en el resto de las pesquerías del mundo.

REFERENCIAS

- Chen, Z.X. & Xu, H.** 2006. General review on the studies of offshore cages in China and its developmental direction. *Fishery Modernization*, (In press).
- FAO.** 2006. *FAO, Anuario de estadísticas de pesca: Producción de acuicultura, 2004*. Vol. 98/2. Rome, FAO.
- Fisheries Bureau.** 2000. *China fisheries statistical compilation (1994–1998)*. China, Ministry of Agriculture.
- Fisheries Bureau.** 2003. *Annual statistics on fisheries, 2003*. China, Ministry of Agriculture.
- Fisheries Bureau.** 2004. *Annual statistics on fisheries, 2004*. China, Ministry of Agriculture.
- Fisheries Bureau.** 2005. *Annual statistics on fisheries, 2005*, China, Ministry of Agriculture.
- Froese, R. & Pauly, D. (eds).** 2006. *FishBase*. World Wide Web electronic publication www.fishbase.org, Version 07/2006.
- Guan, C.T. & Wang, Q.Y.** 2005. The technique and development of marine cages of China. *Fishery Modernization*, 3: 5–7.
- Guo, G.X. & Tao, Q.Y.** 2004. Offshore cage culture technique in China and its development prospects. *Scientific Fish Farming*, 7,8,9: 10–11.
- Hishamunda, N. & Subasinghe, R.P.** 2003. *Desarrollo de la acuicultura en China. Función de las políticas del sector público*. FAO Fish. Tech. Pap. No. 427, Rome, FAO. 64 pp.
- Hu, B.** 1991. Technical development history of Chinese cage culture. In Chapter 8, *Technical Development History on Chinese Freshwater Aquaculture*, pp. 139–149. Beijing, Science and Technology Press.
- Huang, B., Guan C.T. & Lin, D.F.** 2004. Problems in the development of offshore cages and their analysis. *Fishery Modernization*, 4: 34–35.
- Jia, J.S. & Chen, J.X.** 2001. FAO. *Sea farming and sea ranching in China*. Fish. Tech. Pap. No. 418. Rome, FAO. 71 pp.
- National Development & Reform Commission.** 2003. *National Layout Program on Ocean Economic Development. Approved by State Council, P.R.China, 9 May 2003*. China, Ministry of Land & Resources, and State Oceanic Administration.
- Qian, C.M. & Xu, H.** 2003. Application and improvement of offshore cages. *Fishery Modernization*, 6: 28–31.
- Wang, Y.** 2001. China P.R.: A review of national aquaculture development. In R.P. Subasinghe, P. Bueno, M.J. Phillips, C. Hough, S.E. McGladdery & J.R. Arthur, (eds). *Aquaculture in the Third Millennium*, pp. 307–316. Technical Proceedings of the Conference on Aquaculture in the Third Millennium, Bangkok, Thailand, 20–25 February 2000. NACA, Bangkok and FAO, Rome.
- Wang, Y.** 1991. Technical development history of Chinese aquaculture in lakes. In Chapter 4, *Technical Development History on Chinese Freshwater Aquaculture*. pp. 61–81. Science and Technology Press, Beijing.
- White book on the development of China's marine programmes.** Released by P.R. China, May 1998.
- Xu, J.Z.** 2004. Wave-resistance cage culture technique in deep sea. *Scientific Fish Farming*, 4,5,6: 10–11.
- Xu, P. & Yan, X.M.** 2006. Cage/pen culture in China's inland waters. *Scientific Fish Farming*. (In press).
- Yang, J.M.** 2000. Forth wave forthcoming up to us. *China Seas Newspaper*, No. 971, 8 December, China, News Office, State Council.
- Zhou, M.** 1243. 癸辛杂识. ("Gui xin za shi").

Anexo 1:

Peces de agua dulce y otros animales acuáticos cultivados en jaulas y corrales en China

Nombre en chino	Nombre en inglés ^a	Nombre científico	Origen
青鱼	Black carp	<i>Mylopharyngodon piceus</i>	nativo
草鱼	Grass carp	<i>Ctenopharyngodon idella</i>	nativo
鲢	Silver carp	<i>Hypophthalmichthys molitrix</i>	nativo
鳙	Bighead carp	<i>Aristichthys nobilis</i>	nativo
鲤	Common carp	<i>Cyprinus carpio carpio</i>	nativo
锦鲤	Koi	<i>Cyprinus carpio carpio</i>	exótico
鲫	Goldfish	<i>Carassius auratus auratus</i>	nativo
鳊	White Amur bream	<i>Parabramis pekinensis</i>	nativo
三角鲂	Black Amur bream	<i>Megalobrama terminalis</i>	nativo
翘嘴红鲌	Predatory carp	<i>Culter erythropterus</i>	nativo
鳊	Chinese perch	<i>Siniperca chuatsi</i>	nativo
虹鳟	Rainbow trout	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	exótico
香鱼	Ayu	<i>Plecoglossus altivelis altivelis</i>	nativo
罗非鱼	Nile tilapia, blue tilapia	<i>Oreochromis niloticus, O. aurea, and their hybrid</i>	exótico
澳洲宝石鲈	Barcoo grunter	<i>Scortum barcoo</i>	exótico
加州鲈	Largemouth bass	<i>Micropterus salmoides</i>	exótico
长吻鮠	Long-nose catfish	<i>Leiocassis longirostris</i>	nativo
黄颡鱼	Yellow catfish	<i>Pelteobagrus fulvidraco</i>	nativo
乌鳢	Snakehead	<i>Channa argus argus</i>	nativo
大口鲶	Largemouth catfish	<i>Silurus meridionalis</i>	nativo
斑点叉尾鮰	Channel catfish	<i>Ictalurus punctatus</i>	exótico
革胡子鲶	North African catfish	<i>Clarias gariepinus</i>	exótico
短盖巨脂鲤	Pirapitinga	<i>Piaractus brachypomus</i>	exótico
黄鳝	Swamp eel	<i>Monopterus albus</i>	nativo
泥鳅	Orientalweatherfish	<i>Misgurnus anguillicaudatus</i>	nativo
鲟	Sturgeon	<i>Acipenser spp.</i>	nativo
匙吻鲟	Mississippi paddlefish	<i>Polyodon spathula</i>	exótico
中华绒螯蟹	Chinese mitten crab	<i>Eriocheir sinensis</i>	nativo
青虾	Freshwater prawn	<i>Macrobrachium nipponense</i>	nativo
罗氏沼虾	Giant river prawn	<i>Macrobrachium rosenbergii</i>	exótico
龟	Freshwater turtle	<i>Chinemys spp. (y otros)</i>	nativo

^a Los nombres científicos y comunes en inglés (si están disponibles) fueron tomados de Froese y Pauly (2006).

Anexo 2:

Peces importantes económicamente reproducidos en criaderos de China y cultivados en jaulas

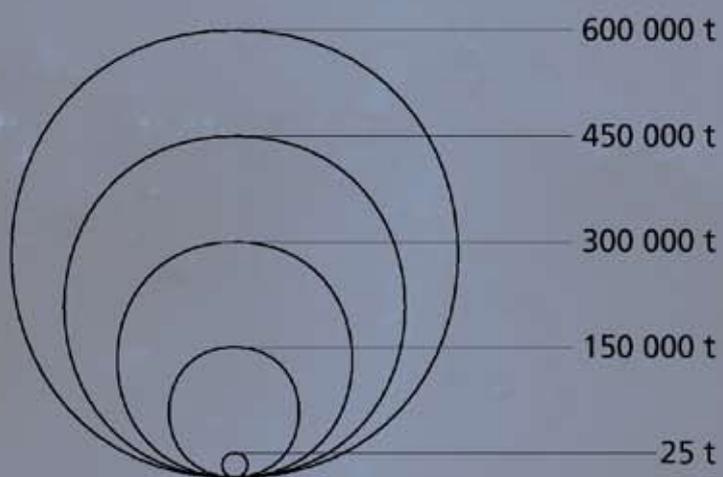
Nombre en chino	Nombre en inglés ^b	Nombre científico	Origen
鲮	Flathead mullet	<i>Mugil cephalus</i>	nativo
梭鱼 ^a	So-iuy mullet	<i>Mugil soiyu</i>	nativo
鲈鱼 ^a	Japanese seaperch	<i>Lateolabrax japonicus</i>	nativo
遮目鱼/虱目鱼	Milkfish	<i>Chanos chanos</i>	nativo
军曹鱼, 海鲷	Cobia	<i>Rachycentron canadum</i>	nativo
尖吻鲈	Barramundi	<i>Lates calcarifer</i>	nativo
赤点石斑鱼 ^a	Hongkong grouper	<i>Epinephelus akaara</i>	nativo
青石斑鱼 ^a	Yellow grouper	<i>Epinephelus awoara</i>	nativo
锐首拟石斑鱼 (驼背鲈/老鼠斑)	Humpback grouper	<i>Cromileptes altivelis</i>	nativo
大黄鱼 ^a	Croceine croaker	<i>Larimichthys crocea</i>	nativo
鲷状黄姑鱼	Amoy croaker	<i>Argyrosomus amoyensis</i>	nativo
眼斑拟石首鱼 ^a (美国红鱼)	Red drum	<i>Sciaenops ocellatus</i>	exótico
真鲷 ^a	Red seabream	<i>Pagrus major</i>	nativo
黑鲷	Black porgy	<i>Acanthopagrus schlegelii schlegelii</i>	nativo
平鲷	Goldlined bream	<i>Rhabdosargus sarba</i>	nativo
笛鲷	Snappers	<i>Lutjanus spp.</i>	nativo
胡椒鲷	Sweetlips	<i>Plectorhinchus spp.</i>	nativo
大泷六线鱼	Fat greenling	<i>Hexagrammos otakii</i>	nativo
黑平鲷	Black rock-fish	<i>Sebastes pachycephalus nigricans</i>	nativo
牙鲆 ^a	Bastard flounder	<i>Paralichthys olivaceus</i>	nativo
漠斑牙鲆 (南方鲆)	Southern flounder	<i>Paralichthys lethostigma</i>	exótico
夏鲆	Summer flounder	<i>Paralichthys dentatus</i>	exótico
石鲈	Stone flounder	<i>Kareius bicoloratus</i>	nativo
黄盖鲈	Marbled flounder	<i>Pseudopleuronectes yokohamae</i>	nativo
大菱鲆 ^a	Turbot	<i>Psetta maxima</i>	exótico
半滑舌鲷	Tongue sole	<i>Cynoglossus semilaevis</i>	nativo
红鳍东方鲷	Torafugu	<i>Takifugu rubripes</i>	nativo

^a Principales especies cultivadas a gran escala comercial.

^b Los nombres científicos y comunes en inglés (si están disponibles) fueron tomados de Froese y Pauly (2006).

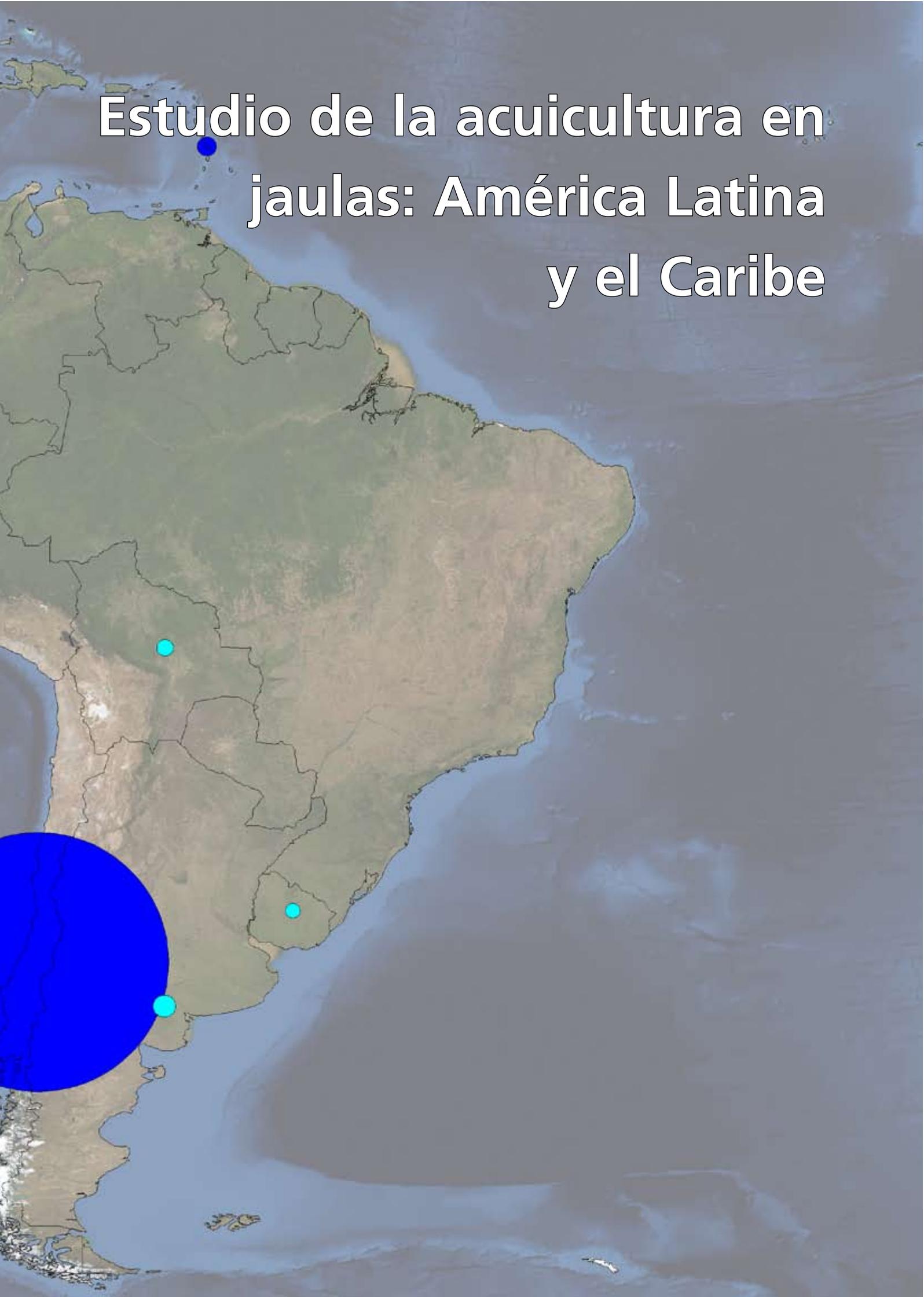
Producción de la acuicultura en jaulas 2005

Datos obtenidos de las estadísticas de pesca suministradas a la FAO por los Estados miembros en 2005. En caso de no existir datos de 2005, se utilizaron los de 2004.



-  agua dulce
-  agua marina y salobre

Estudio de la acuicultura en jaulas: América Latina y el Caribe





Estudio de la acuicultura en jaulas: América Latina y el Caribe

Alejandro Rojas¹ y Silje Wadsworth²

Rojas, A. y Wadsworth, S.

Estudio de la acuicultura en jaulas: América Latina y el Caribe. En M. Halwart, D. Soto y J.R. Arthur (eds). Acuicultura en jaulas – Estudios regionales y panorama mundial. FAO Documento Técnico de Pesca. No. 498. Roma, FAO. 2008. pp. 73–104.

RESUMEN

La acuicultura es una actividad comercial importante en toda América Latina y el Caribe, donde 31 de los 44 países de la región están comprometidos con la acuicultura, generando esta industria más de 200 000 empleos. El desarrollo del sector acuícola ha sido muy desigual, donde dos países, Chile y Brasil, son responsables del 72 por ciento de la producción total, y de ésta, se estima que el 70 por ciento proviene del cultivo en jaulas. Veintitrés países producen sólo el 2 por ciento del total. Ochenta y una de las 332 especies cultivadas en el mundo se crían en la región, con una producción acuícola total de 1,3 millones de toneladas valoradas en 5 200 millones de dólares EE.UU. en 2004. Estas cifras representan el 2,9 por ciento de la cosecha acuícola mundial y el 8,2 por ciento del valor. Gran parte de dichas especies son peces de alto valor comercial (casi 900 000 toneladas) y la gran mayoría se produce en sistemas de cultivo en jaulas, existentes entre las aguas subantárticas del sur de Chile hasta el Golfo de California, en el norte de México. La mayoría de las jaulas (más del 90 por ciento) que se utilizan en América Latina y el Caribe se encuentran en Chile, destinándose principalmente al cultivo de salmón. Este documento se enfoca principalmente en dos grupos de especies, los salmónidos (salmón y trucha) y la tilapia, ambos cultivados tanto en jaulas como en estanques y piletas rústicas.

El desarrollo regional de la acuicultura ha dependido enormemente de la existencia de planes de desarrollo y del compromiso de los gobiernos locales. Éste ha sido el caso de Chile, donde la salmonicultura ha manifestado un impresionante crecimiento durante los últimos 20 años. En este país, el cultivo en jaulas se lleva a cabo en ambientes de agua dulce, salobres y marinos. Debido a la significativa presión medioambiental causada por la acuicultura, y especialmente el impacto del cultivo en jaulas en los sistemas de agua dulce, la industria del salmón ha introducido algunos sistemas cerrados de cultivo con recirculación en el sur de Chile. En el caso de la producción en aguas de mar, la utilización de jaulas se ha incrementado en orden de entre 10 a 15 por ciento anual. Se requiere de estudios para encontrar la manera de mitigar el impacto ambiental del cultivo en jaulas y comprender más a fondo la dinámica e interrelación entre los diferentes usuarios del recurso acuático. El rápido crecimiento de la acuicultura ha conducido a una estrecha interacción con el sector agrícola para encontrar nuevas materias primas que puedan reemplazar la harina y aceite de pescado, cuya disponibilidad y precio son factores limitantes para el crecimiento de ambos sectores.

¹ Aquaculture Resource Management Limitada, Traumen 1721, Casilla 166, Puerto Varas, Chile

² Bluefin Consultancy, N-4310, Hommersåk, Noruega

INTRODUCCIÓN

Producción acuícola de la región³

En el año 2004, la producción total acuícola a nivel mundial (excluyendo plantas acuáticas) alcanzó a 45,5 millones de toneladas, por un valor que asciende a 63 500 millones de dólares EE.UU. (Cuadro 1). De este total, América Latina y el Caribe produjo 1,3 millones de toneladas por un valor de 5 200 millones de dólares EE.UU. (Cuadros 1 y 2). Esto se compara con las 4,8 millones de toneladas (valoradas en 7 000 millones de dólares EE.UU.) extraídas de la pesquería abierta que se exporta de la región. La acuicultura es reconocida como una actividad comercial cada vez más importante en toda Sudamérica (Hernández-Rodríguez *et al.*, 2001). Dada la demanda creciente de productos pesqueros y la presión actual sobre las poblaciones naturales finitas, se pronostica que la producción acuícola aumentará notablemente en toda la región durante los próximos 10 años.

En el año 2004, 31 de los 44 países en la región estaban involucrados en la acuicultura (Cuadro 3), produciéndose 81 especies por un valor comercial de 5 200 millones de dólares EE.UU. generando empleo para más de 200 000 personas. Chile y Brasil dominan este escenario, siendo ambos responsables por más del 70 por ciento de la producción total. La producción de camarón es significativa en cuanto a su valor y volumen. La producción acuícola de peces en la región está dominada por los salmónidos, como el salmón del Atlántico (*Salmo salar*), la trucha arcoiris (*Oncorhynchus mykiss*), salmón coho (*O. kisutch*) y el salmón rey (*O. tshawytscha*), con una producción total de 578 990 toneladas en 2004, mientras que la producción de tilapia (*Oreochromis spp.*) y carpa común (*Cyprinus carpio*) alcanzó las 220 058 toneladas (Figura 1). Durante el período de 2001–2003, los salmónidos y el camarón blanco del Pacífico (*Litopenaeus vannamei*) representaron 64 por ciento del volumen y 69 por ciento del valor de la producción acuícola de América Latina y el Caribe (Cuadro 4).

Muchas de las especies acuáticas cultivadas en la región son peces de alto valor comercial, estimándose que más del 60 por ciento de esta producción es obtenida de sistemas de jaulas desde las aguas subantárticas del sur de Chile hasta el Golfo de California en el norte de México.

FAO (2005) señala que el 57 por ciento del total de la producción acuícola, excluyendo plantas, proviene del mar; el 30 por ciento de ambientes de agua dulce y el 13 por ciento restante de aguas salobres. A pesar de que la acuicultura es una actividad ampliamente dispersa en toda la región, el 88 por ciento de la producción de peces y camarones se concentra en sólo cinco principales países productores (Figuras 2, 3 y 4). Chile, que produce salmón y trucha, y Brasil, que produce peces y camarón de agua dulce, son los principales productores acuícolas de la región. Sudamérica produce el 85 por ciento del total de la acuicultura por volumen de la región y el 84 por ciento por valor. Centroamérica representa el 10,1 por ciento del volumen y 14,3 por ciento del valor, mientras que el Caribe representa el 5,6 por ciento del volumen y 2 por ciento del valor. Si se compara con Europa, la producción acuícola en América Latina y el Caribe es mucho menor en términos de volumen, pero similar en términos de valor, lo que evidencia que las especies cultivadas en la región tienen un valor promedio más elevado (Cuadro 4). Esto se debe principalmente al cultivo de especies de alto valor como los salmónidos y el camarón. En 2004, el valor promedio de la región (3,96 \$EE.UU./kg) fue más elevado que el valor promedio del resto del mundo (1,40 \$EE.UU./kg) (Cuadro 4).

PROYECCIONES SOBRE DEL DESARROLLO ACUÍCOLA EN LA REGIÓN

El crecimiento de la acuicultura de especies de alto valor (camarón y salmón) ha tenido un impacto importante en el comercio internacional de productos pesqueros. No obstante, en años recientes, distintas especies de menor valor económico como la tilapia también han logrado ingresar en el mercado internacional.

Si bien hay un mercado y existen las condiciones geográficas y ambientales favorables que permiten un gran desarrollo de la acuicultura en América Latina y el Caribe, la región debe aún superar algunas limitaciones. Uno de los principales problemas que enfrenta la región (salvo unos cuantos países como Chile), es la ausencia de continuidad en el proceso político y económico, lo cual genera cierta inestabilidad. Esto hace que la acuicultura

³ La región comprende México y Centroamérica: Belice, Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua y Panamá; Sudamérica: Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Ecuador, Guayana francesa, Guyana, Paraguay, Perú, Suriname, Uruguay y Venezuela (la República Bolivariana de); y el Caribe: Anguila, Antigua y Barbuda, Aruba, Bahamas, Barbados, Bermudas, Islas Caimán, Cuba, Dominica, República Dominicana, Granada, Guadalupe, Jamaica, Martinica, Montserrat, Antillas Neerlandesas, Puerto Rico, Santa Lucía, Saint Kitts y Nevis, Trinidad y Tabago, Islas Turcos y Caicos, Islas Vírgenes Británicas, Islas Vírgenes (EE.UU.).

CUADRO 1
Producción acuícola mundial en el año 2004

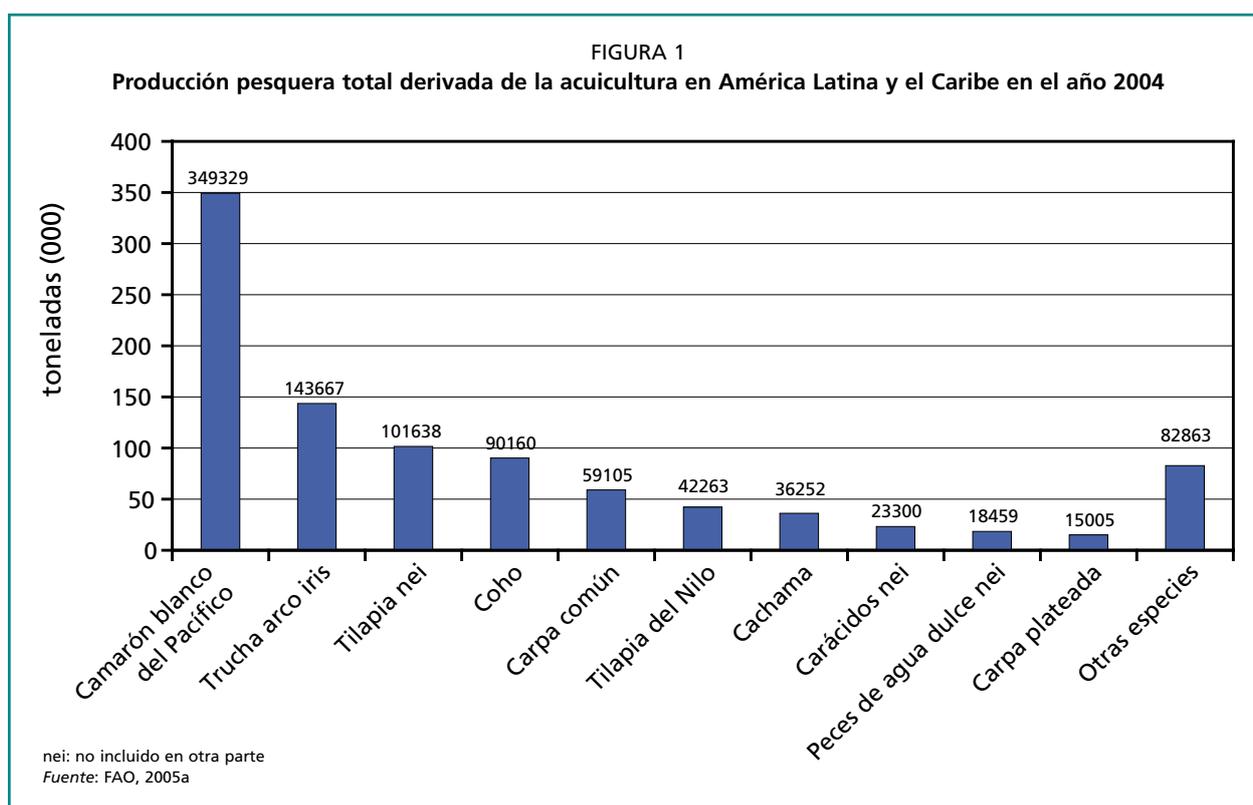
Region	Volumen		Valor		
	Toneladas	%	\$ EE.UU. (000)	%	\$EE.UU./kg
África	561 019	1,2	890 641	1,4	1,59
América del Norte	751 984	1,7	1 308 838	2,1	1,74
América Latina y el Caribe	1 321 304	2,9	5 234 714	8,2	3,98
Asia	40 474 631	89,0	50 029 036	8,8	1,24
Europa	2 238 430	4,9	5 583 257	8,8	2,49
Oceanía	134 009	0,3	446 798	0,7	3,33
Gran Total	45 481 377	100	63 493 284	100	1,40

Fuente: FAO, 2005a,b

CUADRO 2
Producción acuícola (toneladas) en América Latina y el Caribe, 2000-2004, excluyendo plantas acuáticas

Productos	2000	2001	2002	2003	2004
Crustáceos	154 569	187 317	221 462	294 646	289 928
Peces diádomos	359 391	52 1092	498 461	502 534	586 289
Pez de agua dulce	251 293	263 873	293 581	292 955	310 841
Pez marino	2 584	2 803	2 832	1 114	929
Animales acuáticos varios	811	693	688	719	713
Moluscos	69 079	82 085	83 381	105 577	132 604
Total	837 727	1 057 861	1 100 405	1 197 545	1 321 304

Fuente: FAO, 2005



CUADRO 3

Acuicultura en América Latina y el Caribe: volumen y valor de los productos básicos producidos – nótese que la lista de productos básicos es de acuerdo a FAO 2005

#	Productos	Volumen			Valor		
		1996 – 2000	2001–2003		1996 –2000	2001–2003	
		toneladas (000)	toneladas (000)	% del total	\$.EE.UU. (millones)	\$.EE.UU. (million)	% del total
1	Camarón Blanco del Pacífico	165	209	18,8	979	1 057	26,8
2	Salmón del Atlántico	110	267	24,0	404	969	24,6
3	Trucha arcoiris	81	126	11,3	262	381	9,7
4	Coho	77	112	10,1	307	329	8,3
5	Tilapias	50	73	6,6	152	219	5,5
6	Carpa	48	68	6,1	142	183	4,6
7	Conchas peruanas	17	22	2,0	87	141	3,6
8	Cachama	9	30	2,7	35	109	2,8
9	Otros camarones	10	18	1,6	69	108	2,7
10	Otros crustáceos	6	21	1,9	28	93	2,3
11	Tilapia del Nilo	16	34	3,0	39	75	1,9
12	Moluscos chilenos	13	44	3,9	11	71	1,9
13	Peces de agua dulce	27	23	2,1	81	65	1,6
14	Otros	76	66	5,9	190	147	3,7
	Total	706	1 113	100	2 785	3 947	100

Fuente: FAO, 2005

CUADRO 4

Producción acuícola por región (volumen y valor promedio) en 2004

Región / Área	Volumen		Valor	
	toneladas	%	%	\$.EE.UU./kg
Asia	40 474 631	89,0	78,8	1,24
Europa	2 238 430	4,9	8,8	2,49
América Latina y el Caribe	1 321 304	2,9	8,2	3,96
América del Norte	751 984	1,7	2,1	1,74
África	561 019	1,2	1,4	1,59
Oceanía	134 009	0,3	0,7	3,33
Total	45 481 377	100	100	1,40

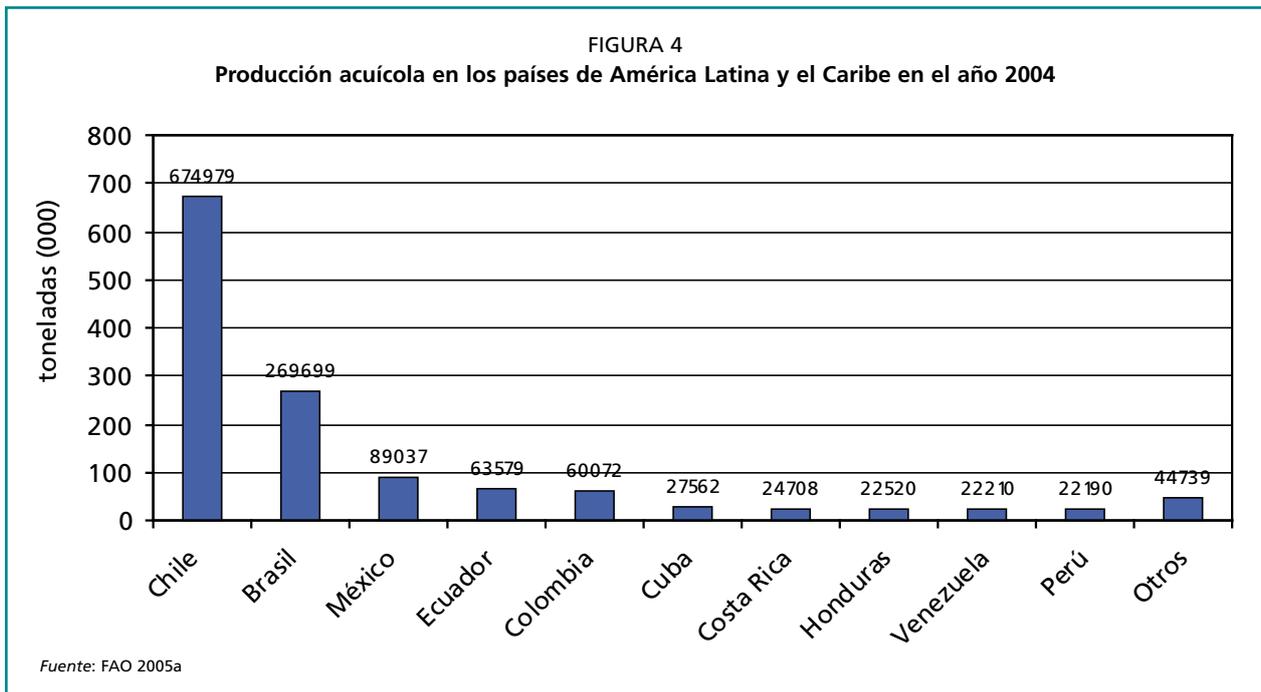
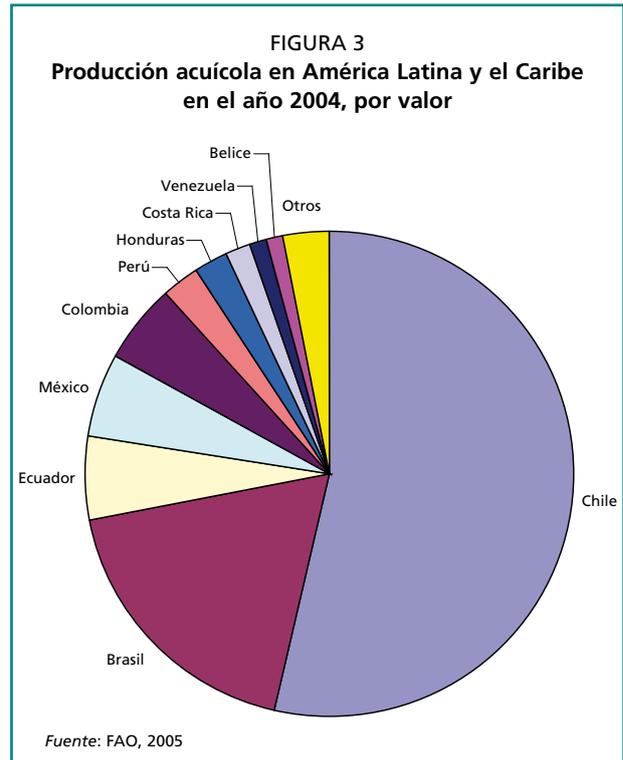
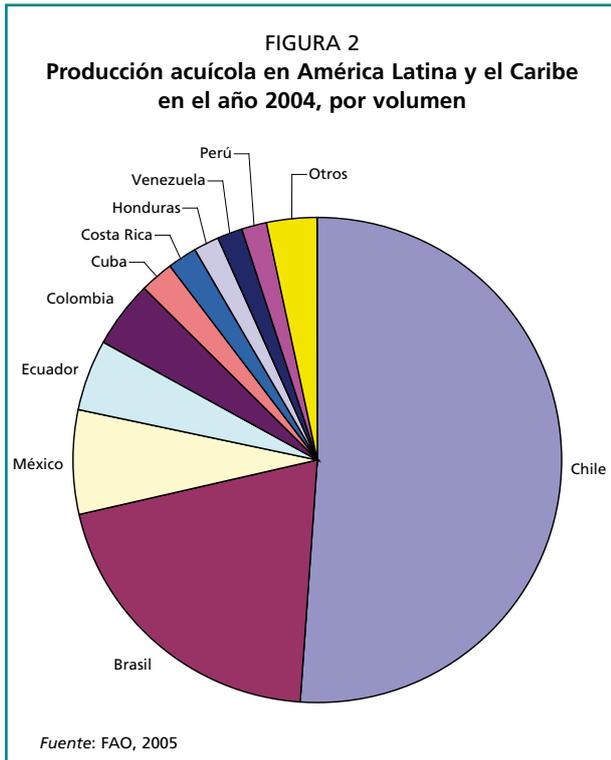
Fuente: FAO, 2005

sea poco atractiva para los inversionistas, ya que muchos proyectos son negocios que progresan lentamente. Asimismo, la redefinición total de las estrategias de desarrollo de los países cada vez que un nuevo gobierno sube al poder impide contar con políticas relativamente permanentes que apoyen la investigación y el desarrollo. Ambos factores son requisitos importantes para que la industria genere nuevas tecnologías de cultivo aplicables a las principales especies nativas o a las especies exóticas de interés comercial.

Sin embargo, el principal problema no es si América Latina y el Caribe sean capaces de contar

con un desarrollo e investigaciones sostenibles para la innovación tecnológica, sino si existen suficientes recursos humanos y financieros para aplicarlos correctamente a la investigación y el desarrollo. Si se desea optimizar el rendimiento y la capacidad de la región para competir en el mercado mundial, es importante analizar los recursos tecnológicos disponibles en otros países junto con el conocimiento local.

Entre los años 1970 y 1990, el enfoque fue orientado a la producción. Sin embargo, actualmente otras áreas como la genética, la salud y patología, las mejoras ambientales, los procesos de cosecha y el



mercado, se han vuelto muy importantes para el desarrollo de la acuicultura. Igual de importante, son también los programas de capacitación en materia de planificación, reglamentación, financiamiento y bioeconomía. No todos los países cuentan con carreteras, infraestructura de transporte y otros servicios adecuados. Por lo tanto, a pesar de que la acuicultura tiene un futuro prometedor en la región, quedan aún muchos desafíos por superar.

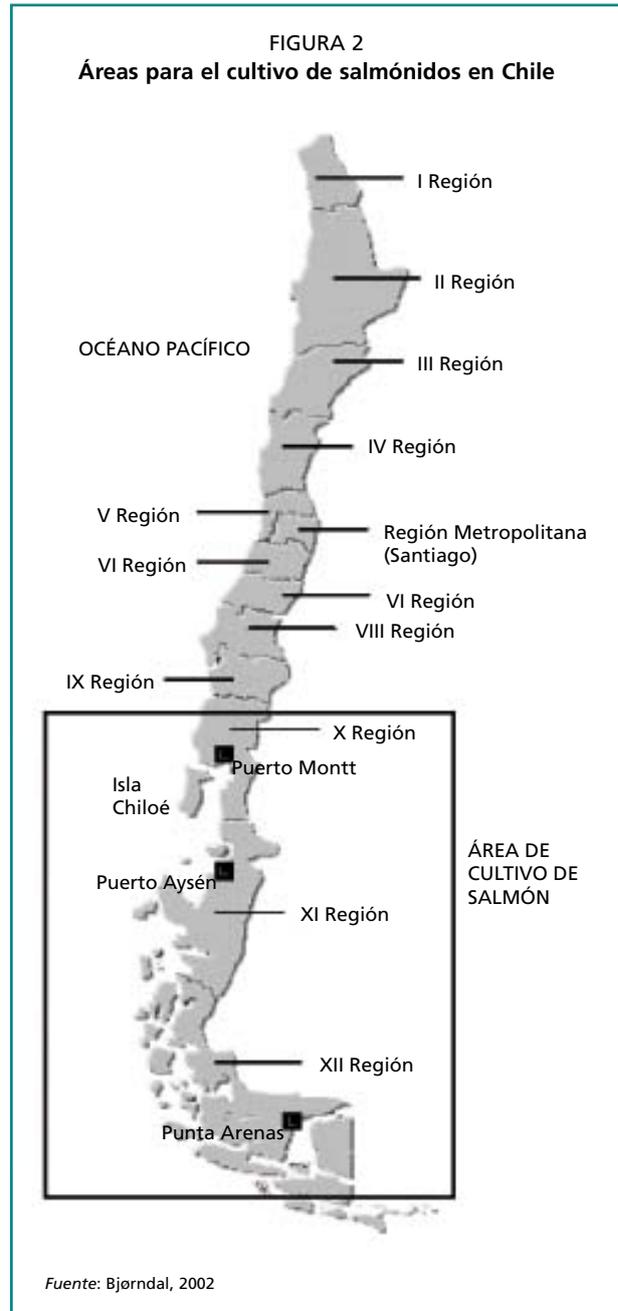
PRODUCCIÓN DE SALMÓNIDOS Chile

La trucha arcoiris y el coho se introdujeron en Chile en el siglo XIX para la pesca deportiva. Su cultivo comenzó recién en 1978 y, para el año 1988, se producían más de 4 000 toneladas de coho plateado. Las ovas de salmón del Atlántico fueron importadas de Noruega en 1982 y en el transcurso de 10 años se ha convertido en la especie que

más se produce (Tiedemand-Johannessen, 1999). Entre 1993 y 2003, la producción total de salmón y trucha se incrementó a un ritmo promedio de 15,5 por ciento anual, en comparación con el promedio mundial de 7,7 por ciento. A principios de 2005, Chile casi encabeza la lista de productores mundiales en términos del volumen total de salmónidos producidos (Carvajal, 2005a).

Además de haber introducido material genético valioso, Chile se ha beneficiado de una gran variedad de transferencias de capital y tecnologías provenientes de otros países productores de salmón como Noruega, Escocia y Canadá, lo cual ha facilitado el rápido crecimiento de la industria. Entre los principales campos de avance tecnológico están la nutrición, el manejo sanitario y las técnicas de cultivo, así como los sistemas de cultivo en jaulas.

Una vez transferidos desde los peces desde los centros de cultivo en tierra, toda la producción de salmón en Chile se lleva a cabo en jaulas (Cuadro 5), inicialmente en ambientes de agua dulce o estuarinos hasta la esmoltificación, y posteriormente en jaulas en agua de mar. En el año 2000 se introdujo la tecnología de recirculación en la industria, permitiendo que la fase del cultivo de agua dulce y smoltificación se lleve a cabo en tierra, en sistemas cerrados. Estos sistemas se introdujeron a raíz de la fuerte presión ambiental y de la necesidad de controlar las enfermedades y reducir el uso de antibióticos en la fase previa a la smoltificación. En la actualidad, el 16 por ciento de los smolts proviene de estos sistemas, 33 por ciento de las jaulas ubicadas en estuarios y 51 por ciento de las jaulas ubicadas en lagos. En Chile, la trucha arcoiris también se cultiva en agua de mar y este sistema de cultivo representa el 85 por ciento de la producción total de trucha en Chile (106 000 toneladas) (Gilbert, 2002).



CUADRO 5

Exportaciones chilenas de salmón y trucha (millones de \$EE.UU. FOB Chile)

Especies	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Salmón del Atlántico	298	340	350	492	525	570	687	876	1 070
Coho	189	170	280	263	230	206	211	232	284
Salmón rey	2	0	0	0	0	0	0	0	0
Trucha arcoiris	178	203	188	215	208	193	242	330	352
Otros	1	0	0	3	1	5	7	2	6
Salmón total	668	714	818	973	964	973	1 147	1 439	1 721

Fuente: Asociación Chilena del Salmón

Distribución del cultivo de salmónidos en ambientes marinos, salobres y de agua dulce

El cultivo de salmónidos en Chile se da en las regiones X, XI y XII (Figura 5 y Cuadro 6), desde Puerto Montt hacia el sur del país. El crecimiento más importante del sector se dio en la X región hasta principios del año 2000, desplazándose desde ese momento el cultivo en jaulas más al sur (XI región).

Debido a la disponibilidad de sitios poco desarrollados, cualquier expansión posterior de la industria ocurrirá predominantemente en las regiones XI y XII. Sin embargo, será necesario desarrollar extensivamente la infraestructura para que estas áreas alcancen su pleno potencial de producción. Sólo un volumen relativamente pequeño de biomasa se produce en agua dulce antes de transferirla a sitios de agua de mar para el engorde. Por lo general, los peces se transfieren de las jaulas en agua dulce cuando pesan menos de 100 g, y pueden cosecharse de las jaulas en agua de mar cuando el peso individual supera los 5 kg. La legislación existente limita la engorda de salmónidos a su fase de agua de mar. La mayor producción de agua dulce en la X región se concentra en el lago Llanquihue. Recientemente, diversas compañías han instalado operaciones de producción de agua dulce en otras áreas para así reducir el riesgo de bioseguridad que acarrea concentrar toda la producción de smolts de la industria de un mismo lugar. Asimismo, los sistemas de recirculación están reemplazando lentamente al cultivo en jaulas en los lagos para la producción de smolts.

Sistemas de cultivo en jaulas

El sistema de cultivo en jaulas flotantes es la tecnología más utilizada para cultivar salmónidos en Chile. Estos sistemas consisten en estructuras circulares de plástico (Figuras 6 y 7) o estructuras cuadradas de metal (Figura 8) con redes suspendidas de estas. Las jaulas individuales, se agrupan en diferentes números, para conformar un centro



FIGURA 6
Jaulas circulares de plástico en Chile

CORTESÍA DE MAINSTREAM SA



FIGURA 7
Proceso de alimentación en una jaula de plástico utilizando una bomba de agua adaptada

CORTESÍA DE MAINSTREAM SA



FIGURA 8
Jaulas metálicas en Chile

CORTESÍA DE MAINSTREAM SA

CUADRO 6
Distribución de las granjas salmonícolas y producción en Chile en 2005

Región	Granjas de agua marina	Granjas de agua dulce	Distribución de la producción total
X	375	70	80%
XI	143	20	19%
XII	15	11	1%

Fuente: Servicio Nacional de Pesca Chile (SERNAPESCA).



CUADRO 7
Número y tipos de jaulas en Chile en 2003

Tipo de jaula	Numero	Porcentaje (%)	Costo aproximado por unidad (\$EE.UU.)
Plástico	1 357	13	30 000
Metal	8 931	87	25 000
Total	10 228	100	

Fuente: Fabricantes de jaulas y productores de salmónidos

de cultivo acuícola. Las jaulas se conectan al fondo marino a través de una estructura enrejada estática que utiliza bloques de concreto y anclas especializadas (Beveridge, 2004). La instalación requiere de información detallada sobre las condiciones ambientales y la composición del suelo marino. Aunque no existe una legislación para controlar los detalles de la instalación, muchas compañías cumplen con la norma noruega NS9415 para reducir las primas de seguro asociadas con esta crítica operación. Esto ha reducido el número de errores de amarre y consecuente pérdida de equipos y peces en los últimos años.

En los centros de agua de mar con condiciones menos expuestas existe, generalmente, una barcaza con capacidad para almacenar alimento y también alojar al personal (Figura 9). El alojamiento del personal es importante para que las jaulas cuenten con vigilancia las 24 horas y así impedir la pesca furtiva.

El tamaño y tipo de jaula varía notoriamente dependiendo de distintos factores. Los sistemas de cultivo en jaulas en ambientes de agua dulce están normalmente, limitados a marcos (metálicos) de $\leq 15 \text{ m}^2$. El uso de jaulas más pequeñas en agua dulce permite un mejor acceso y control, facilitando



los manejos de cultivo más intensivos como la clasificación, el traslado de peces, la vacunación y el recambio de redes. En los centros de cultivo de agua de mar, los peces casi no se manejan, por lo que es posible utilizar estructuras de mayor tamaño. Las jaulas de plástico de 90 m de circunferencia y con redes de 20 m de profundidad (12 900 m³) son comunes en centros de agua de mar. Estos centros también utilizan jaulas metálicas de 20 x 20 m con redes de 20 m de profundidad (8 000 m³). La densidad de biomasa máxima varía entre 16 y 20 kg/m³ en estos centros de cultivo de agua de mar.

Las jaulas de metal son estructuras más sólidas y, en comparación con las jaulas circulares de plástico, su manipulación suele ser más sencilla. Esto permite un mejor acceso físico y condiciones de trabajo más estables para las operaciones marinas rutinarias como son el cambio de redes dañadas por organismos incrustantes, la extracción de ejemplares muertos, la clasificación y la cosecha. Las desventajas de las jaulas de metal es que son más susceptibles a la fatiga metálica, corrosión (en ambiente de agua salada) y son menos resistentes en los sitios de alta energía (Willoughby, 1999). Como las jaulas metálicas están unidas entre sí, el intercambio de agua se reduce en algunas jaulas. Durante los períodos de baja cantidad de oxígeno en el agua, el escaso intercambio de agua puede agravar sus efectos negativos especialmente en términos de la tasa de crecimiento, incrementando la variabilidad entre las jaulas.

Los adelantos recientes de la galvanización en caliente han hecho reducir la corrosión y mejorar la rentabilidad, extendiendo el período de vida operativa de muchas jaulas metálicas a más de 10 años. Dado que gran parte del desarrollo del salmón en Chile ha tenido lugar en aguas litorales relativamente protegidas, hay una mayor proporción de jaulas metálicas en operación (Cuadro 7). Esta proporción puede cambiar a medida que la industria se vaya expandiendo y se utilicen centros de cultivo más expuestos en el mar abierto.

La creciente mecanización ha sido una característica propia de las operaciones de cultivo en jaulas de salmón en años recientes. En algunos centros, con uso intensivo de capital, se están introduciendo sistemas de alimentación centralizados para mejorar el manejo del alimento e incrementar el rendimiento de las operaciones. Estos sistemas se componen de un silo flotante centralizado (Figura 11) que distribuye el alimento a cada jaula a través de tubos de plástico vía aire

comprimido (Figura 12). El alimento se controla automáticamente por medio de monitores instalados en cada jaula que pueden detectar cuando los pellets no consumidos salen de la jaula. Cuando se detectan estos pellets, el suministro de alimento se detiene. Para evaluar la respuesta al alimento, se utilizan cámaras submarinas y sistemas de distribución en la superficie (Figuras 13 y 14) conectados a los recolectores de desechos. Dado que el costo del alimento representa más del 50 por ciento

FIGURA 13
Silo de alimentación automática con sistema de recolección de alimento (Chile)



FIGURA 14
Utilización de cámara submarina para controlar el suministro de alimento (Chile)



CUADRO 8
Típica distribución de jaulas en una granja marina salmonícola en Chile

Numero de jaulas	Tamaño de las jaulas	Número de esguines al comienzo del ciclo	producción (toneladas)	Densidad máxima
14	30 m diámetro	700 000	2 500	20 kg/m ³
21	30 m diámetro	1 050 000	3 675	
24	30 m diámetro	1 200 000	4 200	
20	30 x 30 m cuadrado	600 000	2 100	

Fuente: Productores de salmónidos

de los costos operativos, es necesario reducir los desechos y mejorar los resultados del crecimiento. La reducción del impacto ambiental del alimento residual y el mejoramiento en la manipulación a granel en las operaciones, son beneficios adicionales al eficaz manejo del alimento.

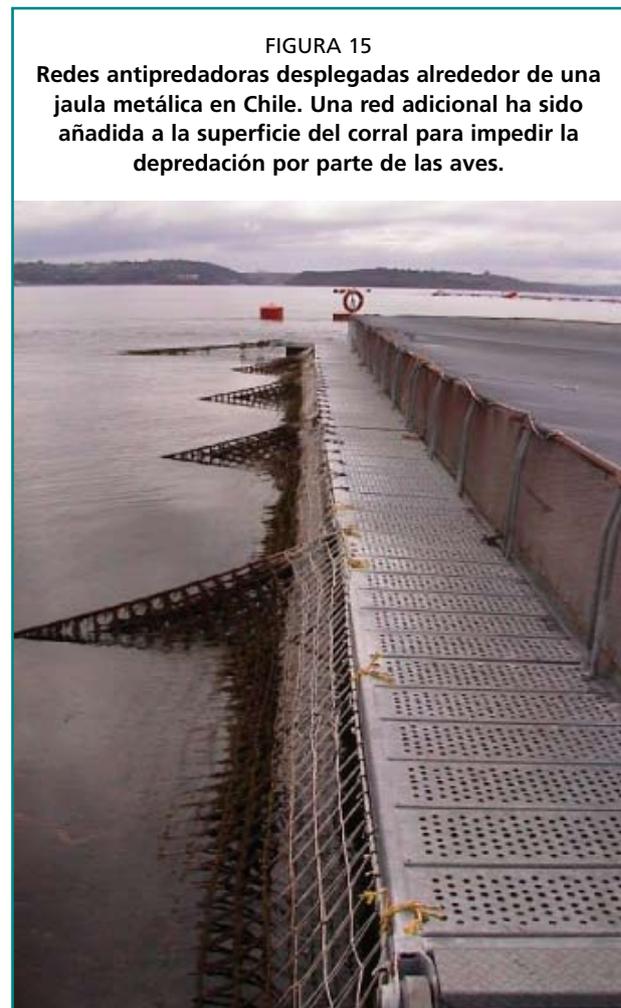
Debido a la expansión continua de la industria, la creciente mecanización no ha causado una reducción generalizada del personal (Intrafish, 2003). Comparado con otras regiones, el número de empleados por centro de cultivo es considerablemente más elevado en las operaciones de cultivo de salmón en Sudamérica, lo que refleja una estructura salarial más baja comparada a la de sus competidores de Noruega, Canadá y Escocia. Este bajo nivel salarial constituye una gran ventaja competitiva para la industria y ha sido un importante factor para el exitoso desarrollo sostenible en Chile (Barrett, Caniggia y Read, 2002).

Efectos ambientales y legislación pertinente

La producción intensiva de una gran biomasa de cualquier especie acuática en un espacio reducido tiene diversas consecuencias ambientales. La rápida expansión y desarrollo de la industria de salmón ha hecho incrementar la preocupación por el ambiente y ha suscitado interrogantes respecto a sus posibles impactos ecológicos. Las autoridades reguladoras ya han señalado la necesidad de minimizar el impacto ambiental, si se desea que la productividad sea sostenible en el tiempo.

Las investigaciones realizadas desde 1996 indican que existe un impacto local negativo sobre el fondo marino en las áreas de cultivo autorizadas. Este impacto está relacionado con los cambios físicos y químicos del sedimento y con la pérdida de biodiversidad bentónica. Estos impactos incluyen la modificación de las comunidades bentónicas, aumento de la carga de nutrientes en aguas litorales, el problema asociado de la floración de algas dañinas, la utilización de distintos tipos de productos químicos y el escape de peces al ambiente natural (Buschmann *et al.*, 2006).

Los estudios realizados por Soto y Norambuena (2004) revelaron que una granja salmonera no tiene efectos en las variables de la columna de agua como el nitrato, amoníaco, ortofosfato y clorofila, lo que pudiera indicar la posibilidad de índices de dilución elevados y procesos de reciclaje. No obstante, existe un cambio importante en las variables del sedimento y una pérdida significativa de la biodiversidad que pareciera estar relacionada no sólo con la carga de materia orgánica y los bajos niveles de oxígeno en el sedimento, sino también con la deposición de cobre (debido a la utilización de pintura en base a



cobre en redes utilizadas). Asimismo, el deterioro ambiental debido a la elevada concentración de materia orgánica en los sedimentos puede afectar la salud de los peces cultivados y, en consecuencia, la rentabilidad.

Es evidente que en Chile se requiere con urgencia de investigaciones adicionales para comprender más a fondo dichos efectos, especialmente si se desea que esta industria se expanda al extremo sur del país. Resulta imposible describir o predecir cuál será el comportamiento del ecosistema sin conocer cómo están distribuidos los componentes del ecosistema en el tiempo, el espacio o la relación de unos con otros, ni entender la relación y los procesos que explican su distribución y comportamiento. Los sistemas de información geográfica (GIS) pueden ser herramientas muy útiles para organizar y presentar datos espaciales de modo que permita una efectiva planificación de la gestión ambiental. No obstante, estos sistemas son un complemento a las investigaciones realizadas en terreno y la evaluación de sus riesgos.

En Chile, la expansión del cultivo de salmón también ha estado relacionada con un incremento en la mortalidad de los lobos marinos (*Otaria flavescens*) debido a que estos quedan atrapados en las redes de cultivo y a que los acuicultores les disparan cuando atacan los sitios donde se cultivan salmón (OECD, 2005). Entre los métodos de control utilizados se incluyen la utilización de dispositivos acústicos y las técnicas de disuasión física; sin embargo, sólo el despliegue de redes antipredadoras alrededor de las jaulas (Figura 15) ha permitido la reducción permanente del ataque de los lobos marinos (Sepúlveda y Oliva, 2005). A pesar de esta protección, algunos lobos marinos han aprendido a saltar por encima de las redes antipredadoras que las rodean. Esto ha requerido de la colocación de redes adicionales por encima del nivel del agua para frustrar las estrategias de estos predadores inteligentes, acrobáticos y bien adaptados (Figura 16).

El daño ocasionado a las redes por los lobos marinos o por otras causas puede dar por resultado significativas pérdidas de peces al ambiente. El peor y único accidente a la fecha fue el escape de aproximadamente 1 millón de salmones durante una fuerte tormenta en julio del año 2004. Estos escapes masivos de salmónidos carnívoros pueden tener un grave efecto sobre la población de peces nativos debido a una mayor depredación, introducción de enfermedades y a otras interacciones con el hábitat (Soto, Jara y Moreno, 2001). Esto es particularmente

cierto en los ambientes de agua dulce, donde una alta proporción (93 por ciento) de las especies ya han sido clasificadas como especies amenazadas (OECD, 2005; Soto *et al.*, 2006). El escape de salmones hacia el ambiente marino puede repercutir en las operaciones de otras partes interesadas como la pesca costera comercial y recreativa. El Reglamento Ambiental para la Acuicultura (RAMA) requiere que cada centro de cultivo cuente con un plan de emergencia en el que se aborden los riesgos derivados de la mortalidad, escape de peces y el derrame accidental de alimentos. Los operadores necesitan demostrar un plan de contingencia viable que garantice la captura de los peces que se escapan dentro de un radio de 400 m de la granja por cinco días (esto se puede incrementar a un máximo de 5 km y 30 días en casos extremos). Sin embargo, aún no está claro cómo funcionarán realmente estos planes de contingencia y qué tan eficaces son los diferentes métodos de captura. Cada caso de escape de peces debe informarse a la autoridad portuaria local y al Servicio Nacional de Pesca (SERNAPESCA).



Con la intensificación de la industria en Chile, distintas enfermedades se han vuelto comunes, incluyendo las causadas por patógenos bacterianos (*Vibrio* sp. y *Streptococcus*), el piojo de mar (*Caligus* sp.) y el virus de necrosis pancreática infecciosa (IPNV). *Piscirickettsia salmonis* es una pequeña bacteria intracelular que causa septicemia mortal en los salmónidos. Desde que fue aislada por primera vez a fines de la década de los 80, la *P. salmonis* ha sido la principal causa de mortalidad en esta industria en Chile. Tan sólo en 1995, más de 10 millones de salmones murieron durante las operaciones marinas de cultivo en jaulas, con un impacto económico estimado en 49 millones de dólares EE.UU. Un efectivo control de salud, diagnóstico rápido y la intervención oportuna con sustancias antimicrobianas han hecho mejorar enormemente la situación. Sin embargo, el uso continuo de antibióticos ha suscitado inquietudes. Ahora es un requisito que todos los lotes de salmón cosechados destinados al mercado de los Estados Unidos de América y Japón sean analizados para la detección de residuos de antibióticos. SERNAPESCA está revisando tres programas sanitarios generales (manejo de enfermedades, manejo de alimentos y vacunación) para establecer la presentación obligatoria de informes respecto a la utilización de antibióticos en las granjas salmonícolas. El Reglamento Sanitario para la Acuicultura (RESA) de 2001, basada sobre la prevención y control de enfermedades de alto riesgo en las especies acuáticas, acuerda diferentes aspectos para el control sanitario, fiscalización epidemiológica y la erradicación de enfermedades infecciosas en los centros de cultivo. El programa de control de residuos de SERNAPESCA ha estado brindando más recursos ante el aumento del número de inspecciones in situ (OECD, 2005).

En los países productores de salmón como Noruega y el Reino Unido, el desarrollo efectivo de vacunas para infecciones bacterianas ha sustituido la dependencia de los antibióticos. Debido a la naturaleza intracelular de la *P. salmonis*, las vacunas existentes contra este patógeno no han resultado tan eficaces en comparación con otros patógenos bacterianos, a pesar de que se utilizan cada vez con mayor frecuencia. Actualmente, la industria está desarrollando vacunas más eficaces (Birkbeck *et al.*, 2004).

Pinturas que previenen en el crecimiento de organismos incrustantes en las redes son utilizadas en esta industria garantizando el normal flujo de agua a través de las jaulas. Estas pinturas *antifouling*

que contienen cobre como ingrediente principal pueden eventualmente causar un impacto sobre el ambiente (Barrett, Caniggia y Read, 2002). El RAMA requiere que el cambio de redes y las operaciones de lavado se lleven a cabo en lugares especializados en la costa, y que estas instalaciones realicen tratamiento de su agua para reducir los efectos ambientales.

Con el RAMA se introdujo el concepto de caracterización preliminar del centro de cultivo, que exige a los solicitantes de cualquier concesión de producción nueva (en tierra o mar) a someterse a una evaluación de impacto ambiental (EIA). Asimismo, todos los centros de cultivo existentes deben llevar a cabo un control ambiental anual como parte del programa de información ambiental (INFA). Si las condiciones anaeróbicas prevalecen en los sedimentos superiores (bajo las jaulas) por dos años consecutivos, la zona de cultivo debe reducir en un 30 por ciento la biomasa producida en el tercer año y cada año a partir de entonces hasta que mejoren las condiciones del oxígeno en los sedimentos.

Debido a que el crecimiento de la industria ha sido orientado en gran parte a las exportaciones, la responsabilidad corporativa ambiental está mejorando, particularmente entre los centros de cultivo y compañías más importantes. En el año 2002 se firmó un Acuerdo de Producción Limpia (APL) entre los productores. Este acuerdo determinó un plazo de dos años para el tratamiento y disposición final de los residuos sólidos y líquidos de los centros de cultivo y plantas procesadora con el fin de que los productores cumplieran con la normativa ambiental vigente. El acuerdo también contempla el control y la erradicación de enfermedades de alto riesgo. La certificación ambiental del cultivo de salmón se ha incrementado y los centros de cultivo más grandes ya cuentan con certificación ISO 14001. El proceso de certificación condujo a la elaboración de un Código de Buenas Prácticas Ambientales que incluye los criterios de sustentabilidad para todas las fases del cultivo de salmón (OECD, 2005).

En 1991, la Ley General de Pesca y Acuicultura creó áreas específicas para la cría de peces en el mar con el fin de garantizar que el cultivo acuícola no entre en conflicto con otras actividades como la pesca, navegación, turismo y protección de la naturaleza. No se podrán autorizar concesiones en reservas marinas (áreas de reproducción para la población de peces) y en los parques marinos recientemente creados. Las áreas acuícolas y sus límites en aguas

marinas se han delimitado por decreto en ocho regiones. No pueden autorizarse más áreas para la acuicultura en los lagos chilenos. Esta restricción ha contribuido a la expansión de la acuicultura en estanques e instalaciones de producción en aguas dulces interiores (OECD, 2005). En 2003, se implementó la Política Nacional de Acuicultura (PNA) como marco jurídico para regular el sistema y unirse a las distintas políticas y entidades legales relacionadas con las actividades acuícolas para que de esta manera, exista una «ventanilla única» en donde tramitar la documentación y los permisos, la que en su mayoría se realizan a través de Internet.

Los centros de cultivo de salmón consumen actualmente una tercera parte de la producción nacional de harina de pescado. Predicciones recientes indican que la demanda de recursos finitos de harina de pescado se incrementará notablemente en un futuro cercano, especialmente luego del espectacular aumento en la demanda de China. La derivación de proteína de fuentes alternativas de producción en tierra para sustituir los ya costosos insumos como aceite y harina de pescado dentro la región se volverán cada vez más importante (Barlow, 2003). La industria salmonera ha hecho frente a este proceso desde el año 2000, en que el 50 por ciento de la materia prima utilizada era Harina de pescado. En la actualidad dicho porcentaje se ha reducido a un 27 por ciento. En el caso del aceite de pescado, su utilización disminuyó de 25 % a 16 % en el año 2006.

Estos logros, que requirieron un gran esfuerzo económico, fueron posibles gracias a la investigación concertada que llevaron a cabo las compañías fabricantes de alimento y los centros de investigación tanto en Chile como en el exterior. Dichos estudios consideraron la formulación de nuevas dietas, su eficacia productiva, así como el bienestar, la calidad, la nutrición y la salud de los peces. El reemplazo de la harina de pescado también debe ser aceptado por el consumidor, y las materias primas que éstos utilizan deben ser sostenibles y no dañinas al medioambiente. Cualquier deficiencia en alguno de los nutrientes esenciales reducirá el crecimiento e incrementará el índice de conversión alimenticia (FCR). Las patologías nutricionales pueden ser resultado de una deficiencia crónica extrema. Por lo tanto, los fabricantes de alimento están bajo una gran presión para proporcionar un buen equilibrio de productos que sean aceptables en cuanto a precio, composición, palatabilidad, digestibilidad, nutrientes/antinutrientes, seguridad microbiológica y propiedades funcionales.

La soya, lupino, raps, arvejas, maíz, trigo, proteínas derivadas de la avicultura, las bioproteínas, etc., son algunos de los ingredientes que han estado utilizándose para reemplazar la harina de pescado. El aceite de pescado se puede reemplazar hasta un 50 por ciento por aceites vegetales sin afectar el rendimiento productivo, el bienestar o la calidad nutricional de los peces. Actualmente (año 2006), entre un 35 y 50 por ciento del aceite que se agrega a las dietas es de origen vegetal.

La demanda creciente de nuevas materias primas ha tenido un efecto notable en el sector agrícola del sur de Chile, particularmente en el cultivo de raps, trigo y lupino. En el caso del raps, el número de hectáreas cultivadas se ha incrementado más de 10 veces en los últimos tres años y se espera que aumente otro 20 por ciento durante la temporada de 2006. Por otra parte el número de hectáreas cultivadas de lupino se ha incrementado aproximadamente en un 75 por ciento en los últimos cuatro años y se espera que aumente otro 13 por ciento más en 2006.

Aspectos económicos y mercados

Los salmónidos son responsables de aproximadamente el 6 por ciento del total de las exportaciones de Chile y recientemente sobrepasaron a las exportaciones de vino en importancia comercial (Carvajal, 2006). En 2004, la exportación chilena de salmónidos (por valor) hacia sus principales mercados en los Estados Unidos de América, Japón y la Unión Europea (UE) consistió en 61 por ciento de salmón, 23 por ciento de trucha y 16 por ciento de coho. Los productos de salmón fresco se exportan a los Estados Unidos de América por carga aérea, mientras que el salmón congelado se exporta por mar a Japón y Europa. Los productos con valor agregado son responsables de la mitad de las exportaciones de la industria, con 37 por ciento de filetes frescos y 36 por ciento de filetes congelados. Otros mercados tanto en Asia como en América Latina (particularmente Brasil) y el Caribe se han vuelto cada vez más importantes (Cuadro 9).

Uno de los principales desafíos de Chile es la distancia de este país con respecto a sus principales mercados de exportación, así como su dependencia en los mercados de los Estados Unidos de América y Japón, lo que ha vuelto vulnerable las exportaciones de Chile a las tendencias económicas y las políticas comerciales (Bjørndal, 2002). Chile ha firmado varios acuerdos bilaterales y multilaterales de libre comercio, incluyendo el firmado con los Estados Unidos de América (2003) y la Unión Europea

CUADRO 9.
Exportación de salmón y trucha chilenos a los principales mercados (valor y volumen)

Mercado	Valor (millones de \$EE.UU. FOB Chile)										
	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Japón	295	295	366	337	471	477	436	403	427	566	638
Estados Unidos de América	136	177	214	270	259	358	364	414	544	575	606
Unión Europea	35	31	37	45	34	57	77	62	58	118	240
América Latina	16	26	37	47	39	53	51	47	56	79	84
Otros mercados	7	9	15	15	15	29	37	48	62	101	153
Total	489	538	668	714	818	973	964	973	1 147	1 439	1 721
Mercado	Volumen (toneladas x 000)										
	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Japón	58	80	93	105	92	111	158	162	119	154	151
Estados Unidos de América	29	41	46	52	45	65	88	108	117	124	119
Unión Europea	6	6	8	10	7	11	22	21	14	24	48
América Latina	3	6	9	11	9	13	17	19	17	23	24
Otros mercados	1	2	4	4	3	6	16	21	19	29	43
Total	98	135	160	182	155	206	300	331	286	355	384

Fuente: Salmon Chile (2005)

(2002). Además, el Mercado Común del Sur (MERCOSUR) ha estimulado las exportaciones hacia los países sudamericanos.

Factores sociales

En los últimos 10 años, el cultivo de salmónes en Chile ha sido un importante factor para el crecimiento del desarrollo económico, particularmente en la Región X, donde se ha registrado una de las tasas de empleo más altas del país (Instituto Nacional de Estadísticas – INN, 2006). La concentración de las operaciones de cultivo en jaulas en localidades específicas ha atraído a otras actividades relacionadas como fabricantes, servicios veterinarios y compañías aseguradoras para formar una agrupación industrial que abarca más de 200 compañías. Esta «agrupación del salmón» ha tenido un efecto importante en una región en donde anteriormente, registraba uno de los niveles de vida más bajos del país (Salmón Chile, 2005).

Sin embargo, a pesar del progreso inicial, aún hay mejoras por hacer. Estudios recientes demuestran que el nivel de pobreza nacional en el período 2000–2003 disminuyó de 24,7 por ciento a 21,6 por ciento en la Región X, en comparación con una reducción de 20,6 por ciento a 18,6 por ciento a nivel nacional (Cárdenas, Melillanca y Cabrera 2005). En 2004, la industria salmonera generó empleos directos e indirectos a 45 000 personas en total; 80 por ciento de éstos se concentraron en la Región X. Un total

de 35 por ciento de los trabajadores en la industria salmonera chilena son mujeres (Carvajal, 2005a).

Sin embargo para otros interesados en la zona costera ha habido algunos conflictos de intereses. Los pescadores artesanales han perdido sus lugares tradicionales de pesca y buceo en las proximidades de las jaulas de salmón, dado que las compañías suelen imponer informalmente zonas de exclusión alrededor de las zonas salmoneras sin justificación legal. No obstante, las comunidades pesqueras locales están buscando maneras de adaptarse a las nuevas circunstancias y una de ellas es mediante la concesión de áreas marinas autogestionadas. Por ejemplo, con apoyos financieros y administrativos, un sindicato de pesca artesanal ha logrado obtener la primera concesión marítima en la Isla Grande de Chiloe, donde 25 de sus miembros ponen a la venta ostras y algas cultivadas. Aunque la globalización ha tenido un efecto modernizador notable en la región, hay pocos indicios de que la gente esté renunciando a la pesca tradicional, vendiendo terrenos o perdiendo su estilo de vida debido al impacto de la salmonicultura (Barret Caniggia y Read, 2002). Por el contrario, el cultivo del salmón ha tenido un efecto importante, y ha logrado reducir la migración de jóvenes de las zonas rurales a las ciudades debido a la disponibilidad de nuevos empleos dentro del sector acuícola.

A pesar del exitoso desarrollo de esta industria en Chile, algunas organizaciones no gubernamentales

(ONG) han criticado los impactos ambientales de la acuicultura y actualmente también, la violación de lo que ellos consideran sus derechos laborales. Según estas organizaciones, la industria salmonera no permite el desarrollo sostenible y su capacidad de generar empleos no se traduce en mejores tasas de ingreso en la región. Estas críticas han requerido que la industria salmonera se vea en la ardua labor de justificar su desarrollo y de abordar las cuestiones que pueden mejorarse.

Producción de salmónidos en la región (excluyendo Chile)

La producción de salmónidos en la región (excluyendo Chile) consiste principalmente en el cultivo de la trucha arcoiris, lo que, en su mayoría, se lleva a cabo en tierra, en sistemas de agua dulce como estanques de tierra y canales (Cuadro 10). En Perú y Bolivia se ha desarrollado la producción a pequeña escala de trucha en jaulas dentro de lagos naturales como el Titicaca y también en lagunas artificiales como la Corani en Cochabamba (Collao, 2003). Muchos de estos proyectos están orientados a reducir la pobreza y a beneficiarse de la asistencia con capital extranjero, como el financiamiento proporcionado por la Agencia de los Estados Unidos de América para el Desarrollo Internacional (USAID), CARE, el Centro Internacional de la Papa, la UE y el Banco Interamericano de Desarrollo. Las operaciones peruanas en el Lago Titicaca han ayudado a alrededor 200 familias a constituir 33 microempresas. Más del 50 por ciento de las operaciones están dirigidas por mujeres

FIGURA 17
Operaciones en una granja de trucha en el Lago Titicaca, en donde el 50 por ciento de las operaciones están dirigidas por mujeres



FAO/A. ODOU

(Figura 17). En muchos casos, esto ha conducido a un cambio radical en la estructura familiar: los hombres se quedan en la casa a cuidar de los hijos, mientras su esposa se encarga de las distintas fases de producción. Las asociaciones empresariales han puesto en marcha tres modernos centros piloto para la producción y capacitación en Capachica, Juli y Chucuito con el fin de demostrar y transmitir las

CUADRO 10

Producción de trucha arcoiris en América Latina y el Caribe (toneladas). Nótese que el cultivo en jaulas no se especifica para agua dulce

País	Medioambiente	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Chile	Marino	71 073	47 164	78 911	109 142	108 771	106 464
Colombia	Agua dulce	6 241	7 816	9 016	7 000	5 000	4 248
México	Agua dulce	1 517	2 272	2 520	3 309	3 444	3 444
Chile	Agua dulce	4 035	3 250	655	753	2 910	3 114
Perú	Agua dulce	1 479	1 608	1 857	2 675	2 981	3 111
Brasil	Agua dulce	791	1 229	1 447	1 939	2 377	2 275
Argentina	Agua dulce	1 000	781	952	950	900	1 231
Costa Rica	Agua dulce	104	181	250	210	500	500
Bolivia	Agua dulce	320	328	335	250	328	274
Venezuela	Agua dulce	540	540	500	300	500	99
Ecuador	Agua dulce	0	54	33	33	33	0
Total cultivo en agua dulce	Agua dulce	16 027	18 059	17 565	17 419	18 973	18 296
Total trucha arcoiris	Todos	87 100	65 223	96 476	126 561	127 744	124 760

Fuente: FAO Fishstat Plus Database (2005).

CUADRO 11

Producción acuícola de tilapia en América Latina y el Caribe (toneladas); nótese que no se especifica el cultivo en jaulas

País	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Brasil	24 062	27 104	32 459	35 830	42 003	62 558
Colombia	17 665	19 842	22 870	22 500	23 000	23 403
Costa Rica	5 398	6 588	8 100	8 500	13 190	14 890
Ecuador	1 730	4 400	9 201	5 159	6 903	9 727
México	5 398	7 023	6 726	8 845	7 271	7 271
Honduras	506	792	927	1 244	2 000	3 508
Jamaica	3 360	4 100	4 500	4 500	6 000	2 513
Guatemala	1 570	2 832	1 888	2 000	2 000	2 000
Rep. Dominicana	446	445	994	612	766	766
El Salvador	277	139	56	29	405	654
Cuba	540	1 060	730	480	500	650
Guatemala		428	392	415	415	415
Guyana	180	366	366	366	366	366
Perú	85	60	47	225	121	112
Venezuela	2 010	2 320	970	1 250	560	108
Panamá	55	634	900	1 181	500	95
Otros	100	152	263	202	104	56
Total	63 382	78 285	91 389	93 338	106 104	129 092

Fuente: FAO Fishstat Plus Database, 2005

tecnologías más avanzadas a las microempresas asociadas del área (IDB, 2005).

Titicaca es el lago navegable más alto del mundo (3 900 m sobre el nivel del mar) y cubre 8 200 km². No se ha documentado totalmente el impacto del cultivo de trucha, pero la introducción de salmónidos en dichos ambientes ha implicado una disminución de las especies nativas del lago y la desaparición de otras especies andinas como las *Orestias* y *Trichomcterus* en Colombia y Chile (FAO, 1988). Otra preocupación es el incremento en el insumo de nutrientes, particularmente de fósforo y nitrógeno, en este tipo de sistemas de agua dulce en tierras altas.

Producción de tilapia

La producción de tilapia manifiesta un crecimiento impresionante, lo cual la convierte, después del salmón y el camarón, en uno de los productos acuícolas más exitosos en su ingreso al comercio internacional. La tilapia que es nativa de África y el Medio Oriente, se ha convertido en uno de los pescados de mayor importancia en términos de consumo en el mundo. En América Latina y el Caribe, las tilapias que en mayor medida se han cultivado son la tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*), la tilapia Mozambique (*O. mossambicus*),

la tilapia azul (*O. aureus*) y sus híbridos (P. ej., la tilapia roja). Estas especies se producen en toda la región (Cuadro 11) mediante distintos sistemas de cultivo, pero principalmente en estanques.

Las tilapias son peces omnívoros muy resistentes que se alimentan a un nivel trófico bajo. Debido a esto último, resulta relativamente económico alimentarlas mediante sistemas extensivos, pudiendo cultivarse en condiciones ambientales menos óptimas. Dentro de los sistemas intensivos, este pez puede alimentarse con dietas de fórmula con un alto porcentaje en proteínas vegetales y aceites (Watanabe *et al.*, 2002). Varios países de la región pueden producir soja y maíz, aptos para apoyar a la industria de los alimentos para peces (Kubitza, 2004a). Junto con la tilapia también se cultivan otras especies de agua dulce como la cachama negra (*Colossoma macropomum*) y la cachama blanca (*Piaractus brachypomus*) (Alcantara *et al.*, 2003; Gomes *et al.*, 2005).

Las tilapias pueden cultivarse mediante sistemas extensivos, semiintensivos e intensivos. Los sistemas más intensivos incluyen normalmente la acuicultura en jaulas (Figuras 18 y 19). Sin embargo, la mayor parte de la producción se obtiene probablemente de la acuicultura extensiva de las granjas en tierra. Existen también varios casos

FIGURA 18
Jaulas para tilapia en Costa Rica



FIGURA 19
Jaulas para tilapia en Costa Rica



en los que la producción de tilapia complementa las plantas hidroeléctricas (por ejemplo, la Central Hidroeléctrica Paula Afonse en Bahía, Brasil).

SISTEMAS DE CULTIVO EN JAULAS

Los sistemas de cultivo en jaulas son responsables de menos del 10 por ciento de la producción acuícola total de tilapia en la región de América Latina y el Caribe, aunque se predice que esta proporción se incrementará hasta un 30 por ciento para el año 2010 (Fitzsimmons, 2000a). El cultivo de tilapia en jaulas se está expandiendo en algunos países como México, Brasil, Colombia (Watanabe *et al.*, 2002), Honduras, Nicaragua y Cuba. Las operaciones de cultivo en jaulas requieren menos inversión de capital, permiten una mayor flexibilidad de manejo y tienen costos de producción más bajos que el cultivo en estanques y canales. Además, el ciclo de reproducción de la tilapia se interrumpe en las jaulas, lo cual permite criar poblaciones de ambos sexos sin que haya problemas de madurez sexual o crecimiento retardado (Orachunwong, Thammasart y Lohawatanakul, 2001; Gupta y Acosta, 2004). Las primeras pruebas iniciales han sido llevadas a cabo exitosamente para evaluar la producción de tilapia roja en condiciones estuarinas y marinas (Fitzsimmons, 2000a).

La tilapia puede ser cultivada a alta densidad en jaulas que mantienen libre la circulación del agua. La construcción de las jaulas varía ampliamente, desde los recintos sencillos de bambú hasta los diseños complejos de acero y plástico. Para el cultivo de tilapia se utilizan jaulas (jaulas que flotan en la superficie), corrales (jaulas que sobresalen en la superficie y descansan en el fondo) y encierros

(corrales de madera que cercan porciones de una laguna). Los corrales son atados a postes que llegan al subsuelo. Las jaulas flotantes pueden utilizar tambores de metal o plástico, tubos sellados de cloruro de vinilo (PVC) o poliestireno (Figura 20). El tamaño de las jaulas varía entre 1 m³ y más de 1 000 m³ (Figura 21). En las jaulas más pequeñas se utilizan normalmente anillos de alimentación para retener el alimento flotante y prevenir desperdicios (McGinty y Rakocy, 2003).

Los sistemas de producción intensivos implican la utilización de mayor tecnología, incremento en densidades, mayor intercambio de agua, alimento especial para peces, etc. La producción también es más elevada. La tecnología introducida a estos sistemas consiste principalmente en la utilización de jaulas pequeñas (gaviolas) con redes (Figura 22),

FIGURA 20
Jaulas para tilapia en Costa Rica



FIGURA 21
Jaulas para tilapia en Brasil



CORTESÍA DE F. KUBITZA

FIGURA 22
Jaulas para tilapia en Costa Rica



que se colocan en embalses hidroeléctricos y lagos. El nivel de producción dependerá de la calidad del agua (temperatura, tamaño, profundidad, reemplazo, productividad con alimentos naturales, etc.).

Brasil domina la industria del cultivo de tilapia en jaulas y las operaciones comerciales dedicadas a este tipo de cultivo constituyen los principales proveedores de la tilapia que se vende en el país y en el extranjero. Se están cultivando cinco variedades de tilapia roja, con una producción anual estimada de 80 000 toneladas. El cultivo semiintensivo de tilapia roja en jaulas de 4 a 18 m³ ha permitido a los productores brasileños alcanzar niveles de productividad de 100 a 305 kg/m³ por ciclo (Gupta y Acosta, 2004) (Cuadro 12). Nótese que las jaulas más pequeñas tienen un mejor rendimiento debido a un mejor intercambio de agua y, por lo tanto, son más populares entre los piscicultores.

Otros ejemplos de producción en la región son:

- A una densidad de repoblación de 550 alevines/m³, la producción podría ser de 330 kg/m³ de peces cosechados a 500 g en cuatro meses.
- A una temperatura del agua de 26 °C, los peces que pesan 0,5 g (2 cm de largo) pueden ser cosechados a 400 g en 116 días.

CUADRO 12
Ejemplo de sistemas semiintensivos de producción de tilapia en Brasil

Tamaño de la jaula	Densidad de repoblación (alevines/m ³)	Productividad (kg/m ³)
Pequeña (< 5 m ³)	100 – 600	150
Grande (> 5 – 100 m ³)	25 – 100	50

La tilapia macho introducida en jaulas pequeñas o gavias (5 m³) a 200–600 peces/m³ puede rendir 50–300 kg/m³, dado que dichas jaulas son más productivas debido a un intercambio de agua mucho más eficiente.

Cultivo de tilapia en jaulas en América Latina y el Caribe

Se predice que la producción de tilapia en la región alcanzará aproximadamente las 500 000 toneladas para 2010; y alrededor del 30 por ciento provendrá de las operaciones de cultivo en jaulas (Fitzsimmons, 2000a).

Tan sólo Brasil tiene más de 6,5 millones hectáreas de embalses, lagos y represas con una capacidad potencial para producir 700 000 toneladas de tilapia al año. Con un clima óptimo durante todo el año y sus ricos recursos de agua y de bajo costo, Brasil cuenta con una de industrias de tilapia más grandes y de más rápido crecimiento en la región.

El cultivo en jaulas actualmente representa menos del 10 por ciento de las 175 000 toneladas de producción acuícola en Brasil (Kubitza, 2004b) y la mayoría de los cultivos se llevan a cabo en sistemas dentro de estanques. La utilización de jaulas para la cría de tilapias y peces nativos (tambaquí y pacú) se está popularizando y ahora se encuentran jaulas pequeñas en los principales embalses del país. La producción actual se concentra en el sur y sureste del país (Paraná, Sao Paulo y Santa Catarina). Desde el año 2000 existe una tendencia a expandir la producción hacia los estados tropicales nororientales, principalmente en Bahía y Ceará. Con extensas áreas aptas para el cultivo en jaulas y dado su cercanía con mercados internacionales,

Ceará es uno de los estados más prometedores para los productores de tilapia en Brasil (Kubitza, 2004a).

Dentro de Brasil se ha dado un alto grado de integración entre las empresas públicas y privadas, que incluye operaciones de producción, instituciones de investigación, fabricantes de alimentos y servicios de apoyo (Alceste y Jory, 2002).

Se espera que la acuicultura brasileña se vuelva cada vez más competitiva en los mercados internacionales y que la producción siga aumentando a escala industrial. Con la creación de la Secretaría Especial de Acuicultura y Pesca (SEAP) en 2003, el sector acuícola está atravesando un período de mejor organización y desarrollo. A medida que la legislación se vuelve más definida, la inversión en la acuicultura en jaulas va en aumento.

México cuenta con extensos recursos de agua dulce y marina, y el cultivo en jaulas se ha desarrollado en todas las regiones del país. En el sector acuicultura existen dos partes interesadas: el sector privado, conformado por inversionistas con más recursos financieros, y el sector social, que incluye comunidades de la reforma agraria y organizaciones comunales, así como cooperativas de producción conformadas principalmente por personas de escasos recursos. Según FAO (2003), el cultivo en jaulas en México consiste en alrededor 87 unidades (de un total de 1 963) con un volumen de 88 913 m³.

El Gobierno de México ha formulado un Proyecto Nacional de Desarrollo de la Acuicultura junto con el Banco Mundial para fomentar la producción de tilapia a nivel nacional. Como parte de este proyecto, se tiene contemplado crear tres parques acuícolas para cultivar tilapia en complejos de jaulas flotantes. Cada complejo incluirá 100 jaulas de 6,5 m³ cada una. Distintos expertos mexicanos y extranjeros realizarán los estudios de impacto ambiental y social en cada sitio requeridos para los proyectos apoyados por el Banco Mundial. El objetivo es apoyar una intensificación de la producción de tilapia por medio de una demostración a gran escala de la eficacia del cultivo de tilapia en jaulas (Fitzsimmons, 2000b).

En Colombia, la tilapia se produce en los grandes embalses construidos para la generación hidroeléctrica. El volumen de las jaulas oscila entre 2,7 y 45 m³, con un volumen total superior a los 13 000 m³ en 1997. Los machos de sexo revertido que se producen en criaderos en tierra se siembran en jaulas para engorde cuando pesan 30 g y son criados hasta alcanzar los 150–300 g

en seis u ocho meses. Los peces se alimentan con alimentos extruidos con 24–34 por ciento de proteína cruda. Las infecciones por estreptococo han sido problemáticas, y la supervivencia es de un promedio del 65 por ciento. El rendimiento anual a densidades finales de 160–350 peces/m³ es de 67–116 kg/m³ (Fitzsimmons, 2000a).

La tilapia roja se produce en jaulas octagonales de 75 m³ en la Represa Poechos, en el distrito de Lacones, en Perú (Carvajal, 2006). La producción de esta región se estima en 600 toneladas anuales. También hay otra instalación de tilapia en jaulas en la Laguna Encantada (provincia del Huaura), donde se producen 50 toneladas anuales.

En Panamá, un sistema de jaulas flotantes en el Lago Gatún con 18 unidades de jaulas de 48 m³ produjo más de 6 toneladas de peces por jaula, con un peso promedio vivo de 1 kg. Esto se procesó como filete fresco para el mercado de Miami (Alceste y Jory, 2002). En 2006 comenzará la producción de tilapia roja en jaulas en el Lago Chagres.

En Honduras, la mayoría de los proyectos relacionados con la producción de tilapia se efectúan en estanques, y la industria cuenta con aproximadamente 1 600 productores y 19 000 y 50 000 trabajadores directos e indirectos, respectivamente. En 1999, el cultivo de tilapia del Nilo en jaulas se introdujo al Lago Yojoa como parte de un proyecto de investigación realizado conjuntamente entre DIGEPESCA (Dirección General de Pesca y Acuicultura) y la Misión Técnica de Taiwán en Honduras en 1998. En 1999, el proyecto consistía de 52 jaulas y tuvo una producción anual de 118 toneladas de peces vivos. El proyecto posteriormente pasó a manos de tres cooperativas de antiguos pescadores. La operación se expandió a 76 jaulas y la producción aumentó a 173 toneladas por año. Cada jaula mide 6 x 6 x 2,5 m y tiene un volumen de 90 m³. Los peces se crían en cuatro etapas hasta alcanzar un tamaño promedio de cosecha de 500–600 g. El mercado de la tilapia se realiza mediante ventas directas y a través de intermediarios. Las jaulas se manejan a 44 por ciento de su capacidad instalada debido a la falta de los recursos financieros necesarios para lograr una producción plena (fondos para adquirir alevines y capital operativo). La cosecha y venta de los peces se realiza principalmente durante los meses de enero a mayo. El resto del año es dedicado a la repoblación de jaulas y a las ventas esporádicas. Su producción sobrepasa los 1 290 kg/jaula en los ciclos de engorde que duran aproximadamente ocho meses. El alimento representa alrededor de

44 por ciento de los costos de producción. Puesto que el ambiente de cultivo no está controlado, existen algunos riesgos para la producción, como por ejemplo cambios rápidos en la temperatura y bajos niveles de oxígeno disuelto.

En Nicaragua, a pesar de las múltiples quejas de los ambientalistas, existen 32 jaulas en donde se produce tilapia del Nilo en el Gran Lago.

En 2006 se inició un proyecto de cultivo de tilapia en Cuba, en las regiones de San José del Jobo, Palma Hueca, La Yaya, Cascorro 88, La Chorrea, San Juan de Dios, Las Piedras y Najasa. El proyecto contempló un total de 800 jaulas con una producción de 470–500 kg por jaula. El proyecto se orienta al mercado nacional y el de exportación (peces de 300–350 g) (www.aqua.cl-21-09-2006).

En resumen, el cultivo de tilapia en jaulas se está expandiendo en muchos países de la región incluyendo Perú, Costa Rica, Honduras, Panamá, Nicaragua y Cuba (Watanabe *et al.*, 2002). Se predice que la producción en estos países se vuelva más intensiva, con mayor inversión, mejoras en nutrición, aireación, reutilización de agua y control de enfermedades. El cultivo en jaulas seguirá también reemplazando la repoblación de tilapia y la pesca de recaptura que hoy existe en muchos de los embalses de estos países (Fitzsimmons, 2000a).

Efectos ambientales y legislación pertinente

La intensificación de la acuicultura en los embalses podría conducir a conflictos con otras partes interesadas, particularmente debido al incremento de los desechos nitrogenados. Por lo general hay pocos organismos incrustantes o desechos acumulados debajo de las jaulas, ya que las heces de la tilapia flotan y se deshacen rápidamente. No obstante, esto conduce a una mayor dispersión y eventualmente, puede resultar en la eutroficación de los sistemas de agua dulce aumentando la producción de algas y la demanda de oxígeno biológico (Pullin *et al.*, 1997).

Si los embalses son fuentes de agua para el consumo humano, puede que existan aspectos sanitarios relacionadas con el aumento de la nitrificación y de infecciones bacteriales como el estreptococo. Tal vez la mayor preocupación es la liberación al ambiente acuático- por escapes o por la liberación intencional- de especies de peces no nativos altamente productivos y de muy buena adaptabilidad. Esto ha sido particularmente importante en los sistemas de agua natural como el Lago Cocibolca en Nicaragua, el mayor cuerpo de agua dulce en América Latina, donde se ha iniciado recientemente el cultivo de tilapia. Las especies de

cíclidos centroamericanas, en particular, pueden verse vulneradas a ser desplazadas por la tilapia.

Existen varias instituciones en toda la región interesadas en los proyectos de acuicultura. En México, la administración de la legislación en materia de acuicultura (la Ley de Pesca de 2001) está a cargo de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). La Comisión Nacional para la Acuicultura y Pesca (CONAPESCA) es la oficina encargada directamente de la acuicultura. Además, existen otras instituciones con funciones administrativas a nivel local, municipal y estatal. Entre las tareas y responsabilidades de SAGARPA está la de designar las áreas aptas para la acuicultura, reglamentar la introducción de especies y fomentar el desarrollo de la misma. SAGARPA ha desarrollado el Programa Sectorial de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación 2001–2006, que trata de la explotación sostenible de los recursos pesqueros y acuícolas y la promoción de la rentabilidad, tanto económica como social, del sector pesquero y acuícola.

La legislación mexicana incluye leyes exhaustivas para las fases de planificación y operativas. El establecimiento de una instalación acuícola en los cuerpos de agua federal es manejado y controlado por un sistema de concesiones, permisos y autorizaciones expedidos por CONAPESCA. La solicitud debe ir acompañada de una manifestación de impacto ambiental (MIA), y de un informe preventivo o autorización. La Ley Ambiental exige una MIA para aquellas actividades que puedan causar desequilibrios ecológicos o superar los límites y condiciones establecidos.

Si se desarrollan actividades altamente riesgosas que produzcan emisiones, descargas, explotación de recursos naturales y, en general, si existen impactos ambientales causados por la actividad productiva, la MIA debe incluir un estudio de riesgo que contenga los escenarios preventivos y las medidas que surjan del análisis de los riesgos ambientales relacionados con el proyecto, una descripción de las zonas protegidas en torno a las instalaciones y una indicación de las medidas de seguridad ambiental. Las instalaciones acuícolas deben obtener un permiso de cumplimiento de la Comisión Nacional del Agua y todas las aguas residuales deben recibir tratamiento.

Existen regulaciones respecto a especies exóticas, medicamentos, alimentos y hormonas, estando también el uso y aplicación de antibióticos reglamentado. El empleo de nuevos fármacos debe

ser aprobado. Todos los productos pesqueros y marinos deben cumplir con las regulaciones sobre inocuidad alimentaria. La aplicación de la Ley Nacional del Agua (1992) eliminó varias de las restricciones sobre el uso del agua para la acuicultura, particularmente la apertura de embalses y canales de riego para el cultivo en jaulas (Fitzsimmons, 2000b). En Brasil se creó la Secretaría Especial de Acuicultura y Pesca (SEAP) en 2003, y es la principal autoridad para la gestión y desarrollo de la pesca y la acuicultura. La SEAP está elaborando actualmente un Plan Nacional para garantizar el desarrollo de una industria acuícola sustentable. La SEAP también funciona como servicio consultivo a través del Consejo Nacional de Acuicultura y Pesca (CONAPE), que está conformado por representantes del gobierno, y del sector público y productivo. El Instituto Brasileño de Medio Ambiente y Recursos Naturales Renovables (IBAMA), que es otra institución encargada de la pesca, tiene responsabilidades relacionadas principalmente con los asuntos ambientales como la conservación de los recursos naturales (inclusive los recursos acuáticos), las licencias ambientales y el control de la calidad del agua.

El gobierno federal está realizando inversiones estratégicas en el sector acuícola, construyendo criaderos, instalando unidades para demostración de la acuicultura y, al mismo tiempo, entregando líneas financieras de crédito especiales para la industria. Actualmente también se están planificando programas nacionales en apoyo a las cooperativas acuícolas, los servicios de extensión, la investigación y el mercadeo (FAO, 2004). El cultivo en jaulas se desarrolló rápidamente después de que el gobierno incrementara el número de permisos para autorizar el cultivo en jaulas en aguas públicas (Lovshin, 2000). Por ejemplo, la utilización de embalses para la acuicultura es uno de los principales programas de desarrollo creados por la SEAP. El programa nacional se enfoca en seis de los principales embalses, que se ubican en distintas regiones del país, y proyecta una producción potencial de 18 millones de toneladas, incluso si sólo 1 por ciento del área contenida en dichos embalses se utiliza para la acuicultura. El gobierno está actualmente estableciendo regulaciones para el cultivo en jaulas dentro de embalses y otras aguas públicas las cuales, limitarán el área para las jaulas a 1 por ciento del área total del embalse (Kubitza, 2004b).

El establecimiento de la acuicultura está sujeto a licencias ambientales y a la presentación de un

estudio de impacto ambiental. Sin embargo, el sistema de otorgamiento de licencias ambientales de Brasil no implica automáticamente la presentación de dicho estudio. El requisito de un estudio apropiado como condición para obtener la licencia se ha hecho obligatorio, a nivel constitucional, sólo para el establecimiento de actividades que pudieran dañar considerablemente el ambiente (FAO, 2004).

Los principales problemas de salud en el cultivo en jaulas se deben a bacterias como *Aeromonas hydrophila*, *Flavobacterium columnare* y *Streptococcus iniae*; a parásitos como *Ichthyophthirius multifiliis*, *Trichodina* sp, *Argulus* sp. y *Lernaea* sp.; y a hongos como *Saprolegnia* sp. Recientemente, Costa Rica se ha enfrentado a un nuevo patógeno intracelular rickettsial (*Francisella* sp.) que ha causado una alta mortalidad durante las etapas iniciales (desde 1 g y más grandes).

Aspectos económicos y mercados

América Latina y el Caribe son productores y mercados relativamente pequeños en comparación con China y otros países asiáticos (Fitzsimmons, 2000a). América Latina (Ecuador, Honduras y Costa Rica) es el principal exportador de filetes de tilapia frescos a los Estados Unidos de América y, en 2005, los filetes frescos fueron responsables del 35 por ciento del valor total de las importaciones. La tilapia congelada (entera y en filetes) proviene principalmente de China, Taiwan Provincia de China e Indonesia. El consumo de tilapia ha aumentado considerablemente en los Estados Unidos de América durante los últimos años y esto ha estimulado el crecimiento de las granjas de tilapia en América Latina. En el año 2000, 40 469 toneladas de tilapia valoradas en 101,4 millones de dólares EE.UU. se importaron a los Estados Unidos de América, pero esta cifra se incrementó a 134 869 toneladas con un valor de 393 millones de dólares EE.UU. durante el 2005 (USNMFS, 2005).

Es importante, asimismo, el desarrollo adicional del mercado estadounidense, particularmente para obtener mejores precios para la tilapia fresca frente a la tilapia congelada proveniente de Asia (Watanabe *et al.*, 2002). Las importaciones de tilapia en los Estados Unidos de América han ido aumentando a un impresionante promedio de 25 por ciento anual en los últimos cinco años. Ya en 2005 se registró un nuevo récord de 135 000 toneladas de importaciones (Cuadro 13).

Las importaciones de tilapia congelada a los Estados Unidos de América permanecieron estables en 2005, siendo China y Taiwan Provincia de China responsables del 98 por ciento del suministro total.

Sin embargo, el verdadero dominador del mercado de tilapia de los Estados Unidos de América es, sin embargo, el filete congelado de China, cuya importación creció en forma impresionante un 54 por ciento en un año. Todos exportadores de este producto reportaron un cierto crecimiento. Sin embargo, China, que es la responsable del 80 por ciento del suministro total de filetes de tilapia congelados al mercado estadounidense, representó el grueso del incremento, de 28 000 toneladas en 2004 a 44 000 toneladas.

Así, el mercado de tilapia de los Estados Unidos de América está claramente dividido en dos segmentos: el mercado de tilapia congelada, de bajo precio, y el mercado del filete de tilapia fresco, de precio más alto. El precio del filete de tilapia fresco en este mercado se ha estabilizado en 3,85 \$EE.UU./libra, un precio que aparentemente todavía resulta interesante para los exportadores, a pesar de que la tendencia general durante los últimos 10 años ha sido una caída constante en el precio. El precio de los filetes de tilapia congelados es mucho más bajo que el de los filetes frescos. El precio de los filetes de tilapia congelados se estabilizó en el transcurso de 2005 a un bajo nivel

de 1,68 \$EE.UU./libra, menos de la mitad del precio del filete fresco.

Los filetes de tilapia frescos también evidencian una tendencia muy interesante, con un crecimiento del 17 por ciento en 2005 con respecto a 2004 (Cuadro 14). Este notable incremento proviene casi exclusivamente de Honduras, una de las historias más exitosas del cultivo de tilapia en Centroamérica. La otra es Brasil, que triplicó sus exportaciones entre 2004 y 2005. Los países latinoamericanos dominan la importación estadounidense de filetes de tilapia frescos. Se espera que en un futuro cercano, Brasil supere a Ecuador como principal proveedor de filetes de tilapia frescos al mercado de los Estados Unidos.

El problema de enfermedades que ha experimentado la industria de camarones brasileña conducirá a un mayor cultivo de tilapia en los próximos años. China se retiró completamente, subrayando la cercanía y la competitividad de los países latinoamericanos para el lucrativo mercado estadounidense, así como los bajos costos del transporte aéreo. No obstante, esta gran dependencia en el mercado de los Estados Unidos de América vuelve a muchos productores

CUADRO 13

Total de tilapia importada por los Estados Unidos de América – por producto (en toneladas)

Producto	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Producto entero	19 122	21 534	27 293	27 781	38 730	40 748	49 045	57 299	56 524
Filetes congelados	2 499	2 696	4 971	5 186	7 372	12 253	23 249	36 160	55 615
Filetes frescos	2 823	3 590	5 310	7 502	10 236	14 187	17 951	19 480	22 729
Total	24 444	27 820	37 575	40 469	56 337	67 187	90 246	112 939	134 860

Fuente: Tilapia Market Report. FAO, February 2006

CUADRO 14

Importaciones estadounidenses de filetes de tilapia frescos por país de origen (en toneladas)

País	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Ecuador	602	646	1 806	3 253	4 924	6 616	9 397	10 164	10 600
Costa Rica	1 656	2 206	2 310	2 684	3 109	3 206	3 996	4 090	3 734
Honduras	164	436	771	1 038	1 438	2 874	2 857	4 042	6 572
China	0	0	38	59	191	844	857	0	0
Taiwan PdC	8	85	155	82	76	247	281	90	0
Brasil	1	0	0	2	0	112	208	323	963
El Salvador	0	0	0	0	0	78	189	258	307
Panamá	61	4	20	159	350	147	96	93	84
Otros	331	213	209	225	148	64	71	420	470
Gran total	2 823	3 590	5 310	7 502	10 236	14 187	17 952	19 480	22 729

Fuente: Tilapia Market Report. FAO, February 2006.

vulnerables a las restricciones comerciales. Las normas internacionales de inocuidad alimentaria, calidad y medio ambiente se vuelven cada vez más importantes (Carvajal, 2005a).

Además de los mercados de exportación, hay mercados internos, todavía pequeños, pero en crecimiento en algunos países productores de Sudamérica y Centroamérica, particularmente en Brasil, México, Colombia y Cuba. En Colombia y México, por ejemplo, la demanda nacional ha absorbido la producción local, y las exportaciones a los Estados Unidos de América han disminuido. Esta diversificación es benéfica para los productores, dado que los mercados locales hacen reducir los costos de envío y procesamiento.

Los mercados nacionales para la tilapia en la región, por lo general, no están lo suficientemente desarrollados y se requieren de sólidos programas de mercadeo para sostener el crecimiento de la industria. Se ha hecho muy poco para desarrollar mercados nacionales para la tilapia en la región. Esto resulta particularmente importante para los acuicultores en pequeña escala, quienes enfrentan mayores dificultades en alcanzar los requerimientos de volumen y tamaño de los mercados de exportación.

En Brasil, por ejemplo, la tilapia se comercializa como pez vivo, cosechado fresco, salado, congelado y en filete. Los precios en \$EE.UU./kg varían en el mercado dependiendo del tipo de pez: 0.87–1.05 para el pez vivo, 0.53–0.70 para el pescado fresco, 0.35–0.70 para el pescado salado y 2.10–3.51 para los filetes (El Periódico de Acuicultura, Marzo 2004, # 2, año 1).

En la región, el cultivo en jaulas es responsable del menos del 10 por ciento de la producción total de tilapia, y el desarrollo adicional de los pequeños proveedores se basará probablemente en el cultivo en estanques por implicar éste una menor inversión. No obstante, se espera que la acuicultura en jaulas siga creciendo, particularmente en el caso de países como Nicaragua, Honduras y Cuba, donde ya ha habido cierta inversión extranjera y existen las condiciones ambientales para un crecimiento más rápido.

Cabe señalar que, en 2005, se anunció la alianza estratégica entre una de las mayores compañías salmoneras de Chile y una compañía dedicada al cultivo de tilapia con sede en Costa Rica. La combinación de estos líderes del mercado producirá grandes sinergias a través del intercambio de tecnología y experiencia en las áreas de selección genética, nutrición, sistemas de información y

métodos de cultivo en general y procesamiento. Esta acción repercutirá enormemente en el mercado mundial de la tilapia, particularmente en lo referente al aumento en el consumo en el mercado principal: los Estados Unidos de América.

OTRAS ESPECIES MARINAS

Cultivo de atún

El atún es uno de los productos marinos más comercializados internacionalmente, con un valor mundial de desembarque de más de 3,5 millones de toneladas por año. Esto constituye el 5 por ciento de la pesca total para el consumo humano. Una tercera parte del atún se produce fresco, enfriado o congelado, y se exporta a los principales mercados de Japón, los Estados Unidos de América y la Unión Europea (Paquette, 2003). Además de la pesca de atún, se ha desarrollado una industria acuícola de captura en la que se capturan juveniles en estado silvestre para luego engordarlos en grandes corrales marinos. La producción acuícola mundial de atún rojo y atún de aleta azul del sur, utilizando esta técnica de crianza, superó las 20 000 toneladas entre 2001 y 2002. Existen productores importantes en Australia, Europa productor acuícola de atún de aleta azul, patudo (*T. obesus*) y rabil (*T. albacares*) en la región. En y México (este país representa 3 por ciento de dicho volumen) (Sylvia, Belle y Smart, 2003).

México fue el principal productor de atunes en cultivo durante el año 2003. Los centros de cultivo de atún rojo en México produjeron 2 000 toneladas, cifra que se incrementó a 5 000 toneladas en el año 2005 (Figura 23). Se predice un mayor crecimiento aún si la industria sigue recibiendo inversiones de Japón (ATRT, 2005). La «suelta con retorno» (*ranching*) del atún se inició en México en 1996 con

FIGURA 23
Cultivo de atún en México



un éxito marginal. Esto se debió principalmente a fenómenos meteorológicos como El Niño y el huracán Nora, pero también debido a la falta de experiencia, la cual ocasionó elevadas mortalidades. Sin embargo, el desarrollo en años recientes de varias técnicas innovadoras para la pesca y el cultivo en las operaciones atuneras mexicanas han permitido que algunas compañías surjan como grandes competidoras en una industria relativamente incipiente, pero en crecimiento. México está particularmente bien dotado para el cultivo de atún debido a su clima cálido, al abundante suministro de peces capturados localmente, a la proximidad a los principales aeropuertos en los Estados Unidos de América, a regulaciones favorables y al bajo costo de su mano de obra (Sylvia, Belle y Smart, 2003).

El cultivo se realiza en las condiciones oceánicas, de manera que las jaulas deban ser capaces de resistir el fuerte oleaje, las corrientes y los vientos de mar abierto. Los sistemas de jaulas para el atún tienen típicamente 40–50 m de diámetro, 10–20 m de profundidad y cuentan con capacidad de volúmenes de 18 000–20 000 m³ (Figuras 24, 25 y 26). La densidad de los peces varía entre 2 y 5 kg/m³, mientras que las corrientes oscilan entre <1 y 2 nudos dependiendo del centro de cultivo (Sylvia, Belle y Smart, 2003). En México, las actividades de “*ranching*” se llevan a cabo alrededor de Baja California y Baja California Sur. La compañía más grande opera con más de 15 jaulas (de 50 m de diámetro) las cuales produjeron alrededor de 1 000 toneladas de atún durante el año 2004.

En el año 2004, el valor del atún exportado por México era de alrededor de 89 millones de \$EE.UU., de los cuales menos de la mitad (30 millones de dólares EE.UU.) se exportó a Japón. Exportaciones futuras a Japón se facilitarán por el acuerdo de libre comercio firmado entre ambos países en 2005 (ATRT, 2005). El mercado estadounidense para el atún también se está expandiendo rápidamente, aunque los precios por los productos de primera calidad son más bajos que aquellos. En Japón también se logran precios más altos para peces más grandes. En general, México produce peces de menor talla que otros mercados como el europeo, lo cual se refleja en el precio obtenido (25 \$EE.UU./kg en comparación con 34 \$EE.UU./kg por peces de mayor tamaño) (Paquotte, 2003). Otro efecto económico positivo de la industria atunera es el resurgimiento de las capturas de sardina Sauzal en México al ser éste, el principal alimento del atún cultivado (ATRT, 2005).

FIGURA 24
Cultivo de atún en Baja California, México



CORTESÍA DE MARIA TERESA VAANA

FIGURA 25
Juveniles de atún rojo (*Thunnus thynnus*) criados en jaulas



FAO / D. GEROME

FIGURA 26
Juveniles de atún rojo (*Thunnus thynnus*) criados en jaulas



CORTESÍA DE NOAA

Efectos ambientales y legislación

Puede sostenerse que muchos sistemas acuícolas de ciclo cerrado tienen el potencial para aliviar la presión sobre las poblaciones silvestres capturadas al proporcionar un suministro más sostenible (por ejemplo, el cultivo de bacalao del Atlántico [*Gadus morhua*] en Noruega y el Reino Unido). Sin embargo, la industria atunera depende de la captura de juveniles que posteriormente son engordados y seleccionados antes de ser capaces de reproducir, lo cual incrementa la presión sobre las poblaciones silvestres.

En todas las regiones existe una cuota de captura de atún y esto impide el crecimiento de la industria; sin embargo, estas cuotas tienden a estar mal reguladas (Sylvia, Belle y Smart, 2003). La cría de atún en cautiverio ha logrado algunos avances y ahora se producen juveniles de atún aleta azul del Pacífico (*Thunnus orientalis*) cultivado (es decir, de la segunda generación) (Sawada *et al.*, 2005). Sin embargo, aún resta comercializar eficazmente estas técnicas.

La mayoría de las operaciones todavía depende de peces silvestres capturados como la sardina, la caballa y el calamar, como fuente de alimento. En algunos casos, estos «alimentos» pueden obtenerse y transportarse mundialmente. En Australia existe preocupación porque la importación y alimentación del atún cultivado con especies de peces exóticas fue responsable de las infecciones virales que redujeron las poblaciones nativas de sardina australianas resultando en un enorme impacto ecológico (Dalton, 2004).

Varias áreas a lo largo de la costa de México y sus islas territoriales sustentan grandes colonias de lobos marinos. Estos animales son atraídos hacia las granjas atuneras por el alimento sobrante que cae a través de las jaulas o que se desecha. Debido al tamaño de las jaulas, muchas granjas no utilizan redes predatoras en las jaulas sino que utilizan cercas alrededor del perímetro para impedir que los lobos marinos se tiren sobre las jaulas y salten en ellas. Algunos centros de cultivo utilizan cercos electrificadas alrededor del perímetro superficial de las jaulas. Aunque existan varias técnicas diferentes, los efectos importantes que causan los predadores continúan siendo un problema. El estrés y el poco crecimiento son comunes en la mayoría de los centros de cultivo. Aunque muchos peces sobreviven a los ataques debido a su tamaño, su valor disminuye notablemente en el mercado debido a los daños sufridos (Sylvia, Belle y Smart, 2003). Otros predadores, como los tiburones, son

también atraídos por las jaulas y mueren después de quedar atrapados en las redes (ATRT, 2005).

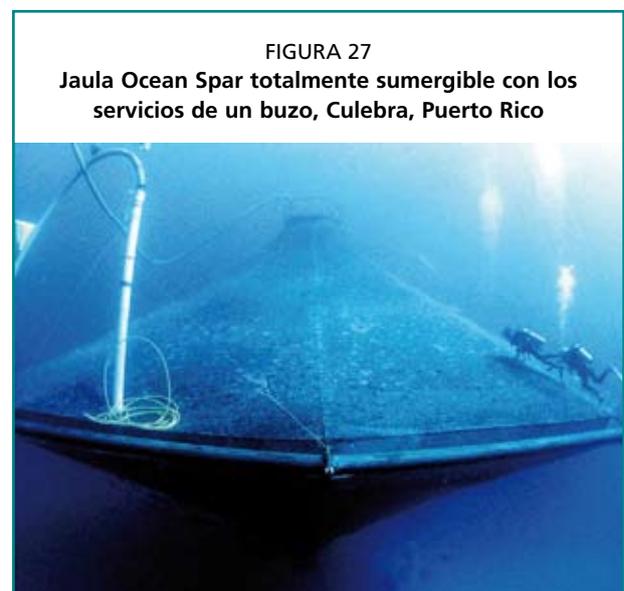
Otras operaciones potenciales en la región incluye a Costa Rica, en donde se han colocado 10 jaulas a aproximadamente 2 km de la costa. Este proyecto comenzará con una producción de 480 toneladas de atún de aleta amarilla por ciclo, con dos o tres ciclos por año dependiendo de las capturas (Carvajal, 2005b).

Nuevas especies cultivadas – nueva tecnología de jaulas

Actualmente se está analizando la viabilidad de producir otras especies marinas como la cobia (*Rachycentron canadum*) y el pargo criollo (*Lutjanus analis*) en el Caribe. Las ventajas de producir cobia cultivada son su alto valor de mercado (8,80 \$EE.UU./kg) y su rápido crecimiento: alcanzando un tamaño individual de 6–7 kg un año después de incubarse. Esta tasa de crecimiento es tres veces la del salmón del Atlántico. La producción comercial de cobia se ha llevado a cabo con éxito en la Taiwán Provincia de China, con un gran número de juveniles siendo producidos rutinariamente en criaderos especializados.

En mayo de 2002, se inició en Puerto Rico un proyecto piloto para el cultivo de cobia, en cooperación con la Universidad de Miami y otros colaboradores. Para la operación se han instalados dos jaulas sumergibles Ocean Spar (3 000 m³) fuera de la costa (Figura 27): una contiene 12 000 cobias (Figura 28) y la otra, 4 000 pargos criollos en las aguas frente a la isla de Culebra.

El diseño Ocean Spar consta de un eje cilíndrico vertical rodeado por un anillo circular de acero de



25 m de diámetro. Cada jaula está cubierta por una red y es fondeada mediante cuatro puntos de anclaje para conformar, en conjunto, el volumen de la estructura. Las puertas cerradas con cierre permiten el fácil acceso de los buzos. La jaula puede bajarse y subirse rápidamente (<5 min) mediante un depósito de aire en el eje cilíndrico vertical. Las jaulas tienen 30 m de ancho, 15 m de alto y se amarran por lo menos a 30 m de profundidad. Se sujetan mediante cuatro anclas pesadas y un lastre de 10 000 kg. Estas jaulas son invisibles desde la superficie; el único indicio de su presencia es una boya pequeña sujeta a un tubo que puede tirarse a la superficie y es utilizada para introducir alevines, alimentar hasta 20 000 peces cautivos a la vez y luego sacarlos otra vez cuando alcanzan el tamaño de mercado. Las redes son limpiadas periódicamente (Radford, 2005).

La tecnología de las jaulas sumergibles facilitará el desarrollo de una verdadera acuicultura en mar abierto en áreas más expuestas donde anteriormente, la altura de las olas habría impedido las operaciones con jaulas. Las jaulas totalmente sumergibles harán posible la acuicultura marina en áreas propensas a huracanes como el Caribe. Se planean más actividades para producir cobia en jaulas sumergibles en Belice (Scholwald, 2006), las Bahamas y Saint Kitts y Nevis.

La desventaja de este sistema es que depende de la ayuda de buzos para las operaciones rutinarias y no se tiene contacto visual cercano con la población de peces. Las jaulas también resultan muy atractivas a la población de tiburones, los cuales han dañado las redes, ocasionado escapes de peces en algunas ocasiones (Schonwald, 2006). Por otro lado, el marco legislativo no aborda plenamente la cuestión de la acuicultura en mar abierto (Dalton, 2004; Alston *et al.*, 2005). Algunas especies como el salmón no son aptas para cultivarse en ambientes submarinos en forma continua porque necesitan inflar su vejiga natatoria en la superficie.

EL CAMINO A SEGUIR

Durante el último tiempo la acuicultura en jaulas en América Latina y el Caribe se ha desarrollado enormemente provocando cambios profundos en la economía y comunidades regionales. Esto es particularmente cierto en el caso de Chile, que actualmente comparte, junto con Noruega, la posición de principal productor mundial de salmón. Este éxito ha favorecido enormemente el compromiso del país con el libre comercio y los mercados abiertos. Lo anterior se ha complementado



con una serie de tratados comerciales firmados con los Estados Unidos de América, la Unión Europea y la República de Corea, entre otros. Distintas leyes se han formulado paralelamente con las políticas económicas neoliberales para tratar aspectos críticos relacionados con la rápida expansión de la acuicultura. Esto ayudará, sin dudas, al desarrollo de una industria económica, ecológica y socialmente sostenible. Es importante que otros países de la región reconozcan claramente la necesidad de expandir rápidamente la acuicultura en jaulas mitigando eficazmente los impactos ambientales resultantes.

El control del número de escapes, particularmente de especies exóticas, sigue siendo un gran desafío que no tiene una solución única. El mejoramiento de la cría, el reemplazo de redes y equipos viejos, y el buen control de los predadores ha demostrado disminuir significativamente las pérdidas. La producción de animales estériles ha sido más controvertida, y aunque limitaría el efecto de la propagación de poblaciones hacia el medio silvestre, esta medida de control espera aún recibir la amplia aceptación de los consumidores.

Hasta hace poco, las enfermedades bacterianas del salmón han sido controladas, en gran parte, con el uso de antibióticos. Las vacunas modernas han probado ser altamente eficaces en otras regiones y se han logrado avances para combatir patógenos específicos como *Piscirickettsia salmonis*. El manejo integrado, las áreas en descanso, la coordinación de tratamientos entre los sitios y el intercambio de información sobre la salud permiten mejorar el control y lograr la reducción del uso de sustancias antimicrobianas. Estas técnicas y tecnologías están

disponibles para utilizarse en el cultivo de otras especies en la región.

Las jaulas de nueva tecnología y el suministro de sistemas totalmente sumergibles ofrecen nuevas posibilidades a la acuicultura en mar abierto y en las áreas propensas a huracanes (esto es, gran parte del Caribe). El alto costo de las operaciones totalmente sumergibles puede que continúe siendo un problema y restrinja esta tecnología a la producción de especies de alto valor como la cobia. Una buena alternativa podría ser las jaulas que pueden sumergirse hasta que pasan las condiciones adversas.

La acuicultura intensiva en jaulas tiene impactos localizados en el ambiente, con un incremento de las cargas de nitrógeno y fósforo y una «huella» de enriquecimiento bajo las jaulas (Soto y Norambuena, 2004). Dentro de esta huella se observarán cambios ecológicos y ocurrirá una sucesión de especies en los sedimentos. Con un control y manejo eficaz, se ha demostrado que, estos efectos pueden ser reversibles (Black, 2001). En comparación con los sitios de cultivo en el mar, los sistemas de agua dulce son más vulnerables al cambio ecológico proveniente de los insumos nitrogenados. El desarrollo adicional de sistemas de acuicultura en gran escala en jaulas en aguas dulce necesitará de una cuidadosa gestión para llegar a ser verdaderamente sostenible. Resulta imposible predecir cuál será el comportamiento de un ecosistema dado sin saber cómo están distribuidos sus componentes en el tiempo, espacio o en relación unos con otros, ni comprender la relación y los procesos que explican su distribución y comportamiento (Perez *et al.*, 2002). Además de requerir de conocimientos sobre las distribuciones espaciales y las relaciones, la capacidad para predecir en forma fidedigna requiere de conocimientos sobre las tendencias temporales. En este sentido, los sistemas de información geográfica (GIS) son poderosas herramientas para la planificación integrada, particularmente la gestión en las zonas costeras. La utilización de enfoques de capacidad de carga del ambiente es importante para evaluar el efecto de las jaulas en todo el sistema, y no sólo sus efectos localizados (P. ej., debajo de las

jaulas). Aunque estos estudios ya se hayan hecho en algunos lagos del sur de Chile, deberían de continuar controlando los recursos del agua.

La calidad de recurso humano no es homogénea en toda la región. Nuevos problemas han surgido con el crecimiento de la agricultura y se requiere de capacidades especializadas en ciertos campos como la salud, nutrición, genética, medio ambiente, cosechas, comercialización, planificación, legislación, financiamiento y bioeconomía, tanto de compañías privadas como del sector gubernamental. Además, cada vez hay una mayor demanda por investigación aplicada para hacer frente a estos nuevos retos.

La acuicultura ha tenido notables efectos socioeconómicos en aquellas áreas de la región donde se ha desarrollado, como es el caso de Chile y Ecuador. No obstante, el servicio de infraestructura y trabajos civiles (carreteras, electricidad, comunicaciones, transporte, etc.) no ha experimentado el mismo desarrollo. Esta misma situación se observa en las áreas de salud y educación, donde la infraestructura y la capacidad profesional son también limitadas. En muchos casos, el sector privado ha tomado la iniciativa al invertir en infraestructura básica y también capacitando a su personal. Los gobiernos locales y regionales tienen aún desafíos importantes que afrontar.

Resulta evidente que el desarrollo de la industria acuícola en la región es en gran medida, el reflejo del grado de compromiso demostrado por los gobiernos locales. La existencia de un plan de desarrollo acuícola desempeña un papel muy importante y la coordinación de trabajo entre el sector público y el privado promoverá el crecimiento de la industria acuícola y evitará la duplicación de esfuerzos. Este desarrollo debe darse mediante la utilización eficiente y responsable de los recursos naturales.

Dada la disponibilidad limitada de harina y aceite de pescado, resulta importante que la industria acuícola y el sector agrícola trabajen de manera coordinada para garantizar que la calidad requerida y la cantidad de materias primas necesarias para su expansión, estén disponibles.

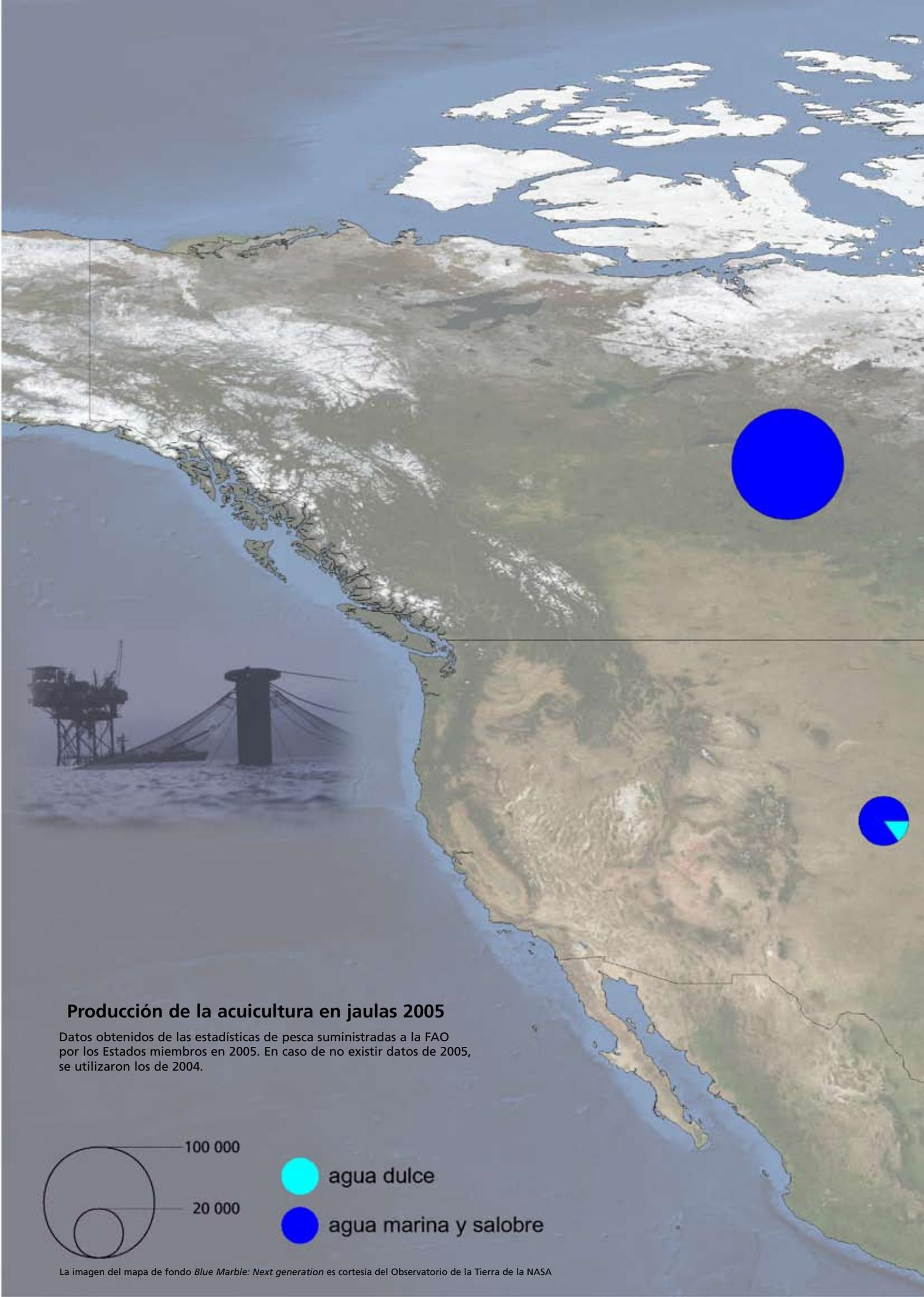
REFERENCIAS

- Alcantara, F.B., Tello, S.M., Chavez, C.V., Rodriguez, L.C., Kohler, C.C., Camargo, W.N. & Colace M. 2003. Gamitana (*Colossoma macropomum*) and paco (*Piaractus brachypomus*) culture in floating cages in the Peruvian Amazon. *World Aquacult.*, 34: 156–161.
- Alceste, C.C. & Jory, D.E. 2002. World tilapia farming 2002. *Aquacult. Mag.* (also available at: www.aquaculturemag.com)
- Alston, D.E., Cabarcas, A., Capella, J., Benetti, D.D., Keene-Metzloff, S., Bonilla, J. & Cortés, R. 2005. *Environmental and social impact of sustainable offshore cage culture production in Puerto Rican waters*. Final Report. 4 April, pp. 9–12. National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), United States Department of Commerce.
- Alvarez Torres, P. 2003. *National aquaculture sector overview–Mexico*. National Aquaculture Sector Overview Fact Sheets, Rome, FAO, Inland Water Resources and Aquaculture Service (FIRI).
- ATRT (Advanced Tuna Ranching Technologies). 2005. *The Tuna-Ranching Intelligence Unit*. Special, November 2005 ICCAT Sevilla, Spain Meeting Edition. Madrid, 25 November.
- Barlow, S. 2003. World market overview of fishmeal and fish oil. In P.J. Bechtel, (ed.). *Advances in seafood byproducts: 2002*, Conference proceedings, pp. 11–25. Fairbanks, Alaska, USA, Alaska Sea Grant College Program, University of Alaska.
- Barrett, G., Caniggia, M.I. & Read, L. 2002. There are more vets than doctors in Chile: social and community impact of the globalization of aquaculture in Chile. *World Developm.*, 30: 1951–1965.
- Beveridge, M.C.M. 2004. *Cage aquaculture*, third edition. Oxford, UK, Blackwell Publishing Ltd. 376 pp.
- Birkbeck, H., Rennie, S., Hunter, D., Laidler, T. & Wadsworth, S. 2004. Infectivity of a Scottish isolate of *Piscirickettsia salmonis* for Atlantic salmon and immune response to this agent. *Dis. Aquat. Org.* 60: 97–103.
- Bjørndal, T. 2002. The competitiveness of the Chilean salmon aquaculture industry. *Aquacult. Econ. Manag.* 6: 97–116.
- Black, K., (ed.). 2001 *Environmental impacts of aquaculture*, pp. 73–94. Sheffield, UK, Sheffield Academic.
- Buschmann, A., Riquelme, V., Hernández-González, M., Varela, D., Jiménez, J., Henríquez, L., Vergara, P., Guínez, R. & Filún, L. 2006. A review of the impacts of salmonid farming on marine coastal ecosystems in the southeast Pacific. *J. Mar. Sci.*, 63: 1338–1345.
- Cárdenas, N.J.C., Melillanca, P.I. & Cabrera, D.P. 2005. *The EU-Chile Association Agreement. The fisheries and aquaculture sector in Chile. Issues arising*. Centro Ecocéanos, Puerto Montt, Chile:9: 191–195.
- Carvajal, P. 2005a. *The new era of Chilean salmon*. Industry Report, pp. 12–14. Seafood Publication, 5. January.
- Carvajal, P. 2005b. *Costa Rica to farm yellowfin tuna*. Intrafish Media. 23 August.
- Carvajal, P. 2006. *Aquaculture in Latin America: the power of a giant*. Industry Report. Intrafish Media. 20 January.
- Collao, S. 2003. *Trout economic study. Market access and poverty alleviation*. USAID/Bolivia. Economic Opportunities Office. 10/3. 9.
- Dalton, R. 2004. Fishing for trouble. *Nature*, 30(9): 502–504.
- FAO. 2005a. Fishstat Plus database: aquaculture production: quantities 1950–2004. Version 2.31. Rome.
- FAO. 2005b. Fishstat plus database: aquaculture production: values 1984–2004. Version 2.31. Rome.
- FAO. 2006. *Tilapia Market Report*. February 2006., Rome.
- Fitzsimmons, K. 2000a. Future trends of tilapia aquaculture in the Americas. In B.A Costa-Pierce and J.E. Rackocy, (eds). *Tilapia aquaculture in the Americas*, Vol. 2, pp. 252–264. Baton Rouge, LA, USA, The World Aquaculture Society.
- Fitzsimmons, K. 2000b. Tilapia aquaculture in Mexico. In B.A. Costa-Pierce and J.E. Rackocy, (eds). *Tilapia aquaculture in the Americas*, Vol. 2, pp. 171–182. Baton Rouge, LA, USA, The World Aquaculture Society.
- Gilbert, É. 2002. *The international context for aquaculture development: growth in production and demand, case studies and long-term outlook*, pp. 47–52. Study No.7, Office of the Commissioner for Aquaculture Development, Canada.
- Gomes, L.C., Chagas, E.C., Martins-Junior, H., Roubach, R., Ono, E.A. & Lourenco, J.N.P. 2005. Cage culture of tambaqui (*Colossoma macropomum*) in a central Amazon floodplain lake. *Aquaculture, Pesq. agropec. bras.* 40(3): 299–303.
- Gupta, M.V. & Acosta, B.O. 2004. A review of global tilapia farming practices. *Aquacult. Asia*, 10(1): 7–12, 16.
- Hernández-Rodríguez, A., Alceste-Oliviero, C., Sanchez, R., Jory, D., Vidal, L. & Constain-Franco, L-F. 2001. Aquaculture development trends in Latin-

- America and the Caribbean. In R.P. Subasinghe, P. Bueno, M.J. Phillips, C. Hough, S.E. McGladdery & J.R. Arthur, (eds). *Aquaculture in the Third Millennium*, pp. 317–340. Technical proceedings of the conference on aquaculture in the third millennium. NACA, Bangkok and FAO, Rome.
- IDB (Inter-American Development Bank)**. 2005. IDB in Peru. *Lake Titicaca trout*. (available online at <http://www.iadb.org/exr/am/2004/index.cfm?language=english&idop=pressandpg=34>)
- Intrafish**. 2003. *Chile 2002–The beginning of a new era*, pp. 1–45. Intrafish Media. Industry Report, January 2003.
- Kubitza, F.** 2004a. *An overview of tilapia aquaculture in Brazil*. *ISTA 6: New Dimensions on Farmed Tilapia*. 6th International Symposium on Tilapia Aquaculture. Regional reviews. Philippines, 12–16 September 2004.
- Kubitza, F.** 2004b. *Cage culture in Brazil: a social, economic and environmental issue*. IWFRM 2004. International Symposium-Workshop on Integrated Water and Fisheries Resources Management in Developing Countries. SESSION IV–Integrated Water and Fisheries Resources Management in the Lake/Reservoir Ecosystem. Calamba, Philippines, 20–22 September 2004.
- Lovshin, L.** 2000. Tilapia culture in Brazil. In BA. Costa-Pierce and J.E. Rackocy, (eds). *Tilapia aquaculture in the Americas*, Vol. 2, pp. 133–140. Baton Rouge, LA, USA, The World Aquaculture Society.
- McGinty, A.S. & Rakocy, J.** 2003. *Cage culture of tilapia*, pp. 27–34. Southern Regional Aquaculture Center (SRAC) Publ. No. 281.
- Orachunwong, C., Thammasart, S. & Lohawatanakul, C.** 2001. Recent developments in tilapia feeds. In S. Subasinghe & T. Singh, (eds). *Tilapia: production, marketing and technological developments - Proceedings of the Tilapia 2001 International Technical and Trade Conference on Tilapia, 28–30 May 2001*, pp. 113–122. Kuala Lumpur, Malaysia.
- Paquette, P.** 2003. Tuna in the international market for seafood. In C.R. Bridges, H. Gordin & A. García. 1. *Domestication of the bluefin tuna Thunnus thynnus thynnus Zaragoza*, pp. 12–18. Cartagena, Spain, International Symposium on Domestication of the Bluefin Tuna.
- Perez, O.M., Telfer, C., Beveridge, M. & Ross, L.** 2002. Geographical information systems (GIS) as a simple tool to aid modelling of particular waste distribution at marine fish cage sites. *Estuar., Coast. Shelf Sci.*, 54: 761–768.
- Pullin, R., Palomares, M., Casal, C. & Pauly, D.** 1997. Environmental impact of tilapias. In K. Fitzsimmons, (ed.). *Tilapia aquaculture - Proceedings of the Fourth International Symposium on Tilapia in Aquaculture*, pp. 554–570. New York, NY, USA, Northeast Regional Aquacultural Engineering Service.
- Radford, T.** 2005. Tipping the scales. *The Guardian*, 31 March 2005.
- Sawada, Y., Okada, T., Miyashita, S., Murata, O. & Kumai, H.** 2005. Completion of the Pacific bluefin tuna *Thunnus orientalis* (Temminck et Schlegel) life cycle. *Aquacult. Res.*, 36: 413–421.
- Schonwald, J.** 2006. A fish farmer's tale—could this be the next salmon? *Miami New Times*, 19 January 2006.
- Sepúlveda, M. & Oliva, D.** 2005. Interactions between South American sea lions *Otaria flavescens* (Shaw) and salmon farms in southern Chile. *Aquacult. Res.*, 11: 1062–1068.
- Soto, D., Arismendi, I., Gonzalez, J., Guzman, E., Sanzana, J., Jara, F., Jara, C. & Lara, A.** 2006. Southern Chile, trout and salmon country: conditions for invasion success and challenges for biodiversity conservation. *Rev. Chil. Nat. Hist.*, 79: 97–117.
- Soto, D., Jara, F. & Moreno, C.** 2001. Escaped salmon in the Chiloe and Aysen inner seas, southern Chile: facing ecological and social conflicts. *Ecol. Appl.*, 11: 1750–1762.
- Soto, D. & Norambuena, F.** 2004. Evaluating salmon farming nutrient input effects in southern Chile inland seas: a large scale mensurative experiment. 2004. *J. Appl. Ichthyol.*, 20: 1–9.
- Suplicy F.** 2004. *National aquaculture sector overview—Brazil*. National Aquaculture Sector Overview Fact Sheets. FAO Inland Water Resources and Aquaculture Service (FIRI), Rome.
- Sylvia P., Belle, S. & Smart, A.** 2003. Current status and future prospective of bluefin tuna (*Thunnus thynnus orientalis*) farming in Mexico and the west coast of the United States. In C.R. Bridges, H. Gordin and A. García, (eds). *Domestication of the bluefin tuna Thunnus thynnus thynnus Zaragoza*, pp. 197–200. Cartagena, Spain, First International Symposium on Domestication of the Bluefin Tuna.
- Tiedemand-Johannesen, P.** 1999. Salmonid culture: history and development. In S. Willoughby, (ed.). *Manual of salmon farming*, pp. 1–19. Oxford, UK, Fishing News Books.
- Watanabe, W.O., Losordo, T.M., Fitzsimmons, K. & Hanley, F.** 2002. Tilapia production systems in the Americas: technological advances, trends, and challenges. *Rev. Fish. Sci.*, 10: 465–498.

- Welcomme, R.L.** 1988. *International introductions of inland aquatic species*, pp. 23–27. Fishery Resources and Environment Division, FAO Fisheries Department. Rome.
- Willoughby S.** 1999. Salmon farming technology. In S. Willoughby, (ed.). *Manual of salmon farming*, pp. 123–154. Fishing News Book. Oxford.



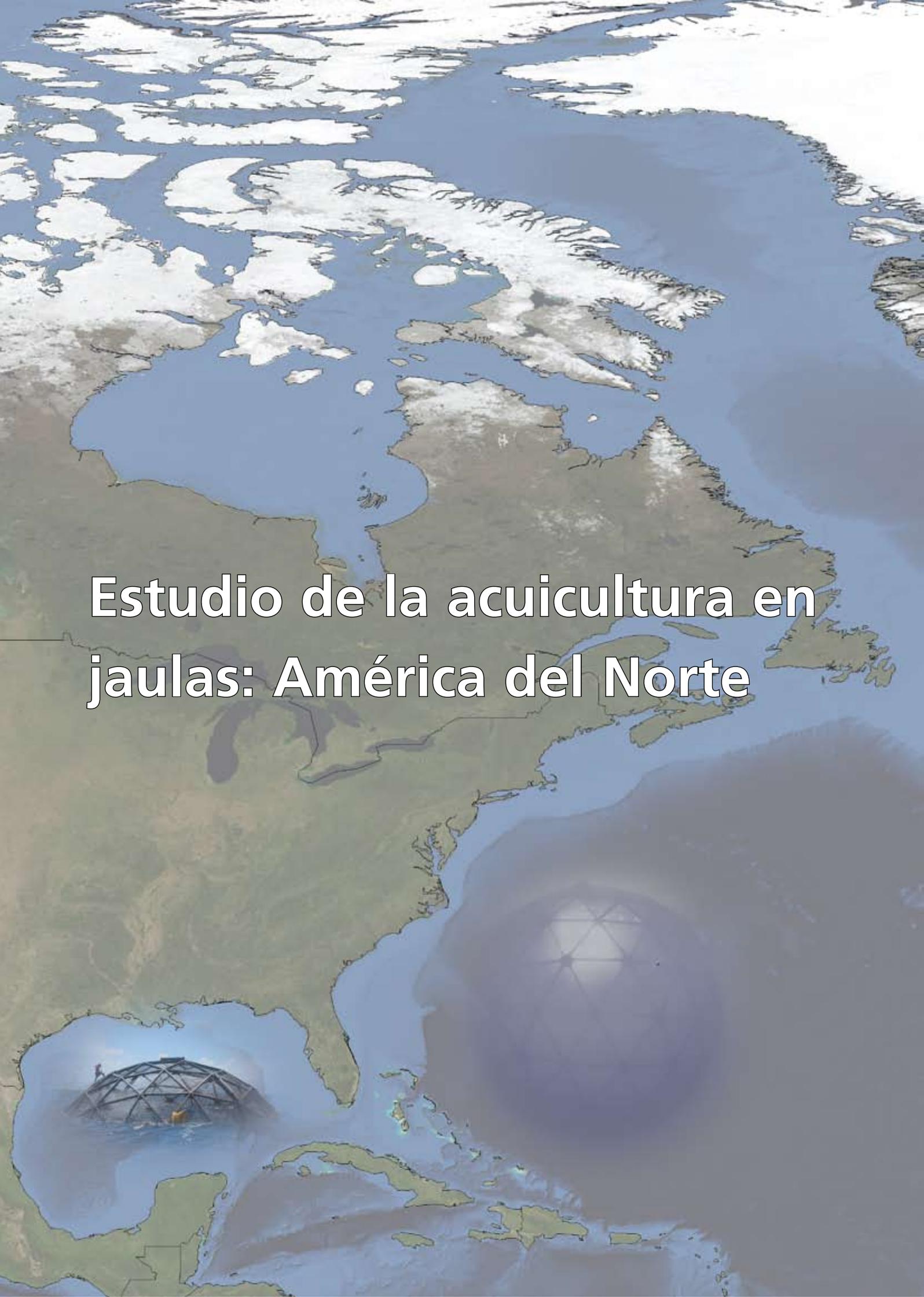


Producción de la acuicultura en jaulas 2005

Datos obtenidos de las estadísticas de pesca suministradas a la FAO por los Estados miembros en 2005. En caso de no existir datos de 2005, se utilizaron los de 2004.



La imagen del mapa de fondo *Blue Marble: Next generation* es cortesía del Observatorio de la Tierra de la NASA

A topographic map of North America, showing the continent in shades of brown and green, surrounded by blue oceans. In the bottom left corner, there is a small inset image of a geodesic dome structure, likely a fish farm or aquaculture facility, situated in a body of water. The text "Estudio de la acuicultura en jaulas: América del Norte" is overlaid on the map in white, bold, sans-serif font.

Estudio de la acuicultura en jaulas: América del Norte



Estudio de la acuicultura en jaulas: América del Norte

Michael P. Masser¹ y Christopher J. Bridger²

Masser, M.P. y Bridger, C.J.

Estudio de la acuicultura en jaulas: América del Norte. En M. Halwart, D. Soto y J.R. Arthur (eds). Acuicultura en jaulas – Estudios regionales y panorama mundial. FAO Documento Técnico de Pesca. No. 498. Roma, FAO. 2008. pp. 107–131.

RESUMEN

Este trabajo es una visión general del estado y perspectivas futuras de la acuicultura en jaulas de los peces de agua dulce y marina en América del Norte (excluyendo los países de América Latina), abarcando Canadá y Estados Unidos de América. El cultivo en jaulas tiene una historia bastante reciente en América del Norte si se lo compara con Asia. Después de cuatro décadas de crecimiento y evolución, la producción y diversidad del cultivo en jaulas en América del Norte está creciendo y parece prometedor un futuro desarrollo y sustentabilidad. Las principales especies cultivadas son el salmón del Atlántico (*Salmo salar*), la trucha steelhead (*Oncorhynchus mykiss*), el salmón rey (*Oncorhynchus tshawytscha*), el coho (*Oncorhynchus kisutch*), la trucha arcoiris (*Oncorhynchus mykiss*), el bagre del canal (*Ictalurus punctatus*), la trucha alpina (*Salvelinus alpinus*), el bagre azul (*Ictalurus furcatus*), la trucha cutthroat (*Oncorhynchus clarkii*), la perca americana (*Perca flavescens*), la lubina estriada híbrida (*Morone* spp.), la perca sol (*Lepomis* spp.) y la tilapia (*Oreochromis* spp.). La producción acuícola total aproximada en 2004 fue de 6 300 toneladas y 105 000 toneladas en agua dulce y ambientes marinos, respectivamente. No se cuenta con datos oficiales específicos de la producción y valor de las especies del cultivo en jaulas en agua dulce o sistemas marinos en los Estados Unidos de América porque dichas operaciones ocurren en propiedad privada o los datos no se pueden mantener anónimos (por ejemplo existe sólo un productor de salmón en el estado de Washington). Los niveles totales de producción están clasificados por especies y no por el sistema de cultivo empleado. En todos los casos de especies de agua dulce, la acuicultura en estanques abiertos domina la industria y las actividades de cultivo en jaulas proveen una cantidad insignificante de producción.

Ha habido un gran número de estudios científicos e innovaciones privadas en materia de tecnología acuícola en jaulas, desarrollo de nuevas especies y adelanto en técnicas de manejo en América del Norte. Sin embargo, debe existir más desarrollo tecnológico si la acuicultura en alta mar quiere alcanzar el potencial planeado. Actualmente, Canadá le lleva la delantera a los Estados Unidos de América en cuanto a la expansión de la acuicultura comercial en jaulas y en el desarrollo de políticas, regulaciones y percepciones que acepten y promuevan el futuro crecimiento y sostenibilidad de su industria. Los Estados Unidos de América están progresando lentamente en lo que se refiere a desarrollo de políticas que permitan una acuicultura en jaulas en el ambiente marino. No obstante, las probabilidades de utilizar fuentes de agua dulce públicas para el cultivo en jaulas en los Estados Unidos parecen mínimas. La mayoría de las agencias de recursos naturales que regulan el acceso a las zonas de aguas públicas no tienen el deseo o la presión pública/política para permitir o promover el cultivo en jaulas en aguas públicas.

¹ Department. of Wildlife and Fisheries Sciences, Texas A&M University, College Station, Texas, Estados Unidos de América.

² Aquaculture Engineering Group Inc., 73A Frederick Street, St. Andrews, New Brunswick, E5B 1Y9, Canadá.

ANTECEDENTES Y OBJETIVO DEL ESTUDIO

Este trabajo presenta una visión general del estado de la acuicultura en jaulas en América del Norte, con ejemplos pasados y actuales de la cría en jaulas y los obstáculos para su futuro desarrollo. La acuicultura en jaulas experimentó una enorme evolución y crecimiento en América del Norte en las últimas cuatro décadas. Hemos elegido discutir la acuicultura en América del Norte ante todo basándonos en la salinidad del agua (es decir, agua dulce versus marina) y no por país. Sentimos que este enfoque asegura que los tópicos comunes sean discutidos conjuntamente de una manera más lógica. Dentro de este marco, los ejemplos específicos y puntos de discusión por país se tratan más apropiadamente.

La información que se presenta proviene de varias fuentes, e incluye los estudios recientes realizados por el US Cooperative State Research Education and Extension Service (CSREES), la Regional Aquaculture Centers and National Oceanographic and Atmospheric Administration (NOAA), Sea Grant, el Gobierno de Canadá y las agencias de fuentes estadísticas de los gobiernos provinciales, literatura científica y popular (FAO, 2006) y las revisiones recientes sobre la acuicultura en jaulas (Huguenin, 1997; Beveridge, 2004).

HISTORIA Y ESTADO ACTUAL DE LA ACUICULTURA EN JAULAS EN AMÉRICA DEL NORTE

Canadá y los Estados Unidos de América abarcan una extensa área que ocupa aproximadamente el 91 por ciento de la América del Norte continental. Ambos países cuentan con ambientes templados y sub-tropicales, tres océanos y alojan diferentes culturas. La producción acuícola de ambos países combinados, incluyendo todas las especies, fue de 577 641 toneladas métricas con un precio total a nivel de explotación de unos 1 460 millones de dólares EE.UU. en 2003 (datos recopilados de las fuentes mencionadas más arriba). En ambos países, las operaciones acuícolas en jaulas se llevan a cabo en ambientes marinos y de agua dulce y crían una extensa variedad de especies.

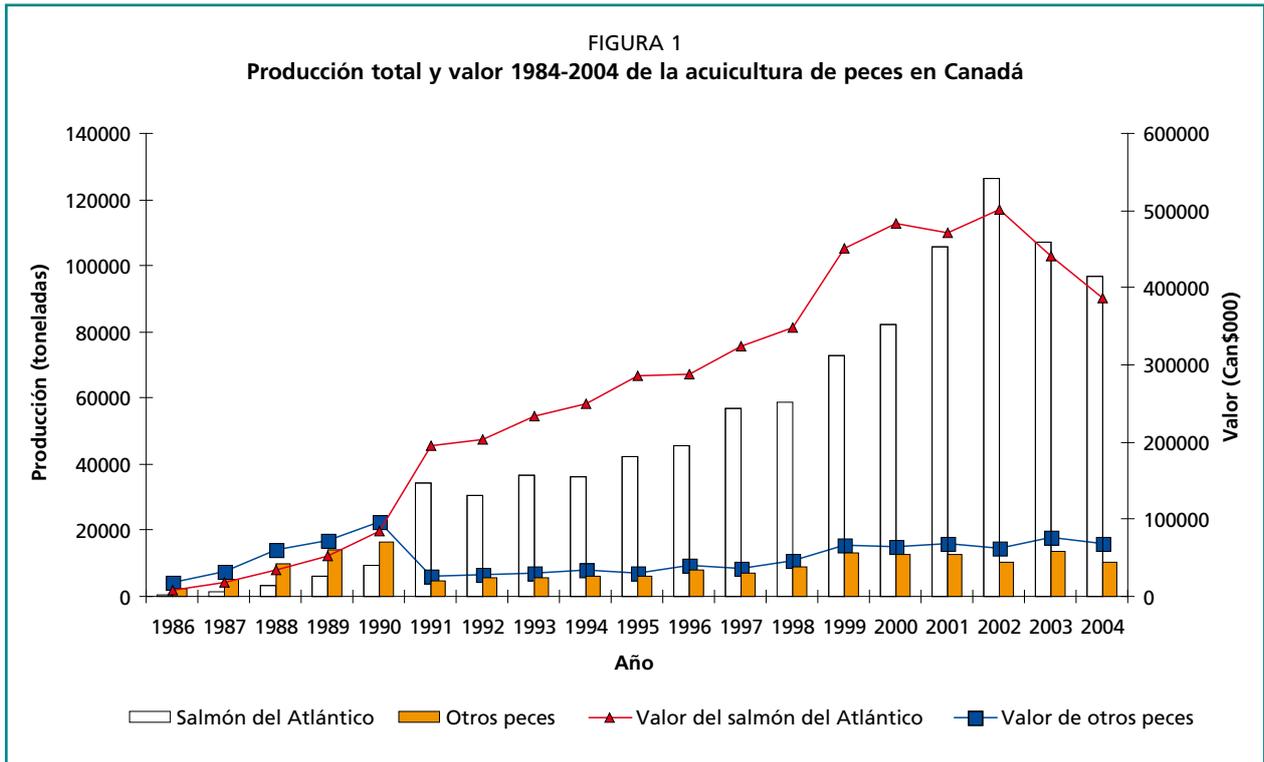
En Canadá, la producción acuícola fue de 145 018 toneladas métricas con un total de 518 millones de dólares canadienses en 2004. Las especies criadas en jaulas (salmón, trucha steelhead y otras especies marinas) proporcionan el 70 por ciento aproximadamente del volumen total de la producción y casi el 84 por ciento del valor total de la acuicultura (Statistics Canada, 2005).

La escala y el valor alcanzado en las operaciones acuícolas en jaulas se deben, en su mayor parte, al rápido crecimiento del sector del salmón del Atlántico comparado con el año 1986 (Figura 1). El engorde de otras especies de peces (incluyendo el salmón real, el coho, la trucha, la steelhead, el bacalao y otras especies) es bajo a pesar de los esfuerzos hechos por la industria y el gobierno para diversificar la industria acuícola. El salmón del Atlántico se cría en las aguas a lo largo de los océanos Atlántico y Pacífico de las costas de Canadá. Columbia Británica, la única provincia en el océano Pacífico del país, suministra casi toda la producción del salmón del Atlántico a pesar de ser una especie exótica en la región y de estar en un período de prueba en cuanto a su engorde y comercialización a lo largo de la costa oriental de Canadá en el Océano Atlántico (Figura 2). Se espera que la industria del salmón aumente y que las compañías continúen haciendo uso de las economías de escala y traten de contrarrestar la caída del precio promedio. Los precios bajaron vertiginosamente en años recientes y ello se debió en gran parte al incremento de la competencia internacional y a un exceso de producto en el mercado (Figura 2).

El área total autorizada para la producción acuícola en aguas canadienses para todas las especies es de aproximadamente 30 971 hectáreas o el equivalente a 17,6 km x 17,6 km (OCAD, 2003).

Esta pequeña porción de agua produjo aproximadamente el 14 por ciento de todo el desembarque canadiense de productos de mar en 2003. La oportunidad para el crecimiento continuo de la industria acuícola en jaulas en el país es inmensa teniendo una costa nacional de 202 080 km. Dado un marco apropiado de políticas reguladoras junto a un incremento en la gerencia ambiental y la confianza del consumidor, las proyecciones conservadoras para el crecimiento previsto esperan un aumento en el valor del producto acuícola de unos 500 millones en 2000 a unos 2 800 millones de dólares canadienses para 2010–2015 (los efectos multiplicados previstos de este valor deberían equipararse a 6 600 millones de dólares canadienses a la economía del país [OCAD, 2003]).

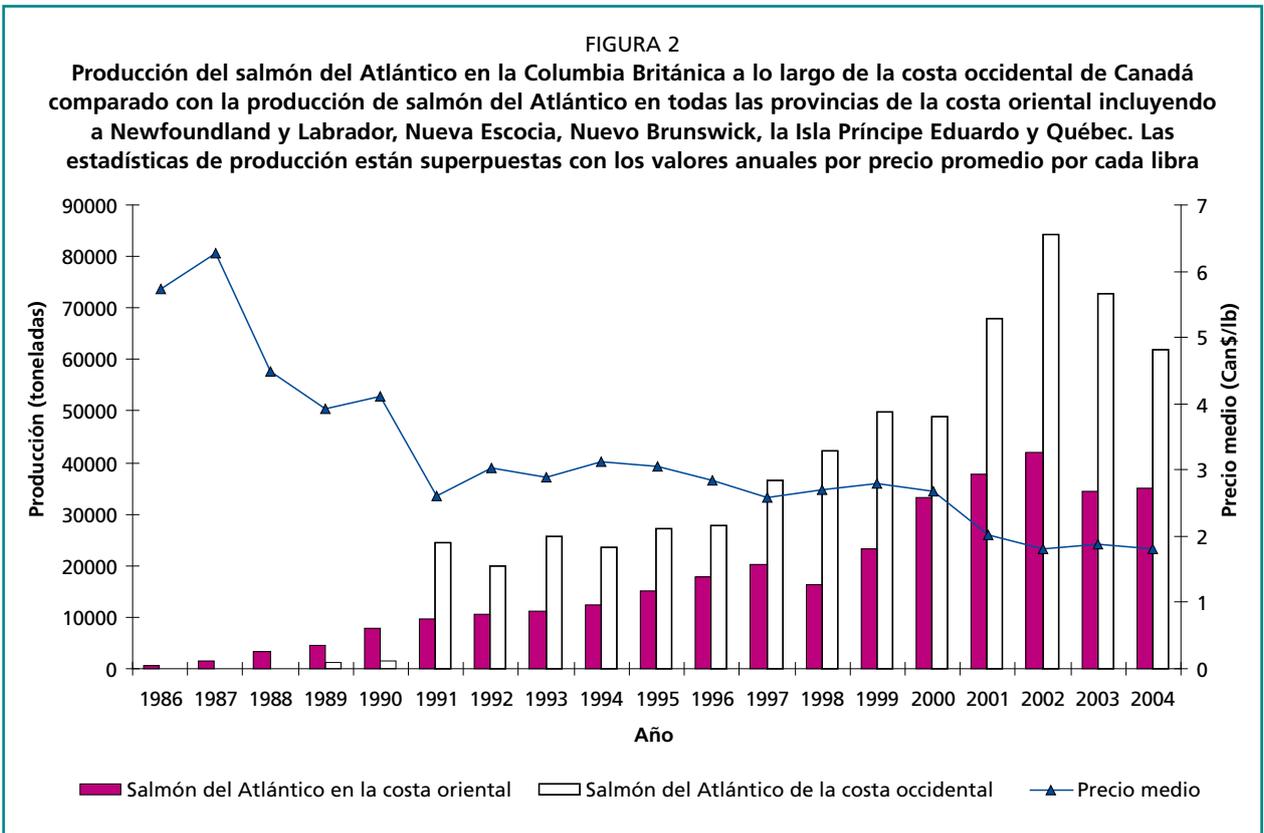
Canadá inició el cultivo en jaulas de salmón del Atlántico (*Salmo salar*) luego de su inauguración en Noruega en los años setenta. Los primeros intentos a ciclo completo de cultivo en jaulas marinas ocurrieron en los años setenta fuera de Nueva Escocia y Nuevo Brunswick, pero fracasó debido a las extremas temperaturas del invierno. Más tarde, se llevó a cabo otro intento con éxito en



el sudoccidente de la Bahía de Fundy a través de un acuerdo de cooperación entre una iniciativa privada y el gobierno provincial y federal. Su primera producción fue de 6 toneladas métricas en 1979, lo cual convenció a otros inversionistas privados a

dedicarse a la acuicultura de salmón del Atlántico en la región (Saunders, 1995).

El salmón del Atlántico criado en granjas representa la mayor cosecha de todo el sector agropecuario de Nuevo Brunswick con un 23 por



ciento del total de las rentas agrícolas (equivalente a la producción provincial de papas, aves de corral, verduras, frutas, bayas y cereales combinados) y con un precio a nivel de explotación de 175 millones de dólares canadienses en 2004. Este nivel de producción requiere los servicios de 1 849 personas de empleo directo ya sea criaderos, engorde marino, procesamiento, servicios directos y administración (NBDFAFA, 2005).

La trucha steelhead (*Oncorhynchus mykiss*) fue cultivada inicialmente a las afueras de Cape Breton, Nueva Escocia en los años setenta. La producción del salmón del Atlántico a las afueras de Nueva Escocia fue más lenta en desarrollarse que la de Nuevo Brunswick y está en dificultades debido a las bajas temperaturas de la provincia durante el invierno (la mayoría de la acuicultura del salmón del Atlántico está actualmente concentrada en los lagos Bras d'Or, la cuenca del Annapolis, puerto Shelburne y partes de la bahía de St. Margaret). La trucha steelhead se cría en la áreas de Pubnico, de la bahía de Lobster y los lagos Bras d'Or. Estas dos especies combinadas son responsables de aproximadamente el 36 por ciento del total de la venta de la producción acuícola de Nueva Escocia en 2004. Este valor es más bajo que el 67 por ciento producido en 2003 debido a las dificultades financieras de la industria, a varias heladas catastróficas y a un enfriamiento crítico (aguas marinas extremadamente frías) durante el invierno de 2004. Sin embargo, la industria se recuperó y las figuras alcanzaron un 67 por ciento en 2005 (<http://www.gov.ns.ca/nsaf/aquaculture/stats/index.shtml>).

La acuicultura de salmónidos (incluyendo al salmón del Atlántico y la trucha steelhead) se inició recién a mitad de los años ochenta en Newfoundland y Labrador. La acuicultura de salmónidos se concentra en la costa sureña en las bahías d'Espoir y la Fortune. El engorde del bacalao (*Gadus morhua*) que se inicia con la pesca de pequeños bacalao silvestres, alimentados luego hasta el tamaño de mercado dentro de jaulas en el océano, fue implementado en el año 1980 luego del colapso de los alguna vez ricos Grandes Bancos de pesca de peces de fondo. Los estudios de prueba de engorde de bacalao desde huevo hasta consumo continuaron en 2004 con un poco más de 50 000 alevines mantenidos en jaulas marinas a lo largo de la costa sureña de la provincia (NL DFA, 2005).

La acuicultura de salmón en la Columbia Británica tuvo sus comienzos en los años setenta con especies como el salmón real (*Oncorhynchus*

tshawytscha) y coho (*Oncorhynchus kisutch*). La industria fue optando gradualmente por el cultivo del salmón del Atlántico debido los bajos beneficios económicos y el bajo índice de crecimiento y densidad de repoblación asociados con las especies de salmón del Pacífico. Las organizaciones en contra del cultivo de salmón ganaron momentum durante los años ochenta y principios de los noventa culminando en 1995, cuando se inició la segunda moratoria de la expansión de la acuicultura y se mantuvo hasta la finalización de una revisión de la acuicultura de salmón en la Columbia Británica por parte de la Oficina de Evaluación Ambiental (la primera moratoria sobre la aprobación del nuevo lugar se realizó en 1986 y resultó en la encuesta Gillespie). Esta revisión finalizó en 1997, seguida de una extensa consulta pública y análisis de documentos, con la siguiente conclusión final: «El cultivo del salmón en la Columbia Británica, como se lo practica actualmente y a los niveles de producción actuales, presenta una amenaza mínima para el medioambiente». La Revisión Acuícola del Salmón entregó al Ministro del Medioambiente, Tierra y Parques y al Ministro de Agricultura, Pesca y Alimentación 49 recomendaciones, como para dar un paso hacia adelante (EAO, 1997). La oposición a la acuicultura local del salmón no terminó con esta revisión y la expansión de la industria acuícola del salmón en la Columbia Británica ha sido bien lenta a pesar del levantamiento de la moratoria. La producción del salmón en jaulas marinas representa un sector de la industria muy importante para las comunidades de la costa rural de la Columbia Británica produciendo 61 774 toneladas métricas en 2004 con un valor de 212 millones de dólares canadienses (Statistics Canada, 2005).

El cultivo marino en jaulas en los estados de Maine y Washington ocurrió en tándem con las provincias vecinas de Nuevo Brunswick y la Columbia Británica, respectivamente. En ambos casos, la expansión de la acuicultura marina se vio presionada por continuas demostraciones antiacuicultura realizadas principalmente por algunas Organizaciones no gubernamentales (ONG) ambientalistas en Maine, mientras que la oposición en Washington apunta a aquellos que apoyan la pesca del salmón silvestre. En ambos casos, estas organizaciones están influenciando la política para las áreas rurales costeras que de otro modo se beneficiarían desarrollando operaciones acuícolas a lo largo de esas zonas litorales. La mayoría de los estados costeros de los Estados Unidos de América no cuentan con el litoral complejo de

las provincias marinas del Canadá, contando este último con numerosas islas, bahías, brazos de mar y fiordos para el desarrollo acuícola. El reconocer estas limitaciones, más el complejo conflicto por el espacio costero limitado, unido al creciente déficit en el comercio de productos marinos resultado de la creciente dependencia de productos marinos extranjeros, ha impulsado a los Estados Unidos de América a invertir significativamente en el desarrollo de la acuicultura en el mar libre desde finales de los años noventa. El 10 de agosto de 1999, el Departamento de Comercio de los Estados Unidos de América aprobó una Política Acuícola (<http://www.nmfs.noaa.gov/trade/DOCAQpolicy.htm>) con el fin de promover el desarrollo de una acuicultura ambientalmente sostenible y económicamente viable con una clara visión:

«Para asistir en el desarrollo de una industria sostenible, altamente competitiva en los Estados Unidos, que atienda la creciente demanda del consumidor por productos acuáticos y productos que sean de alta calidad, seguros, y a buen precio y que estén producidos de una manera ambientalmente responsable con máxima oportunidad para la rentabilidad en todos los sectores de la industria»

Hoy en día una naciente industria acuícola esta operando en alta mar de las costas de Hawai (Ostrowski and Helsley, 2003) y Puerto Rico (O'Hanlon *et al.*, 2003). La Universidad de New Hampshire ha creado un sitio de investigación con fondos del gobierno fuera de las costas de New Hampshire desde 1997 (Chambers *et al.*, 2003). La región del Golfo de México ha intentado previamente con la acuicultura en alta mar, pero la industria aún no existe en la región (Chambers, 1998; Kaiser, 2003; Bridger, 2004).

SITUACIÓN ACTUAL DEL CULTIVO EN JAULAS

Sistemas de cultivo en jaulas en agua dulce

En América del Norte el cultivo en jaulas en agua dulce se encuentra generalmente limitado por represas privadas ya que pocas provincias o estados permiten la producción comercial de peces en aguas públicas. Los Estados Unidos de América, no disponen de datos oficiales específicos con respecto a la producción y valor de especies cultivadas en jaulas en los sistemas en aguas dulces, ya sea porque dichas operaciones ocurren en propiedades privadas o porque los datos recolectados no se pueden

FIGURA 3
Jaula en agua dulce de 7 m³ para la acuicultura del bagre del canal



considerar anónimos. Los niveles de producción total están clasificados por especies y no por el sistema de cultivo empleado. Para todas las especies, la acuicultura en estanques abiertos domina la industria; mientras que las actividades de cultivo en jaulas proveen una cantidad insignificante de producción. En los Estados Unidos de América, unos pocos estados (por ejemplo Oklahoma, Oregón y Arkansas) permiten el cultivo en jaulas en aguas públicas a través de licencias especiales. En Canadá, el cultivo en jaulas en aguas dulces se practica en algunas aguas públicas (el Lago Hurón, Ontario) a través de un sistema de licencias.

Diseño y construcción de las jaulas

Las jaulas en agua dulce tienden a ser relativamente pequeñas en volumen comparado con las jaulas marinas, pero el número de crianza es peculiarmente elevado. En Estados Unidos de América, las jaulas de peces para agua dulce son utilizadas típicamente en embalses privados sin las corrientes naturales de las aguas. Las jaulas en agua dulce oscilan en volumen entre 1 m³ y 7 m³ y están hechas de pequeñas redes de malla de nylon (por ej. 13–25 mm), de malla de plástico sólido o de una tela metálica soldada cubierta de plástico. Los marcos de las cajas se construyen de madera, cañerías de policloruro de vinilo (PVC) o hierro galvanizado, con flotadores de policloruro de vinilo expandido, cañerías de PVC o botellas de plástico (Figura 3) (Masser, 1997a).

Sistemas de cultivo y especies

Históricamente, el cultivo en jaulas en aguas dulces de América del Norte estuvo limitado a la trucha arcoiris (*Oncorhynchus mykiss*) y al bagre del canal (*Ictalurus punctatus*). La industria del cultivo en canales y estanques está bien desarrollada para estas especies. Varias universidades han investigado a fondo el cultivo en jaulas para estas dos especies y parte de la producción privada ha criado peces en áreas marginales en donde la topografía, manantiales/aguas subterráneas e infraestructura no eran aptos para el cultivo tradicional en canales o estanques.

La mayoría del cultivo en jaulas en agua dulce se practica en represas privadas de cuencas hidrográficas. Típicamente, éstas liberan agua durante las épocas de fuertes lluvias y la mayoría sucede durante los meses más fríos y húmedos. Las excepciones al cultivo de represas privadas incluyen las instalaciones de producción del Lago Hurón y el río Columbia, que se tratan más abajo.

Actualmente, la mayoría de las operaciones del cultivo marino en jaulas se sitúa cerca de la costa aunque las operaciones de base se sitúen a considerables distancias. Estos lugares se sitúan en fiordos de aguas profundas, ensenadas protegidas, o bahías con corrientes suficientes para delimitar los problemas de calidad de las aguas localizadas. La tendencia de la industria ha sido el desarrollarse en sitios de alta energía más expuestos. En algunos casos las operaciones del cultivo en jaulas se sitúan mar afuera y por ello se incrementa la exposición de los sistemas de jaulas a las condiciones oceanográficas.

Las densidades en las jaulas pequeñas en agua dulce son elevadas, y oscilan entre 200 y 700 pez/m³ dependiendo de las especies cultivadas y del tamaño preferido en el mercado. Los niveles de producción varían con las especies producidas pero normalmente oscilan entre 90 y 150 kg/m³ (Masser, 1997b). Los problemas comunes en las jaulas de agua dulce son las enfermedades localizadas y la baja calidad del agua (Duarte *et al.*, 1993).

La producción comercial de bagre en jaulas no logró desarrollarse en una industria sólida (es decir, sólo de un 0,002 a 0,003 por ciento del total de la producción de bagre en los Estados Unidos de América) comparado con el cultivo en estanques abiertos. La mayor parte de la producción en jaulas está dispersa hacia el sur, el medio oeste y el oeste y son producciones familiares, de pequeña escala para uso personal y con nicho en los mercados locales. Alabama ha tenido una industria viable de bagre en jaulas en su región de Piedmont desde los años noventa (Masser y Duarte, 1994), pero actualmente sólo tiene de 30 a 40 acuicultores que producen 50–100 toneladas métricas por año. Estos productores se organizaron para formar la Asociación de Piedmont de los Productores de Peces en Jaulas y en 1993 registraron una marca (la *Piedmont Classics*). Sin embargo, este registro no resultó en un aumento de las ventas ni mercados. La razón principal de las bajas ventas está probablemente relacionada con el bajo número de operaciones en jaulas y los más altos precios de venta necesarios para que los productores obtengan un beneficio.

Tradicionalmente estos productores han comercializado el bagre por 2,20 \$EE.UU. el kg mientras que el pescado criado en estanques se vende por menos de 1,65 \$EE.UU. el kg. Otro problema es el tamaño del pescado producido. Normalmente, el bagre enjaulado rara vez crece más de 0.6 kg en tamaño durante un período de crecimiento y tiene alto nivel de mortalidad si se lo

inverna. Por lo tanto, la mayor parte del pescado producido en jaulas se comercializa como pescado pequeño entero, mientras que en la industria (es decir, criado en estanques) la norma es un pescado de 0,8 a 1 kg procesado y comercializado como filete. El precio más elevado y el producto de pescado entero hacen del pescado de jaula un producto no competitivo, excepto en el nicho de los mercados de menor escala local.

Las grandes operaciones de bagre en jaulas han existido en los lagos privados en Missouri central y en un lago público, el lago Texoma en Oklahoma (Lorio, 1987) pero ya dejaron de operar. Estos fracasos se debieron a enfermedades, crecimiento lento y a problemas con la calidad del agua (Veenstra *et al.*, 2003). Desde comienzos de los años noventa no se conducen encuestas para determinar la producción del bagre en jaulas. Sin embargo, se estima que la producción de bagre en jaulas es de 300–500 toneladas métricas por año en América del Norte.

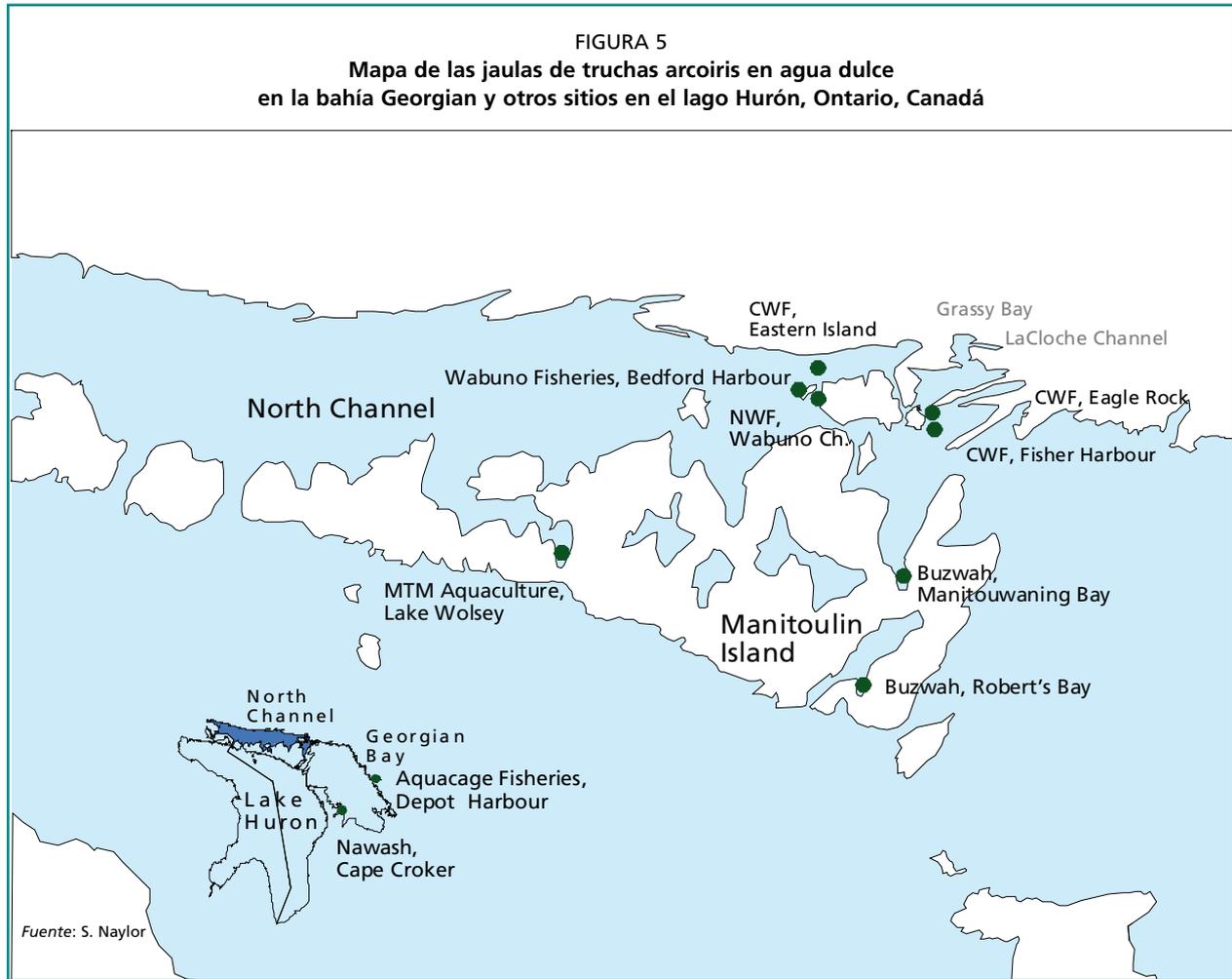
El cultivo en jaulas de la trucha arcoiris en los Estados Unidos de América es mínima comparada con el cultivo en canales. Existen algunas personas

que producen truchas en jaulas para mercados de nicho locales en el este y el alto medio oeste. En el estado de Washington en el río Columbia, 16 millas (25.75) más abajo de la represa Grand Cooley se encuentra la operación más grande de truchas enjauladas en los Estados Unidos, con un volumen total de crianza de 80 000 m³ proporcionado por numerosas jaulas grandes (1 000–6 000 m³). Su producción anual oscila entre 1 800–2 000 toneladas métricas con una producción máxima de 30 kg/m³. La densidad de siembra varía según el tamaño de los peces.

Otros intentos de cultivo en jaulas a gran escala de la trucha arcoiris y el salmón real (*Oncorhynchus tshawytscha*) fueron hechos de 1988 a 1995 en dos lagos que se formaron en minas abiertas abandonadas de hierro en el estado de Minnesota (Axler *et al.*, 1998). Estas operaciones sufrieron fuertes y emotivas oposiciones relacionadas con la contaminación percibida del acuífero regional, el cual provee agua a las comunidades vecinas y lagos recreativos. Estas operaciones se cerraron por quiebra en 1995. Uno de los motivos de la quiebra se debió a la incapacidad de cumplir con las

FIGURA 4
Jaulas de truchas arcoiris en agua dulce en la bahía Georgian del lago Hurón, Ontario, Canadá





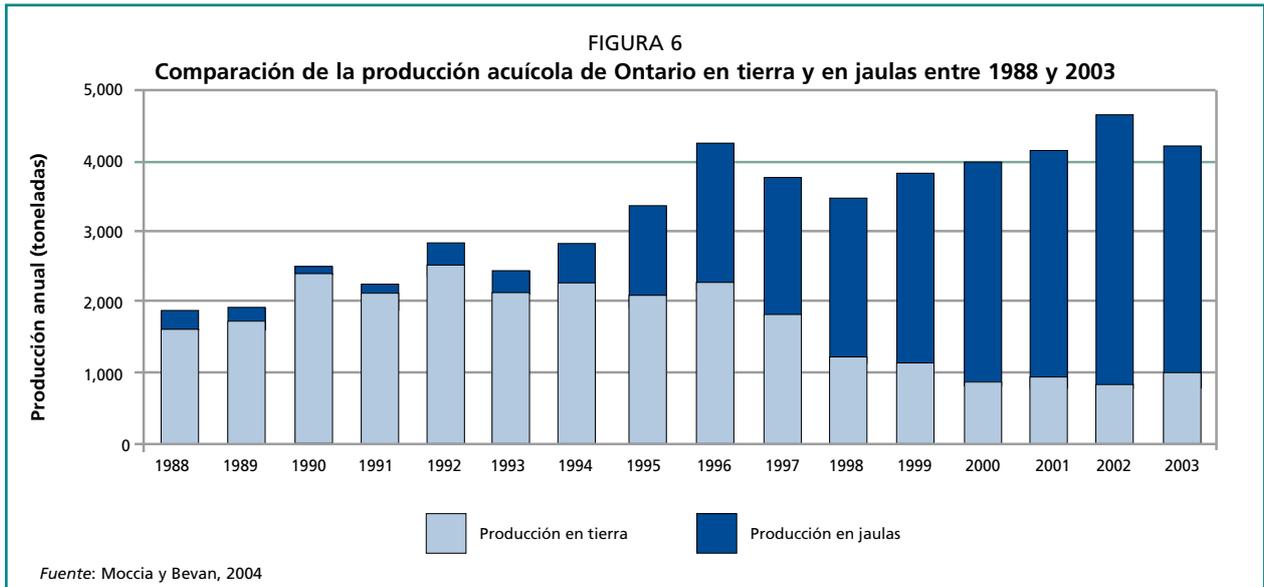
nuevas restricciones en cuanto a la calidad del agua impuestas por los oficiales estatales luego de permitir la operación. Aproximadamente 2 000 toneladas de pescado se produjeron durante los 7 años de su operación. Estudios posteriores demostraron que los lagos en las viejas minas abiertas fueron totalmente recuperados con una mínima reparación sin impactos duraderos para el acuífero (Axler *et al.*, 1998).

En Canadá, la trucha alpina (*Salvelinus alpinus*) se cultivó en Newfoundland, Nueva Escocia, en las Islas de Príncipe Eduardo y Ontario a comienzos de los años noventa (Glebe y Turner, 1993; Proc de Arctic Char, 1993). Actualmente, ninguna de estas instalaciones está produciendo la trucha alpina en jaulas. Se piensa que este fracaso se debió a una combinación de la calidad del agua, mercados limitados y a asuntos ambientales.

En Ontario, Canadá, la trucha arcoiris se cultiva en jaulas de tipo marino en la Bahía Georgian del lago Hurón (Figura 4). En esta área, el cultivo de la trucha arcoiris se inició en 1982 y se desarrolló hasta alcanzar hoy en día las 3 500 toneladas.

Actualmente, se utilizan diez sitios en la bahía y producen truchas a un tamaño promedio de mercado de 1,2–1,4 kg (Figura 5). El cultivo en jaulas en la bahía Georgian representa más del 75 por ciento del total de la producción de truchas en la provincia de Ontario (Figure 6). En 2004 el precio total a nivel de explotación fue de 17 millones de dólares EE.UU. o un valor de aproximadamente 4,00 \$EE.UU./kg (Moccia y Bevan, 2004). La granja más pequeña consiste de 6 jaulas de 15 m x 15 m con una producción de 160 000–180 000 kg/año. Las operaciones más pequeñas que estas, no son viables económicamente. Las operaciones en las granjas más grandes consisten en veinte jaulas de 15 m x 25 m con una producción de 450 000 kg/año. Para este tipo de operaciones se requieren estudios in situ, control de la calidad del agua y autorización y supervisión realizados por los oficiales del gobierno.

La Comisión de Caza y Pesca de Arkansas produce peces de tamaño capturable en jaulas para el repoblamiento de aguas públicas en tres sitios: el lago Wilhelmina, Pot Shoals y Jim Collins. Las



especies producidas incluyen el bagre del canal, bagre azul (*Ictalurus furcatus*), la trucha arcoiris (*Oncorhynchus mykiss*) y la trucha cutthroat (*Oncorhynchus clarkii*). La producción anual es de aproximadamente 900 000 peces con un peso total de 230 toneladas. El costo anual de producción es de 2,09 \$EE.UU./kg.

Actualmente, otras especies cultivadas en jaulas de agua dulce son la perca americana (*Perca flavescens*), lubina estriada híbrida (*Morone* spp.), perca sol (*Lepomis* spp.) y tilapia (*Oreochromis* spp.). El cultivo de estas especies se limita principalmente a represas privadas para consumo personal o para su venta en menor escala en los mercados locales.



Por esa razón, existe una falta de información en cuanto a las cantidades producidas de estas especies o su valor.

Sistemas de cultivo marino en jaulas

Los sistemas de acuicultura marina en jaulas varían inmensamente en todo Canadá y Estados Unidos de América. Los criterios principales que deben considerarse al elegir un sistema de cultivo en jaulas incluyen: las características del cuerpo de agua, grado de exposición, nivel de operación, especies individualizadas, perspectivas de mercado y económicas, y si la granja debe operar en la superficie o debajo de ella. Es más, sistemas específicos de soporte periférico (como los sistemas de distribución del alimento y los anclajes y amarres) se eligen basándose en muchos de los mismos criterios pero las características del fondo, cargas ambientales anticipadas, y en algunos casos la necesidad absoluta de un diseño de sistema integrado en el cual todos los componentes individuales actúan como una sola unidad para minimizar los efectos de las cargas ambientales deberían también ser tomados en cuenta. De hecho, las operaciones de acuicultura marina situadas en las bahías costeras protegidas y fiordos tuvieron éxito en aumentar gradualmente la escala de sus operaciones junto a un aumento en sofisticación tecnológica. Sin embargo, si ocurre un cambio

hacia condiciones mar afuera, no se logrará con sólo mover al mar abierto los sistemas costeros existentes. Al contrario, el sistema entero debe ser considerado desde el principio de una manera integral para asegurar la eficacia de la operación y la seguridad del trabajador, al tiempo que se reducen los riesgos para los peces, la infraestructura de capital, el medio ambiente y otros grupos de usuarios del mar abierto.

Construcción y diseño de jaulas

En años recientes, la industria mundial de cultivo en jaulas fue testigo de un aumento repentino de diseños de novedosos sistemas de contención. A pesar de estos conceptos innovadores, las operaciones de cultivo marino en jaulas que crían especies básicas como el salmón en zonas costeras, es razonablemente uniforme a lo largo de América del Norte y el mundo. Casi todas estas jaulas pueden ser clasificadas como jaulas tipo «gravedad» según el esquema de clasificación propuesta por Loverich y Gace (1998).

En América del Norte estas jaulas tienen una estructura superficial tipo collar desde la cual se sostiene y cuelga una red en la columna de agua (Figura 7). Estos collares se construyen generalmente de acero o de polietileno de alta densidad (PEAD) en los sistemas de acuicultura costeros en Canadá y Estados Unidos de América. Se prefiere el uso

FIGURA 8
Sistema típico de anclaje y amarre de enrejados sumergidos cerca de la costa
manteniendo múltiples jaulas dentro de una flotilla

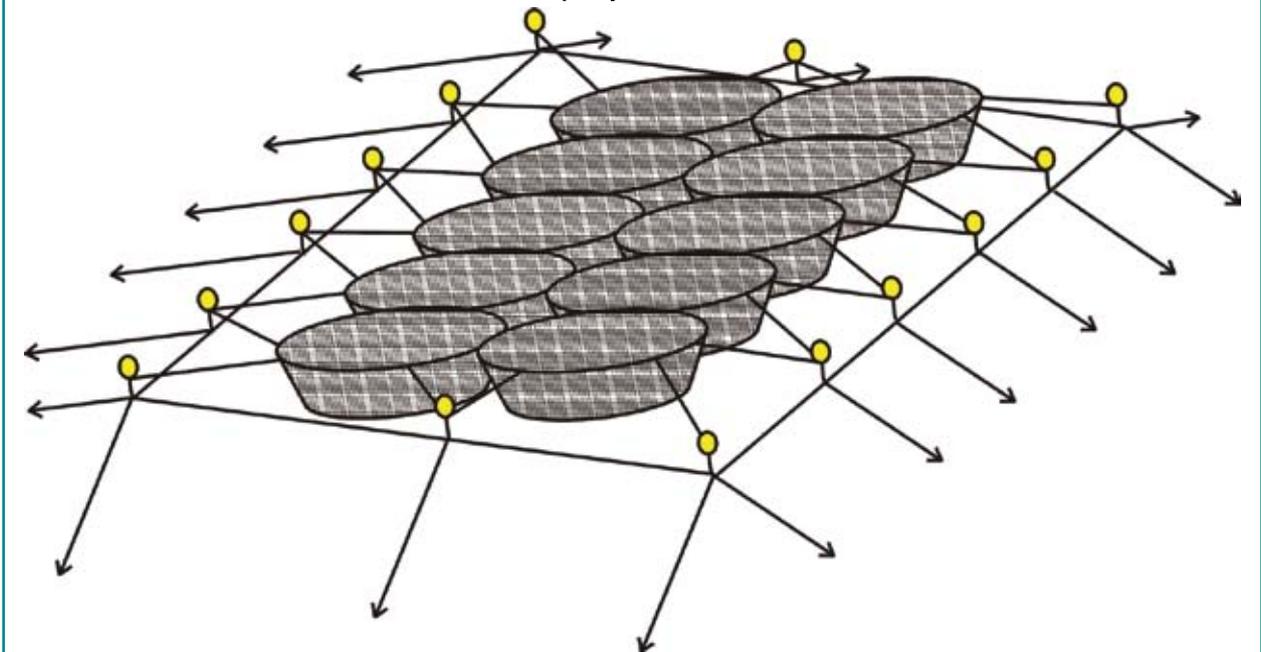


FIGURA 9
Comparación de las jaulas estándares de collares de acero estacionadas en la superficie y el sistema SEA



CORTESÍA DE C. J. BRIDGER

de PEAD en las operaciones del Canadá atlántico debido a los reducidos costos de capital asociados con el uso de este material y al hecho que los collares de PEAD se consideran conformadores de ondas (es decir, se doblan lo necesario al según la energía de las olas en lugar de quedarse rígidos). Entre unidades de jaulas conectadas se engoznan collares de acero para permitir el ajuste a las olas.

Los collares de acero ofrecen también una plataforma de trabajo estable al proveer pasillos a los costados que los trabajadores pueden usar como depósito para alimentos y equipos y como una plataforma estable para manejar las operaciones de la granja. Este no es el caso de las jaulas de collar de PEAD en donde dos anillos de flotación se encuentran en la superficie del agua. Las jaulas de PEAD no son seguras para ser usadas por los trabajadores y no están diseñadas para el depósito y por ello requieren el uso separado de barcasas en su lugar.

Las redes se cuelgan normalmente del anillo de plástico interno o de la porción interna de las pasarelas de las jaulas de acero mientras que las redes antipredadores podrían colgarse desde

el anillo de plástico externo en los collares de PEAD o desde la porción externa de las pasarelas de las jaulas de acero. Las jaulas de gravedad no tienen redes rígidas y ocurre embolsamiento en los momentos de altas corrientes de mareas y por ello disminuye el volumen útil de las jaulas. De hecho, Aarsnes *et al.* (1990) observó que hasta un 80 por ciento del volumen esperado para crianza en las jaulas de superficie con collar podría perderse en corrientes de 1 m/seg (aproximadamente dos nudos). Este problema generalmente se minimiza agregando pesos a la porción inferior de la red a intervalos frecuentes para reducir la deformación de la red. Recientemente, se ha logrado eliminar el embolsamiento emplazando un tubo de plomo desde el collar superficial y atado a la porción inferior de la red para mantener la forma general y el volumen de la jaula.

Las jaulas marinas son amarradas como un grupo, o flotilla, normalmente con sistemas de anclaje dentro de enrejados sumergidos (Figura 8). Estos enrejados frecuentemente proveen más de ocho líneas de amarre conectadas a cada jaula para mantener su posición dentro del reticulado.

FIGURA 10
Una jaula Ocean Spar Sea Station emplazada en mar abierto
en el Golfo de México adyacente a una plataforma de producción de gas



CORTESÍA DE T. REID

Las jaulas para cultivo de salmón tienen un gran volumen para crianza y por ello proveen un excelente retorno de inversión. Por ejemplo, una jaula más pequeña de PEAD estacionada en la superficie puede tener unos 100 m de circunferencia con una profundidad neta de 11,21 m y por lo tanto, provee un total de 8 925 m³ de volumen para crianza. Una jaula más grande de estructura similar con unos 120 m de circunferencia y una profundidad neta de 20 m suministrará un volumen total para crianza de 22 921 m³. Suponiendo como meta final una densidad de crianza de 15 y 18 kg/ m³ estos volúmenes mantendrán 133 875 kg (133 toneladas métricas) y 412 578 kg (412 toneladas métricas) de salmón por jaula, respectivamente.

En la Columbia Británica, la industria acuícola de salmón es objeto de constantes campañas de ONG ambientalistas en contra del cultivo de salmón. Sus esfuerzos han reprimido la expansión de la industria en los últimos años, mientras que los científicos gubernamentales han estudiado la crianza del salmón y su impacto ambiental para desarrollar políticas basadas en la ciencia como una manera de dar un paso hacia adelante. Mientras que la ciencia

advierte que las granjas de salmón, administradas responsablemente, tienen un limitado impacto negativo en el medio ambiente oceánico, una compañía ha estado desarrollando un diseño original de jaulas que podría eliminar considerablemente cualquier riesgo que tuviera consecuencias dañinas para el ambiente. La sociedad «Tecnologías Futuras de la Acuicultura de Ambiente Sostenible (Future Sustained Environment Aquaculture, SEA)» fue fundada en 1994 para desarrollar un sistema tipo «SEA» encerrado y hermético, que se abastece a los peces con agua bombeada de lugares óptimos, incluyendo aguas profundas, para regular la temperatura, niveles de oxígeno y la calidad general del agua, a la vez que se incrementa la capacidad de manejo de desechos y se minimiza el escape de peces (Figura 9; [http:// futuresea.com](http://futuresea.com)). En 2001, la compañía Marine Harvest Canadá inició estudios para comparar el sistema SEA con los sistemas convencionales de jaulas de acero dentro del marco de las políticas de acuicultura de salmón en la Columbia Británica. Durante el período de 14 meses de prueba, el sistema SEA actuó muy bien y a la altura de las jaulas convencionales de acero en

cuanto a la supervivencia, conversión del alimento y salud general de los peces (Hatfield Consultants Ltd, 2002). Sin embargo, el SEA no funcionó muy bien económicamente, tuvo un costo a nivel de explotación de un 29 por ciento más alto comparado con los sistemas convencionales de jaulas de acero. Este incremento se tradujo en una diferencia de 0,85 \$EE.UU./kg al momento de la cosecha.

Numerosos diseños de jaulas se han propuesto y utilizado en condiciones de mar abierto en Norte América. Actualmente, el sistema predominante de jaulas en los Estados Unidos de América es la jaula Ocean Spar Sea Station (Figure 10; <http://www.oceanspar.com>). La Sea Station es una jaula de auto tensión alrededor de una sola boya cilíndrica central (Loverich and Goudey, 1996). Descripciones detalladas de la jaula Ocean Spar Sea Station se puede encontrar en Tsukrov *et al.* (2000) y Bridger y Costa-Pierce (2002). Las jaulas experimentales usadas en el Golfo de México (Bridger, 2004) y Nueva Hampshire (Chambers *et al.*, 2003) proveen un volumen de 595 m³. Se han diseñado jaulas Sea Station con un volumen de hasta 35 000 m³ (Loverich y Goudey, 1996) aunque las más grandes usadas comercialmente hasta el momento proporcionan un volumen interno de 3 000 m³ (Ostrowski y Helsley, 2003; O'Hanlon *et al.*, 2003), pero recientemente Ocean Spar introdujo al mercado una jaula de 5 400 m³. Todas las jaulas de Ocean Spar Sea Station se emplean por debajo de la superficie del agua en los Estados Unidos de América. Las operaciones sumergidas en sitios de alta energía en el mar abierto parecen evitar o por lo menos minimizar las cargas ambientales que se sufren en la superficie. En la superficie, las partículas del agua rotan con un diámetro igual a la altura de las olas y por ello entregan la mayor cantidad de energía de la ola. Esta rotación disminuye con el aumento de la profundidad reduciendo así la carga ambiental que afecta las estructuras acuícolas que operan debajo del agua. Tsukrov *et al.* (2000) justifica este punto al informar que la tensión de la línea de amarre es de 60 por ciento menor en las jaulas sumergidas si se la compara con las posiciones de la superficie bajo idénticas cargas ambientales. Igualmente importante es la capacidad de las operaciones sumergidas para minimizar los efectos oceanográficos sobre los peces contenidos en la jaula. Sin embargo, los beneficios asociados con las operaciones sumergidas han sido obtenidos a un precio alto, dada la falta de opciones comprobadas de gestión y de soluciones «llave en mano». Numerosas operaciones de granjas necesitarán estar automatizadas para minimizar la

dependencia del buceo para realizar este tipo de tareas. Hasta que se alcance dicha automatización, las operaciones sumergidas no tendrán otra opción que seguir operando en pequeña escala y dependiendo de los buzos, para brindar seguridad y eficacia en las opciones de gestión de las granjas.

Otro ejemplo innovador es el Grupo de Ingeniería acuícola en Nuevo Brunswick, Canadá (<http://www.aquaengineering.ca>). Esta compañía desarrolló una configuración swing site que también utiliza un deflector de corrientes para reducir las condiciones oceanográficas que se experimentan en el lugar. La clave del diseño del sistema es el uso continuado de las jaulas convencionales estacionadas en la superficie y ampliamente aceptado en la industria del cultivo de salmón.

El inventario y mantenimiento de registros son cruciales para una óptima práctica piscícola. Se requiere mantener un registro con el número de mortalidades sacadas de las jaulas y estimaciones frecuentes de crecimiento (y la biomasa calculada) con el fin de calcular las tasas de alimentación, determinando la cantidad de medicación que se debe suministrar cuando sea necesario y para planificar el programa de producción y cosecha. En las operaciones menos sofisticadas, se extrae de la jaula una muestra tomada al azar de la población entera a intervalos significativos de tiempo (mensualmente), anestesiando y pesando los peces para obtener datos de crecimiento.

Las granjas más avanzadas tecnológicamente no perturban activamente a los peces, para reducir el estrés. Alternativamente, se emplean tecnologías de clasificación del tamaño de los peces que utilizan video o análisis acústico de imagen que miden individualmente a los peces sin disturbarlos físicamente.

Especies y sistemas de cultivo

El salmón del Atlántico (*Salmo salar*) es la especie elegida en las operaciones de cultivo en jaulas marinas en América del Norte. Esta especie es nativa del Océano Atlántico pero una gran cantidad de salmón del Atlántico es criada en granjas a lo largo de la costa del Pacífico de Canadá.

Otras especies de salmónidos que se crían en jaulas marinas son el salmón real (*Oncorhynchus tshawytscha*), el coho (*Oncorhynchus kisutch*) y la trucha steelhead (*Oncorhynchus mykiss*). En particular, el salmón del Atlántico es criado en tan grandes volúmenes que se ha convertido en un producto básico. Si bien estas son buenas noticias para el consumidor que intenta comprar productos

marinos sanos, nutritivos y accesibles, ello reduce bastante la rentabilidad de las operaciones de cultivo de salmón. Dada la realidad dentro de la cual operan, muchas empresas cultivadoras de salmón han empleado una cantidad importante de tiempo e inversión en la diversificación de especies, para ofrecer al consumidor una mayor gama de productos y reducir los riesgos asociados con la producción de una sola especie.

Las especies candidatas para los productores de salmón incluyen el bacalao del Atlántico (*Gadus morhua*) y el eglefino (*Melanogrammus aeglefinus*) en el Océano Atlántico y el bacalao negro (*Anoplopoma fimbria*) en el Océano Pacífico.

Los Estados Unidos de América posee un medio ambiente diverso donde vive una amplia variedad de especies candidatas para la acuicultura. En Nueva Inglaterra, muchas de las especies candidatas son las mismas que aquellas que están siendo estudiadas por su potencial acuícola por los productores de salmón.

A lo largo de la costa atlántica de los Estados Unidos y el Golfo de México existe una lista de especies candidatas para la acuicultura, que abarca: la cobia (*Rachycentron canadum*), el pez de limón (*Seriola dumerili*), el pargo rubí (*Lutjanus campechanus*) y el corvinón ocelado (*Sciaenops ocellatus*).

En el lado Pacífico de los Estados Unidos (incluyendo Hawai) se encuentran también buenos postulantes para el engorde que incluyen el barbudo del Pacífico (*Polydactylus sexfilis*) y huayaipe (*Seriola rivoliana*).

ASUNTOS REGIONALES

Cultivo en jaulas en agua dulce

Los asuntos que impactan negativamente a los productores de jaulas en pequeña escala son:

- 1) falta de acceso o acceso limitado a grandes fuentes de agua (es decir, se excluyen las fuentes de agua pública);
- 2) altos precios de los alevines y alimentos debido al bajo número de operaciones y a la ubicación lejana de las áreas tradicionales de acuicultura;
- 3) falta de infraestructura de procesamiento y mercado; y
- 4) enfermedades.

Si bien se dispone de alevines de buena calidad y alimentos comerciales, normalmente el costo de transporte y las pequeñas cantidades que se necesitan hacen aumentar los costos de producción muy por sobre lo que se paga a los productores comerciales más grandes que usan canales o estanques.

El encontrar y servir nichos de mercados locales es también difícil para los productores de pequeña escala debido a sus limitados recursos físicos y financieros y/o a su falta de experiencia comercial. A pesar de que las cooperativas y asociaciones han intentado comprar al por mayor y vender a grandes compradores, no han tenido éxito, probablemente debido a los mayores costos de producción y por lo tanto, a los mayores precios de venta.

No se han asociado problemas ambientales con las jaulas en agua dulce de represas privadas. La calidad del agua asociada, los escapes y otros impactos ecológicos son contenidos dentro de la represa. Las represas privadas tienen generalmente múltiples usos, que incluyen la recreación y el uso como abrevaderos del ganado, prácticamente nunca se desaguan y normalmente sólo descargan agua durante la temporada lluvias invernales. Es por eso que existen escasos conflictos con las prácticas de cultivo en jaulas. La mayoría de las especies cultivadas son especies nativas, con excepción de la tilapia. La producción de tilapia en jaulas se limita a ciertos estados (por ejemplo Tejas y Louisiana). La mayoría de los estados no tienen restricción alguna al cultivo de tilapia ya que ellas no sobrevivirán los inviernos de América del Norte.

Las grandes operaciones en jaulas de trucha arcoiris en aguas públicas de las provincias de Ontario y Washington han pasado por un extenso proceso de licencias y son monitoreadas regularmente para supervisar la calidad del agua y otras cuestiones relativas al impacto ambiental. El dueño de la operación en Washington piensa haber invertido unos 1,5 millones de dólares EE.UU. para armar y licenciar su granja (Swecker, comunicación personal). Los asuntos relativos a la ubicación del sitio, las percepciones públicas, los costos de licencias, la participación de ONG ambientalistas en las autorizaciones y el diálogo público negativo y la ausencia de políticas claras y marcos legales de licencia en la mayoría de los Estados Unidos, continúan entorpeciendo el desarrollo del cultivo en jaulas en las aguas públicas. Se estima que el proceso de licencias en Ontario requeriría de uno a dos años y un costo alrededor de 60 000 \$EE.UU. Este monto es principalmente para el estudio de evaluación del sitio, indispensable para obtener el permiso. El proceso involucra varios ministerios federales y provinciales y varias leyes (Moccia y Bevan, 2000). Las objeciones o conflictos con los dueños de propiedades costeras (NIMBY= síndrome de «no en mi patio trasero») aparecen como el problema más grave al que se enfrentan

los empresarios de cultivo en jaulas que intentan obtener las licencias. Por eso, los lugares en donde han tenido o pueden obtener licencias en aguas dulces de América del Norte son escasos y su expansión futura es limitada.

Cultivo en jaulas marinas

Las operaciones de cultivo en jaulas marinas están establecidas en varias áreas de América del Norte. Sin embargo, la producción total de estas operaciones es más bien limitada si se compara con el crecimiento potencial y anticipado en la siguiente década. Se necesitaría tratar varios asuntos limitantes antes de que la promesa de varios sectores industriales involucrados se haga realidad.

Los sistemas de cultivo en jaulas marinas utilizados en las bahías protegidas y fiordos son ampliamente conocidos. Sin embargo, tanto en Canadá como en los Estados Unidos de América la industria tiende a una expansión a las condiciones más expuesta del mar abierto donde experimenten menos conflictos humanos. Las operaciones y tecnologías de la acuicultura costera no serán capaces simplemente de cambiarse a estos nuevos ambientes de alta energía y garantizar la continua seguridad a los trabajadores y la operación eficiente de las granjas.

Durante la década pasada se ha desarrollado una novedosa tecnología de acuicultura en alta mar para cubrir las necesidades de ese nuevo sector de cultivo en jaulas. Sin embargo, todavía hace falta un mayor desarrollo tecnológico. Una de las necesidades críticas para el desarrollo es la automatización de las operaciones de la granja. Una automatización confiable deberá asegurar como mínimo que los peces sean alimentados efectivamente durante condiciones climáticas extremas, pero también será importante para otras tareas de la granja como la clasificación de los peces, la limpieza de las redes, la remoción de la mortalidad, el control de la salud de los peces y las inspecciones de jaulas/amarres. Los alimentadores de peces podrían también incorporar tecnología para la comunicación a larga distancia y mejorar así el control por parte de los gerentes del lugar. La adopción de estas tecnologías asegurará que las visitas al lugar sean sólo necesarias para el mantenimiento general y la entrega de alimento cuando las condiciones sean seguras.

Aspectos sociales

La expansión de la industria de cultivo en jaulas marinas requerirá el acceso a espacios adicionales para los sitios. Este aspecto es bastante diferente a

los cultivos en jaulas de agua dulce que se llevan a cabo en propiedad privada. En la acuicultura marina, las operaciones están situadas en el océano –un recurso que se ha considera siempre de propiedad común. Las compañías de cultivo marino en jaulas tendrán que llevar a cabo sus negocios de tal manera que el público se mantenga informado todo el tiempo. Esto no significa que la contabilidad de las compañías debe estar abierta al escrutinio público. Sin embargo, los planes de la industria para una región o costa deben ser discutidos dentro de foros públicos abiertos para asegurar que las preocupaciones públicas sean tomadas en cuenta en cada etapa de la expansión. Además, se debería desarrollar planes integrados de adecuada gestión de la zona costera. Se debería elegir áreas apropiadas para la acuicultura que al mismo tiempo minimicen la interacción entre los usos tradicionales del medio ambiente marino, incluyendo pesca de captura, turismo, derechos de los propietarios de tierras, transporte, industrias extractivas y las áreas que reciben visitas frecuentes de mamíferos marinos. Un ejemplo excelente de este tipo de práctica fue publicado recientemente en relación con la expansión de la industria cultivadora del salmón en la bahía de Fundy (Chang *et al.*, 2005).

La acuicultura marina ofrece también una excelente oportunidad para sostener a las comunidades costeras que actualmente dependen de las pesquerías comerciales sobre explotadas. Muchos de estos pescadores de peces silvestres representan mano de obra altamente entrenada con amplios conocimientos en materia de océanos, manejo de botes, arreglo y mantención de redes, pesca y control de calidad, que las compañías acuícolas pueden adaptar a sus propias operaciones. En estos casos, estos pescadores requerirán un entrenamiento básico relacionado con las operaciones básicas de la granja y la gestión de salud de los peces. En Newfoundland y Labrador, varios pescadores de bacalao en el Atlántico se convirtieron en acuicultores de engorde de bacalao luego del colapso en el norte de las poblaciones de peces de fondo (estas operaciones incluyeron la captura de pequeños bacalaos vivos para luego engordarlos en jaulas en el mar antes de ser cosechados para el mercado). En su mayor parte, estas operaciones han dejado de existir debido al escaso acceso a los bacalaos pequeños en toda la provincia. Sin embargo, este período experimental demostró que, si existe la oportunidad, los pescadores de especies silvestres pueden adaptarse fácilmente a las necesidades de las empresas acuícolas.

Además de emplear a estos pescadores, cualquier región que esté desarrollando un sector acuícola en alta mar se llevará los beneficios económicos ligados con la producción y venta de los peces criados en jaulas marinas. Recientes estudios económicos concluyeron que una operación de cultivo que emplea directamente sólo a siete personas para la producción en el mar abierto, proveerá un rendimiento económico adicional anual en la región de por lo menos 9 millones de dólares EE.UU. y proveerá empleo adicional para por lo menos 262 personas, relacionadas con el procesamiento, producción de alimentos, distribución, etc. (Posadas y Bridger, 2004). Estas conclusiones deben hacerse llegar a los encargados de la formulación de políticas locales para asegurar que las comunidades costeras que se encuentran devastadas por el colapso de la pesca silvestre, tengan una nueva fuente sostenible de ingresos para las futuras generaciones.

La industria acuícola debe volverse más proactiva para delinear la percepción pública de su industria. Actualmente, las organizaciones no gubernamentales (ONG) ambientalistas están ganando el apoyo del público en varios frentes. La industria acuícola debe apoyarse en información científica para ganar el apoyo del público, resistiéndose a participar del juego habitual de las ONG ambientalistas, que incluye el uso de información alterada, obsoleta y engañosa con respecto a la acuicultura y sus prácticas. Un aumento de la confianza pública abrirá las puertas a mercados complementarios para productos cultivados en granjas y potencialmente permitirá la expansión de la industria a nuevos lugares que en la actualidad están siendo debatidos.

Mercados y economía

La consolidación de la industria acuícola es un fenómeno global al tiempo que compañías multinacionales buscan economías de escala apropiadas a través de su entera cadena de producción y suministros. Esto les permite el acceso a una mayor cuota de mercado en el competitivo mercado global de productos del mar. En Canadá, actualmente la consolidación de la industria está más acentuada en la costa del Atlántico (la costa del Pacífico experimentó también varias rondas de consolidación de la industria en el pasado). Aquí, una compañía local acuícola de salmón ha sido exitosa en la consolidación de la industria en Nuevo Brunswick y Maine al tiempo que expandía sus operaciones al desarrollo de nuevos sitios en Nueva Escocia, Newfoundland y Labrador. Dicha consolidación de la industria resultará sin lugar

a dudas en una mayor eficiencia pero también en pérdidas de trabajo a nivel local. Sin embargo, este grado de consolidación asegurará asimismo un mayor grado de control sobre la cadena entera de producción de la compañía mientras gana acceso adicional a su mercado principal en Nueva Inglaterra.

Los Estados Unidos de América representan el principal mercado de exportación para los productos de la acuicultura canadienses. En Canadá, las compañías acuícolas son concientes de ello. Una encuesta reciente de firmas acuícola en la Columbia Británica, ha destacado la proximidad a los mercados y el tipo de cambio entre el dólar estadounidense y canadiense como los dos principales factores de negocios de entre los 35 que fueron considerados (PricewaterhouseCoopers, 2003). El tener un acceso directo al mercado estadounidense beneficia enormemente a la industria acuícola canadiense. Sin embargo, esta dependencia también expone a la industria acuícola canadiense a los caprichos de factores internacionales como las fluctuaciones en el tipo de cambio. El dólar canadiense se ha sobrevalorado constantemente con respecto al dólar estadounidense en los últimos cuatro años – en 2002 el tipo de cambio fue en promedio de 1,57 pero recayó a un 1,21 en 2005. Este tipo de apreciación es substancial y representa una pérdida neta de 36 centavos por cada dólar de ventas entre 2002 y 2005. Esta pérdida hace disminuir drásticamente las ganancias de la industria en ausencia de un incremento en el precio del mercado, producción y economía de escala o eficiencia.

Aspectos ecológicos y ambientales

Los operadores de la acuicultura deben actuar como gerentes profesionales ambientales, para asegurar un ambiente libre de contaminación donde criar peces y obtener ganancias. Sin un abastecimiento de agua consistente y limpia, el producto que se cultiva estaría expuesto a estrés resultando en bajos índices de crecimiento y eventual alta mortalidad. Los potenciales impactos ambientales asociados con las operaciones marinas de cultivo en jaulas pueden clasificarse en cuatro categorías generales:

1. *Impactos bentónicos y en la columna de agua* – Los impactos sobre el bentos y la columna de agua están asociados frecuentemente con una mala selección del lugar, decisiones administrativas, sobreproducción, o una combinación de las tres. Estos efectos son reversibles y pueden ser mitigados con un cuidadoso manejo de la granja y adaptando una política de descanso de los

sitios entre ciclos sucesivos de engorde (McGhie *et al.*, 2000).

2. *Impactos sobre la frecuencia de floraciones de algas peligrosas* – Las actividades de cultivo de peces resultarán en un incremento de nutrientes en los ambientes aledaños. Sin embargo, la mayoría de los estudios han concluido que las actividades acuícolas situadas en lugares preferidos no han resultado en un aumento de especies de fitoplancton (Parsons *et al.*, 1990; Pridmore y Rutherford, 1992; Taylor, 1993). De hecho, Arzul *et al.* (2001) informó sobre un crecimiento de fitoplancton inhibido en presencia de excreciones de especies seleccionadas de peces (lubina y salmón). Estos resultados estuvieron en total contraste con la excreción de especies de mariscos (ostras y mejillones), las cuales estimularon las tasas de crecimiento de fitoplancton.
3. *Impactos sobre los mamíferos marinos locales y migratorios* – A diferencia de los aparejos de pesca, el enredo de los mamíferos marinos en los aparejos de acuicultura no ha sido documentado con frecuencia y por ello representa una preocupación menor para los operadores en acuicultura. Sin embargo, cuando tales interacciones ocurren, los costos tanto para el sitio de acuicultura (pérdida de peces y percepción pública negativa) como para el mamífero marino en cuestión tienden a ser grandes. La industria acuícola debe hacer todo lo posible para evitar dichos incidentes.
4. *Escapes e implicaciones para las poblaciones silvestres* – Las compañías acuícolas sólo pueden mantenerse en el negocio si logran retener sus peces hasta la venta. El enfoque más lógico para mitigar los impactos que acarrear los escapes de peces en la acuicultura, es la prevención. Myrick (2002) examinó los escapes de especies cultivadas en general mientras que Bridger y Garber (2002) analizaron específicamente la ocurrencia de escapes de salmónidos, las implicaciones y las soluciones para mitigarlos. En los casos de escape, se ha observado que los salmónidos fugitivos – especialmente las truchas steelhead – permanecen en las inmediaciones de las jaulas y despliegan un comportamiento de homing en las instalaciones acuícolas si los escapes se produjeron lejos de los sitios acuícolas establecidos (Bridger *et al.*, 2001). Estos resultados indican un riesgo más bajo para las poblaciones silvestres que el anunciado por las ONG. Es más, sería factible desarrollar estrategias de recaptura para el

retorno de los fugitivos a las jaulas, para un crecimiento adicional y una disminución de las pérdidas económicas.

Políticas y marco legal

Las políticas y marcos legales relacionados con la acuicultura marina en jaulas difieren inmensamente según la jurisdicción específica que se trate. En Canadá, tanto los niveles de gobierno federal como provincial participan en el desarrollo y supervisión, para que la industria acuícola tenga las condiciones necesarias para expandirse mientras esté manejada de una manera ambiental y socialmente responsable. En reconocimiento a esta labor conjunta, los ministros canadienses de pesca y acuicultura (nacional y provincial) acordaron una cooperación interjurisdiccional y la creación de un plan de acción para la acuicultura canadiense, que compromete a ambos niveles gubernamentales para mejorar el marco reglamentario, fortalecer la competitividad de la industria y aumentar la confianza pública en la industria y el gobierno.

En casi todos los casos, los departamentos provinciales han asumido la responsabilidad de asignar los sitios para la acuicultura en los océanos a través de memorandos de entendimiento federal-provincial. Muchos departamentos provinciales han creado planes de manejo de las bahías y sistemas de manejo de una sola clase anual (es decir, una generación de peces en un sitio por vez) con el fin de mejorar el control de salud de los peces y la calidad ambiental.

En los Estados Unidos de América, hasta el momento toda la acuicultura marina en jaulas se lleva a cabo dentro de aguas estatales específicas. Los estados manejan la industria acuícola individualmente, lo que resulta en ciertas inconsistencias entre los estados. La «acuicultura en mar abierto» es un término legal en los Estados Unidos, que se refiere a las operaciones acuícolas situadas en las aguas federales de los Estados Unidos de América. Las aguas federales representan la extensión de océano existente fuera de las aguas estatales dentro de la zona económica exclusiva de los Estados Unidos, que normalmente ocurre 3 millas (4,8 km) más afuera de la tierra controlada por el estado (incluyendo islas) hasta las 200 millas (321,8 km) mar afuera. El marco de la política existente para la acuicultura en las aguas federales de los Estados Unidos de América ha sido citado frecuentemente como la principal razón de la falta de desarrollo de la industria. El 8 de Junio de 2005 los Co-presidentes del Comité de Comercio del

Senado introdujeron la S. 1195, correspondiente al Acta Nacional de Acuicultura en Mar Abierto de 2005, para:

«...invertir a la Secretaria de Comercio con la autoridad necesaria para el establecimiento e implementación de un sistema reglamentario para la acuicultura en mar abierto en la zona económica exclusiva de los Estados Unidos y para otros propósitos».

La introducción de esta ley representa el primero de muchos pasos importantes necesarios para el establecimiento de la acuicultura en las aguas federales de los Estados Unidos de América. Luego de la adopción, el Departamento de Comercio tendrá autoridad para establecer las regulaciones necesarias para dirigir una industria acuícola en el mar abierto. Este proceso necesitará muchos años, varios períodos de opiniones públicas y revisiones, antes de su finalización.

EL CAMINO A SEGUIR

La importancia de los mercados no puede ser sobre enfatizada. Como se discutió anteriormente, Canadá tiene a Estados Unidos de América como

su principal mercado de exportación. Muchos otros países también exportan fuertemente a los Estados Unidos de América y Canadá, por lo que se espera que el desarrollo internacional y la competencia impulsen los mercados de productos del mar en los países desarrollados. Muchos asuntos de «comercio desleal» ya han salido a luz con las importaciones de productos del mar a los Estados Unidos de América. Estos indudablemente aumentarán en el futuro ya que la competencia y las condiciones para un esperado «campo de juego justo» se debatirán en las arenas políticas.

Los Estados Unidos de América, probablemente más que Canadá o la mayoría de otros países, ha tenido una fuerte oposición al cultivo en jaulas tanto en aguas públicas dulces como aquellas cercanas a la costa. Por lo tanto, como se discutió anteriormente, los acuicultores deberán asumir un papel más proactivo para comprometerse con el público y contrarrestar las acusaciones infundadas de las ONG ambientalistas. Ellos deben ganarse la confianza del público y trabajar conjuntamente con los legisladores y oficiales públicos, demandando

FIGURA 11

Un piscicultor alimentando manualmente a peces en jaulas basadas en la superficie. Las operaciones manuales son populares en los sitios más pequeños que no requieren automatización para alcanzar economías de escala



estudios científicos y políticas con bases científicas para su desarrollo futuro.

En los Estados Unidos de América, las expectativas de utilizar fuentes públicas de agua dulce para el cultivo en jaulas son remotas. La mayoría de las agencias estatales de recursos naturales de los Estados Unidos, que regulan el acceso a los cuerpos de aguas públicas, no tienen deseo ni presión pública/política para promover el cultivo en jaulas en aguas públicas.

Parece que la expansión de la acuicultura en jaulas en los Estados Unidos de América involucrará sólo a jaulas en mar abierto. Actualmente, los nuevos accesos a la acuicultura en mar abierto están limitados en muchas jurisdicciones y la especie de elección generalmente tiene competencia limitada con las capturas silvestres dejando, de ese modo, lugar a una demanda excelente de productos cultivados. En algún momento estos beneficios directos para quienes ingresan temprano al negocio disminuirán al constituirse las especies candidatas en productos básicos y los mercados establecidos se desborden. Los operadores que utilizan muchos de los sistemas existentes o propuestos para acuicultura en jaulas en mar abierto podrían experimentar dificultades económicas al criar especies que constituyen productos básicos, debido al volumen limitado de crecimiento con los diseños de nuevas jaulas y a los costos elevados de desembolso de capital. Esos acuicultores deberán volverse más eficientes en sus operaciones de granja o usar tecnologías de jaulas más costo-efectivas para que sean rentables. Los fabricantes de jaulas deberán diseñar y proveer sistemas que tengan menor costo por unidad de volumen. Algunas compañías están ya considerando estas posibilidades.

Otros sistemas periféricos de apoyo son críticamente importantes para las operaciones costeras de cultivo en jaulas marinas, de lo más importante por ejemplo son los sistemas de entrega del alimento. Las operaciones de cultivo marino en jaulas en América del Norte son todas intensivas, es decir, requieren que se suministre alimento. Sin embargo, sólo unos pocos peces son alimentados manualmente (Figure 11).

Las operaciones cercanas a la costa han alcanzado una escala tal que requieren minimizar los costos de labor manual. En tales casos, existen embarcaciones que transportan el alimento al sitio (ya sea en cantidades cotidianas o una cantidad suficiente para varios días que se almacenan en barcasas o en balsas ancladas en el sitio) y se usan impulsores de aire a bordo para distribuir el alimento a cada

jaula, normalmente dos veces al día. La mayoría de la industria ha adoptado sistemas de cámaras para entregar el alimento de manera eficiente, controlando el exceso del mismo (por ejemplo monitoreando el alimento que cae entre los peces o los cambios de comportamiento de los peces). Los sitios más grandes han aumentado su capacidad de alimentación a través del establecimiento de barcasas cónicas o de silos que almacenan grandes cantidades de alimento y utilizan una tecnología de alimentación computarizada y centralizada para proveer individualmente a las jaulas las cantidades asignadas de alimento. Las barcasas de alimento se amarran en el lugar ya sea utilizando sus propios sistemas independientes de anclaje o integradas dentro del sistema de anclaje de la flotilla de jaulas.

Muchos de los nuevos diseños de jaulas de mar abierto no han desarrollado simultáneamente sistemas efectivos de entrega del alimento. En algunos casos, la alimentación se efectúa desde un bote a través de una manguera de alimentación que se extiende hasta la jaula. Para otros sitios, las barcasas de alimentación han sido modificadas para ajustarlas a las condiciones de mar abierto. Finalmente, se han construido y probado boyas de alimentación de tipo espeque para su uso en ambientes de alta energía. Independiente del concepto final, todos los expertos de la industria aceptan que la entrega de alimentos basada en embarcaciones es una estrategia de corto plazo y que se deberían adoptar sistemas de almacenamiento y entrega de alimento en el sitio, para la expansión de la industria.

Las operaciones acuícolas en mar abierto deben llegar a depender de tecnologías que midan los peces utilizando análisis de imágenes de video o acústico, para clasificar a los peces individualmente sin molestarlos físicamente. Ello también debe minimizar la cantidad de tiempo que se invierte en el sitio, clasificando peces cuando se deberían realizar otras labores más urgentes durante los limitados períodos de buen tiempo.

Un beneficio adicional de utilizar tecnología de video en los sitios de mar abierto sería el uso potencial de esas mismas imágenes para observar la salud de los peces. En estos casos, las imágenes de video deberían ser analizadas para detectar la presencia de signos anatómicos indicativos de problemas de salud en los peces y que alistarían al veterinario de la industria antes de la visita al sitio y potencialmente resolver ciertos problemas antes que se vuelvan inmanejables, sin mayores consecuencias económicas. Idealmente, los mismos datos de video se podrían utilizar para la administración del

alimento, la clasificación de tamaños y el manejo de la salud de los peces y de ese modo disminuir la inversión requerida en tecnología.

La calidad y seguridad del alimento son cuestiones de suma importancia para los consumidores norteamericanos. Las ONG ambientalistas han acusado a los acuicultores de usar químicos ilegales y han presionado a las agencias reguladoras para aumentar las medidas de control en los productos del mar. Esta tendencia continuará y corresponde a los productores de cultivos en jaulas de América del Norte desarrollar, auto-imponerse y adherir a las normas estrictas de garantía de calidad. La industria y los investigadores necesitan trabajar juntos para desarrollar sistemas nuevos y no químicos para tratar los problemas de salud de los peces. Finalmente, se necesita desarrollar y establecer legalmente criterios orgánicos acuícolas en los Estados Unidos para que los productores locales puedan beneficiarse de esos nichos de mercados altamente lucrativos.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El cultivo en jaulas en América del Norte podría estar al borde de una rápida expansión si se cambian

las políticas actuales y se continúa desarrollando reformas reguladoras. En la última década, particularmente Canadá, ha hecho progresos significativos hacia el mejoramiento del marco regulatorio y la percepción pública de la acuicultura en jaulas.

La acuicultura marina en jaulas en los Estados Unidos de América está por detrás de Canadá pero las nuevas legislaciones propuestas podrían impulsar el desarrollo en las aguas federales en los Estados Unidos. En la mayor parte de América del Norte el cultivo en jaulas, especialmente en agua dulce, tiene una corta y decepcionante historia y probablemente no se expandirá rápidamente en un futuro cercano. Si bien las oportunidades de expansión de los cultivos marinos en jaulas son buenas, los Estados Unidos de América se queda detrás de Canadá en implementación y orientación sostenibles. Se deberían superar los obstáculos restrictivos de las regulaciones gubernamentales e inconsistencias de política, las inquietudes ambientales, los impedimentos estéticos y la incertidumbre comercial antes que el desarrollo sostenible pueda progresar.

REFERENCIAS

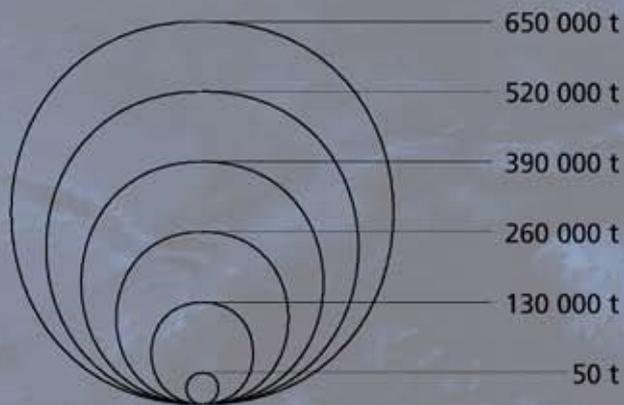
- Aarsnes, J.V., Rudi, H. & Løland, G. 1990. Current forces on cage, net deflection. In *Engineering for Offshore Fish Farming - Proceedings of the Conference Organized by the Institution of Civil Engineers. October 17–18, 1990*, pp 37–152. Glasgow, UK, Thomas Telford.
- Anonymous. 2000. *United States Department of Commerce Aquaculture Policy*. (available at: <http://www.nmfs.noaa.gov/trade/DOCAQpolicy.htm>). Revised March 15, 2000.
- Arzul, G., Seguel, M. & Clément, A. 2001. Effect of marine animal excretions on differential growth of phytoplankton species. *ICES Journal of Marine Science*, 58: 386–390.
- Axler, R., Yokom, S., Tikkanen, C., McDonald, M., Runke, H., Wilcox, D. & Cady, B. 1998. Restoration of a Mine Pit Lake from Aquacultural Nutrient Enrichment. *Restoration Ecology*, 6(1): 1–19.
- Beveridge, M. 2004. *Cage Aquaculture*, third edition. Oxford, UK, Blackwell Publishing Ltd. 368 pp.
- Bridger, C.J. (ed.). 2004. *Efforts to Develop a Responsible Offshore Aquaculture Industry in the Gulf of Mexico: A Compendium of Offshore Aquaculture Consortium Research*. Ocean Springs, MS, USA, Mississippi-Alabama Sea Grant Consortium. 200 pp.
- Bridger, C.J., Booth, R.K., McKinley, R.S. & Scruton, D.A. 2001. Site fidelity and dispersal patterns of domestic triploid steelhead trout (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum) released to the wild. *ICES Journal of Marine Science* 58: 510–516.
- Bridger, C.J. & Costa-Pierce, B.A. 2002. *Sustainable development of offshore aquaculture in the Gulf of Mexico*. Gulf and Caribbean Fisheries Institute 53: 255–265.
- Bridger, C.J. & Garber, A.F. 2002. Aquaculture escapement, implications and mitigation: The salmonid case study. In B.A. Costa-Pierce, (ed.). *Ecological Aquaculture: The Evolution of the Blue Revolution*, pp. 77–102. Blackwell Science, UK.
- Chambers, M.D. 1998. Potential offshore cage culture utilizing oil and gas platforms in the Gulf of Mexico. In C.E. Helsley, (ed.). *Open Ocean Aquaculture '97, Charting the Future of Ocean Farming*, pp. 7–87. Proceedings of an International Conference. April 23–25, 1997. Maui, Hawaii, USA, University of Hawaii Sea Grant College Program #CP-98–08.
- Chambers, M.D., Howell, W.H., Langan, R., Celikkol, B. & Fredriksson, D.W. 2003. Status of open ocean aquaculture in New Hampshire. In C.J. Bridger & B.A. Costa-Pierce, (ed.). *Open Ocean Aquaculture: From Research to Commercial Reality*, pp. 233–245. Baton Rouge, Louisiana, USA, The World Aquaculture Society, .
- Chang, B.D., Page, F.H. & Hill, B.W.H. 2005. *Preliminary analysis of coastal marine resource use and the development of open ocean aquaculture in the Bay of Fundy*. Canadian Technical Report of Fisheries and Aquatic Sciences 2585. 36 pp.
- Duarte, S.A., Masser, M.P., & Plumb, J.A. 1993. Seasonal Occurrence of Diseases in Cage-Reared Channel Catfish, 1987–1991. *Journal of Aquatic Animal Health*, 5: 223–229.
- EAO (Environmental Assessment Office). 1997. *Salmon Aquaculture Review*, vols. 1–5. Victoria, BC, Canada, Government of British Columbia.
- FAO. 2006. *FAO, Anuario de estadísticas de pesca: Producción de acuicultura, 2004*. vol 98/2, Rome, FAO.
- Glebe, B. & Turner, T. 1993. Alternate Commercial Rearing Strategies for Arctic Char (*Salvelinus alpinus*). *Bulletin of the Aquaculture Association of Canada*, 93(1): 2–9.
- Hatfield Consultants Ltd. 2002. *Future Sea Closed Containment Units*. Draft Monitoring Report: First Production Cycle. BC Pilot Project Technology Initiative. (available at: http://www.agf.gov.bc.ca/fisheries/reports/MH_Closed_Containment_final_interim_report.pdf).
- Huguenin, J.E. 1997. The design, operations and economics of cage culture systems. *Aquacultural Engineering*, 16: 167–203.
- Kaiser, J.B. 2003. Offshore aquaculture in Texas: Past, present and future. In C.J. Bridger and B.A. Costa-Pierce, (ed.). *Open Ocean Aquaculture: From Research to Commercial Reality*, pp. 269–272. Baton Rouge, Louisiana, USA, The World Aquaculture Society.
- Lawson, T.B. 1995. *Fundamentals of Aquacultural Engineering*. New York, NY, USA, Chapman & Hall. 355 pp.
- Lorio, W.J. 1987. Catfish in net pens and farm ponds: the basis for an Oklahoma industry. *Aquaculture Magazine*, 6: 45–48.
- Loverich, G.F. & Gace, L. 1998. The effect of currents and waves on several classes of offshore sea cages. In C.E. Helsley, (ed.). *Open Ocean Aquaculture '97, Charting the Future of Ocean Farming - Proceedings of an International Conference. April 23–25, 1997*, pp. 131–144. Maui, Hawaii, USA. University of Hawaii Sea Grant College Program #CP-98–08.
- Loverich, G.F. & Goudey, C. 1996. Design and operation of an offshore sea farming system. In M.

- Polk, (ed.). *Open ocean aquaculture - Proceedings of an international conference. May 8–10, 1996*, pp. 495–512. Portland, Maine, USA. New Hampshire/Maine Sea Grant College Program Rpt.# UNHMP-CP-SG-96–9.
- Masser, M. P.** 1997a (Revised). *Cage Culture: Cage Construction, Placement, and Aeration*. Southern Regional Aquaculture Center (SRAC) Publication No. 163. 4 pp.
- Masser, M.P.** 1997b (Revised). *Cage Culture: Species Suitable for Cage Culture*. Southern Regional Aquaculture Center (SRAC) Publication No. 163. 4 pp.
- Masser, M.P. & Duarte, S.A.** 1994. The Alabama Piedmont Catfish Cage Farming Industry. *World Aquaculture*. 25(4): 26–29.
- McGhie, T.K., Crawford, C.M., Mitchell, I.M. & O'Brien, D.** 2000. The degradation of fish-cage waste in sediments during fallowing. *Aquaculture* 187: 351–366.
- Moccia, R.D. & Bevan, D.J.** 2000 (Revised of 1996 version). *Aquaculture Legislation in Ontario*. Ontario Ministry of Agriculture and Food. AGDEX 485/872. 8 pp.
- Moccia, R.D. & Bevan, D.J.** 2004. *Aquastats 2003: Ontario Aquacultural Production in 2003*. Ontario Ministry of Agriculture and Food. No. 04–002. 2 pp.
- Myrick, C.A.** 2002. Ecological impacts of escaped organisms. . In J.R. Tomasso, (ed.). *Aquaculture and the Environment in the United States*, pp. 225–245. United States Aquaculture Society, A Chapter of the World Aquaculture Society, Baton Rouge, Louisiana, USA.
- NBDAFA (New Brunswick Department of Agriculture, Fisheries and Aquaculture).** 2005. *Agriculture, Fisheries and Aquaculture Sectors in Review 2004*. Government of New Brunswick, Fredericton, NB, Canada.
- NLDFA (Newfoundland and Labrador Department of Fisheries and Aquaculture).** 2005. *Seafood Industry Years in Review 2004*. Government of Newfoundland and Labrador, St John's, Newfoundland and Labrador, Canada.
- OCAD (Office of the Commissioner for Aquaculture Development).** 2003. *Achieving the Vision*. Ottawa, Ontario, Canada, Office of the Commissioner for Aquaculture Development, Cat. No. Fs23–432/2003. 62 p.
- O'Hanlon, B., Benetti, D.D., Stevens, O., Rivera, J. & Ayvazian, J.** 2003. Recent progress and constraints towards implementing an offshore cage aquaculture project in Puerto Rico, USA. In C. J. Bridger & B. A. Costa-Pierce, (eds). *Open Ocean Aquaculture: From Research to Commercial Reality*, pp. 263–268. Baton Rouge, Louisiana, USA, The World Aquaculture Society, .
- Ostrowski, A.C. & Helsley, C.E.** 2003. The Hawaii offshore aquaculture research project: Critical research and development issues for commercialization. In C.J. Bridger & B.A. Costa-Pierce, (eds). *Open Ocean Aquaculture: From Research to Commercial Reality*, pp. 285–291. Baton Rouge, Louisiana, USA, The World Aquaculture Society.
- Parsons, R.R., Rokeby, B.E., Lalli, C.M. & Levings, C.D.** 1990. Experiments on the effect of salmon farm wastes on plankton ecology. *Bulletin of the Plankton Society of Japan* 37: 49–57.
- Posadas, B.C. & Bridger C.J.** 2004. Economic Feasibility & Impact of Offshore Aquaculture in the Gulf of Mexico. In Bridger, C.J. (ed.) *Efforts to develop a responsible offshore aquaculture industry in the Gulf of Mexico: a compendium of offshore aquaculture consortium research*, pp. 109–128. Ocean Springs, MS, USA, Mississippi-Alabama Sea Grant Consortium. 200 pp.
- PricewaterhouseCoopers, LLP.** 2003. *A Competitiveness Survey of the British Columbia Salmon Farming Industry*. British Columbia, Canada, Aquaculture Development Branch, Ministry of Agriculture, Food & Fisheries. 24 pp.
- Pridmore, R.D. & Rutherford, J.C.** 1992. Modeling phytoplankton abundance in a small-enclosed bay used for salmon farming. *Aquaculture and Fisheries Management* 23: 525–542.
- Proceedings of the Artic Char Conference.** 1992. *Bulletin of the Aquaculture Association of Canada. St Andrews, NB.* No. 93(2). 38 pp.
- Saunders, R.L.** 1995. Salmon aquaculture: Present status and prospects for the future. In A.D. Boghen, (ed.). *Cold-water Aquaculture in Atlantic Canada*, second edition, pp. 35–81. Moncton, NB, Canada, The Canadian Institute for Research on Regional Development.
- Statistics Canada.** 2005. *Aquaculture Statistics*. Catalogue no. 23–222-XIE. 44 p.
- Swecker, D.** 2006. Rochester, WA, USA, Washington Fish Growers Association.
- Taylor, F.J.R.** 1993. Current problems with harmful phytoplankton blooms in British Columbia waters. In T.J. Smayda & Y. Shimizu, (eds). *Toxic Phytoplankton Blooms in the Sea*, pp. 699–703. Amsterdam, the Netherlands, Elsevier Science Publishers.

- Tsukrov, I.I., Ozbay, M., Fredriksson, D.W., Swift, M.R., Baldwin, K. & Celikkol, B. 2000. Open ocean aquaculture: Numerical modeling. *Marine Technology Society Journal* 34: 29–40.
- Veenstra, J., Nolen, S., Carroll, J. & Ruiz, C. 2003. Impact of net pen aquaculture on lake water quality. *Water Science and Technology*, 47(12): 293–300.

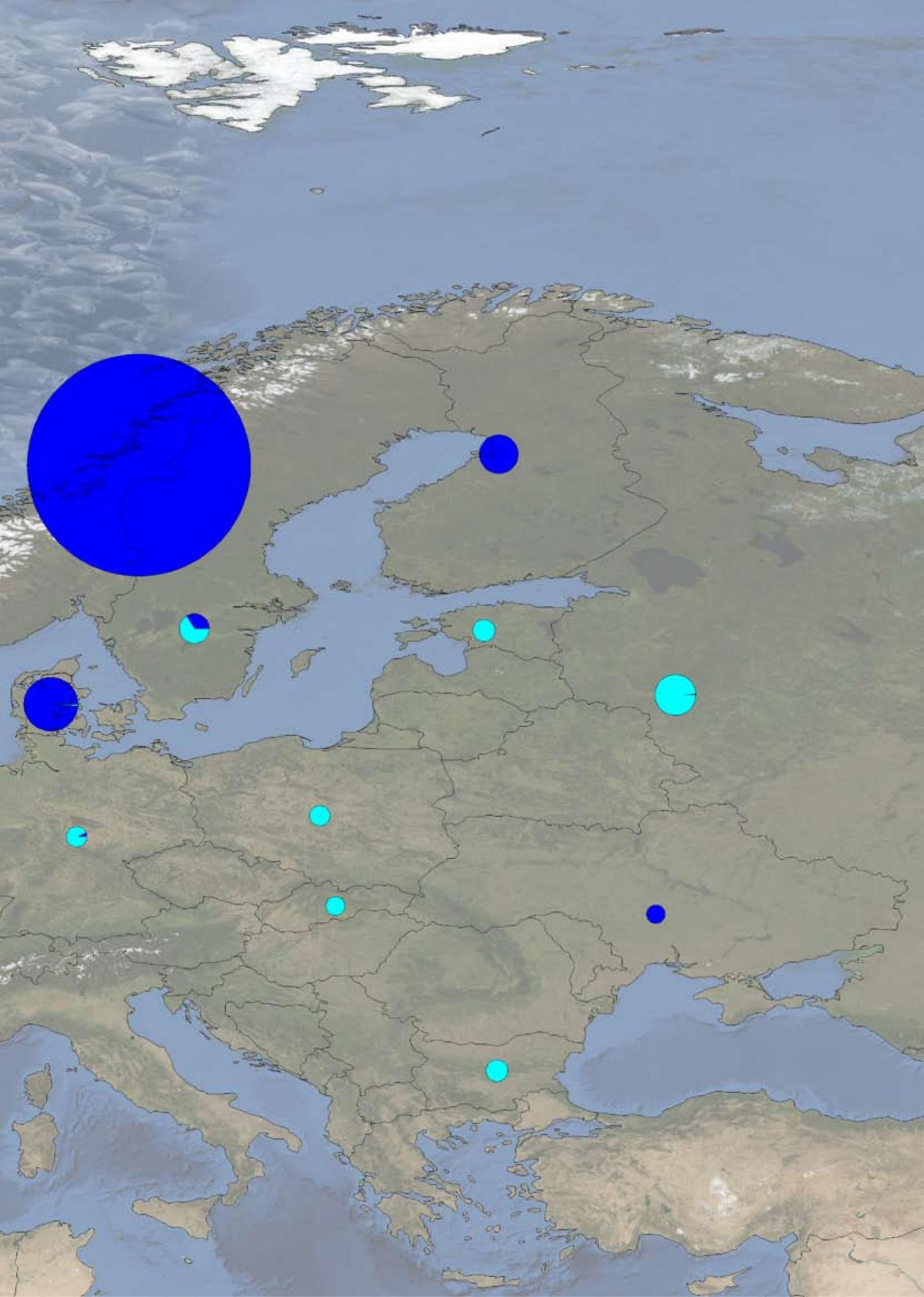
Producción de la acuicultura en jaulas 2005

Datos obtenidos de las estadísticas de pesca suministradas a la FAO por los Estados miembros en 2005. En caso de no existir datos de 2005, se utilizaron los de 2004



agua dulce

agua marina y salobre





Estudio de la acuicultura en jaulas: Europa del Norte

Jon Arne Grøttum¹ y Malcolm Beveridge^{2,3}

Grøttum, J.A. y Beveridge, M.

Estudio de la acuicultura en jaulas: Europa del Norte. En M. Halwart, D. Soto y J.R. Arthur (eds). Acuicultura en jaulas – Estudios regionales y panorama mundial. FAO Documento Técnico de Pesca. No. 498. Rome, FAO. 2008. pp. 133–162.

RESUMEN

La industria europea de la acuicultura en jaulas ha evolucionado, desde sus comienzos hace 30 años. Las especies principales del norte de Europa son el salmón del Atlántico (*Salmo salar*) y la trucha arcoiris (*Oncorhynchus mykiss*). La mayoría de la producción se lleva a cabo en Noruega, Escocia, Irlanda y las Islas Feroe. Sin embargo, países como Finlandia, Islandia, Suecia y Dinamarca también cuentan con una industria de cultivo en jaulas. Toda la producción acuícola relevante que utiliza tecnología de jaulas en el norte de Europa se lleva a cabo en aguas marinas. El volumen de producción en 2004 fue de alrededor de 800 000 toneladas de salmón del Atlántico y de aproximadamente 80 000 toneladas de trucha arcoiris. Se espera que el volumen de producción de salmón del Atlántico se incremente aún más, mientras que por el momento, el de la trucha arcoiris muestra una tendencia negativa. Existe un interés creciente en expandir la producción de otras especies, como el bacalao y el fletán del Atlántico.

Existen por cierto grandes diferencias entre los países europeos en, por ejemplo, el grado de exposición de los sitios, que varía desde lugares bastante protegidos en el Mar Báltico donde se produce trucha arcoiris, hasta lugares muy expuestos en las Islas Feroe donde se cultiva salmón del Atlántico. No toda Europa es apropiada para el desarrollo de la acuicultura, dado que muchos factores intervienen en la producción y en la viabilidad de las operaciones acuícolas (por ej., calidad del agua, disponibilidad y costo del espacio, condiciones climáticas, etc.). Cuando se considera la ubicación de los sitios acuícolas, resulta crítico realizar una evaluación sistemática e integral de los impactos tanto positivos como negativos de los nuevos desarrollos acuícolas. A pesar de las diferencias entre un lugar y otro, la producción del cultivo en jaulas es bastante uniforme en los distintos países europeos en términos del uso de la tecnología. Los sistemas de jaulas utilizados en la acuicultura moderna han cambiado muy poco en comparación con los que se utilizaban al principio. Las jaulas son unidades fijas o flotantes, de forma cuadrada, hexagonal o circular, con una bolsa de red cerrada suspendida. Los materiales de su fabricación han pasado de la madera, al acero y el plástico.

El mejoramiento genético mediante la implementación de programas de cría selectiva ha contribuido significativamente a mejorar la productividad del salmón del Atlántico y la trucha arcoiris. Sin embargo, dado que estos programas de cría son altamente especializados y costosos, tienden a concentrarse en unos pocos países y compañías. El mejoramiento genético a costo reducido y la disponibilidad de huevos todo el año representan una importante motivación para el comercio internacional de huevos de salmónidos. Se han utilizado medidas preventivas aceptables desde un punto de vista biológico y ambiental para mantener los problemas sanitarios de la acuicultura a un nivel razonable. Actualmente, la vacunación es la única medida importante para prevenir enfermedades bacterianas en los peces cultivados, particularmente en los salmónidos. El mejor indicador del efecto de la vacunación como medida profiláctica es la reducción en el uso de antibióticos en el cultivo de

¹ Federación Noruega de Productos Marinos, PB 1214, N-7462 Trondheim, Noruega.

² Servicios de Investigación sobre la Industria Pesquera, Laboratorio de Agua Dulce, Faskally, Pitlochry, Perthshire PH16 5LB, Reino Unido.

³ WorldFish Center, PO Box 1261, Maadi, Cairo, Egipto.

peces. La mayor parte de la población de salmón del Atlántico y trucha arcoiris se vacuna por lo menos contra tres de las principales enfermedades bacterianas (vibriosis, vibriosis de agua fría y furunculosis) antes de su ingreso a las jaulas marinas. En el lapso de 10 años, el uso de antibióticos se ha reducido a un mínimo absoluto, debido principalmente a la utilización de vacunas.

Aún cuando ha habido una disminución significativa del impacto ambiental de la industria del cultivo en jaulas en Europa, todavía restan algunos desafíos como: los escapes, la eutrofización marina, los piojos de mar y el acceso a las zonas marítimas. No obstante los distintos problemas, el crecimiento de la producción ha sido relativamente continuo y la industria se ha convertido en un importante contribuyente para algunas de las regiones rurales más remotas de Europa. Aunque subsisten algunos problemas, la industria ha logrado reducir los impactos ambientales y mejorar la salud de los peces. Sin embargo, el aumento futuro de la producción y la introducción de nuevas especies plantearán nuevos retos en los próximos años. Existe mucho interés en que esta industria se desarrolle aún más y proporcione actividades esenciales rentables para sustentar a las comunidades que viven en las fronteras de Europa. La acuicultura puede crear nuevos nichos económicos lo que llevará a un aumento del empleo, un uso más efectivo de los recursos locales y a oportunidades para las inversiones productivas. La contribución de la acuicultura al comercio, tanto local como internacional, también se está incrementando. La mayoría de los países involucrados en acuicultura han formulado estrategias para promover el desarrollo del sector acuícola. Sin embargo, éste no debe darse a expensas de la calidad del producto ni del medio ambiente. Asimismo, debe ser lo suficientemente eficiente como para competir contra otros productores de alimentos, dentro y fuera de Europa.

ANTECEDENTES

Este documento proporciona un panorama general del cultivo en jaulas en Europa, sin incluir la producción en el Mediterráneo, la cual se trata en un capítulo aparte de este mismo volumen.

La industria acuícola a lo largo de la costa desde Gibraltar en el sur, pasando por Gran Bretaña, las Islas Feroe, Islandia y el Mar Báltico, hasta la frontera de Rusia en el norte, desempeña hoy en día, un papel importante para muchas comunidades pequeñas cercanas al mar. Esta función probablemente se vuelva primordial en un futuro cercano debido a la demanda creciente de pescado de alta calidad y a la disminución de las capturas silvestres.

Los países con mayor producción son, en orden de importancia, Noruega, Escocia e Irlanda. El predominio de estos países se refleja en el contenido de este artículo. La naturaleza internacional de la propiedad actual de las empresas de cultivo en jaulas se refleja en la similitud en el uso de tecnología y prácticas de cultivo.

Las principales especies que se cultivan en jaulas en el norte de Europa son el salmón del Atlántico (*Salmo salar*) y la trucha arcoiris (*Oncorhynchus mykiss*). Sin embargo, varias especies nuevas están cobrando importancia creciente para la industria del cultivo en jaulas en Europa.

Debido a que este artículo abarca más o menos todos los aspectos del cultivo en jaulas, la mayor parte de su contenido se basa en artículos de revisión que han sido elegidos como introducciones adecuadas para una información más exhaustiva sobre los distintos temas.

HISTORIA DEL CULTIVO EN JAULAS EN LA REGIÓN

La actividad de cultivar el agua se remonta muchos siglos atrás y ya se describía en el Medio Oriente hace varios miles de años atrás (Beveridge y Little, 2002). En Europa, el cultivo tiene también una larga tradición. En una antigua granja noruega se encontró una piedra del siglo XI con la siguiente inscripción: «Eiliv Elg llevó peces a Raudsjøen» (Osland, 1990). Esto evidencia que se introdujeron nuevas especies en los lagos donde se reprodujeron sin la intervención humana. Estos peces fueron cosechados posteriormente mediante la pesca.

En el siglo XIX, se incubaron y criaron los primeros peces en condiciones artificiales en Europa occidental. La motivación fue repoblar lagos y ríos con peces para los pescadores de caña. La experiencia lograda mediante la incubación y cría sentó las bases para comprender las condiciones necesarias para la reproducción y cría de estos peces (FEAP, 2002).

El cultivo en jaulas se llevó a cabo por primera vez en Noruega a finales de la década de 1950 en un intento por producir trucha arcoiris y salmón del Atlántico en el mar. En Escocia, la *White Fish Authority* inició pruebas con la cría de salmón en jaulas alrededor de 1965. Sin embargo, la producción comercial en Noruega no comenzó hasta principios de la década de 1970. Desde entonces, esta industria se ha extendido a Escocia e Irlanda. El cultivo de salmón del Pacífico (coho, *Oncorhynchus kisutch*) comenzó después de cultivarse el salmón del Atlántico, y la tecnología noruega y escocesa

se transfirió a Canadá y los Estados Unidos de América. Posteriormente, se lograron progresos significativos en Sudamérica, particularmente en Chile, país que ahora se ha convertido en uno de los productores principales (FEAP, 2002; Beveridge, 2004, véase también el estudio relacionado sobre América Latina y el Caribe).

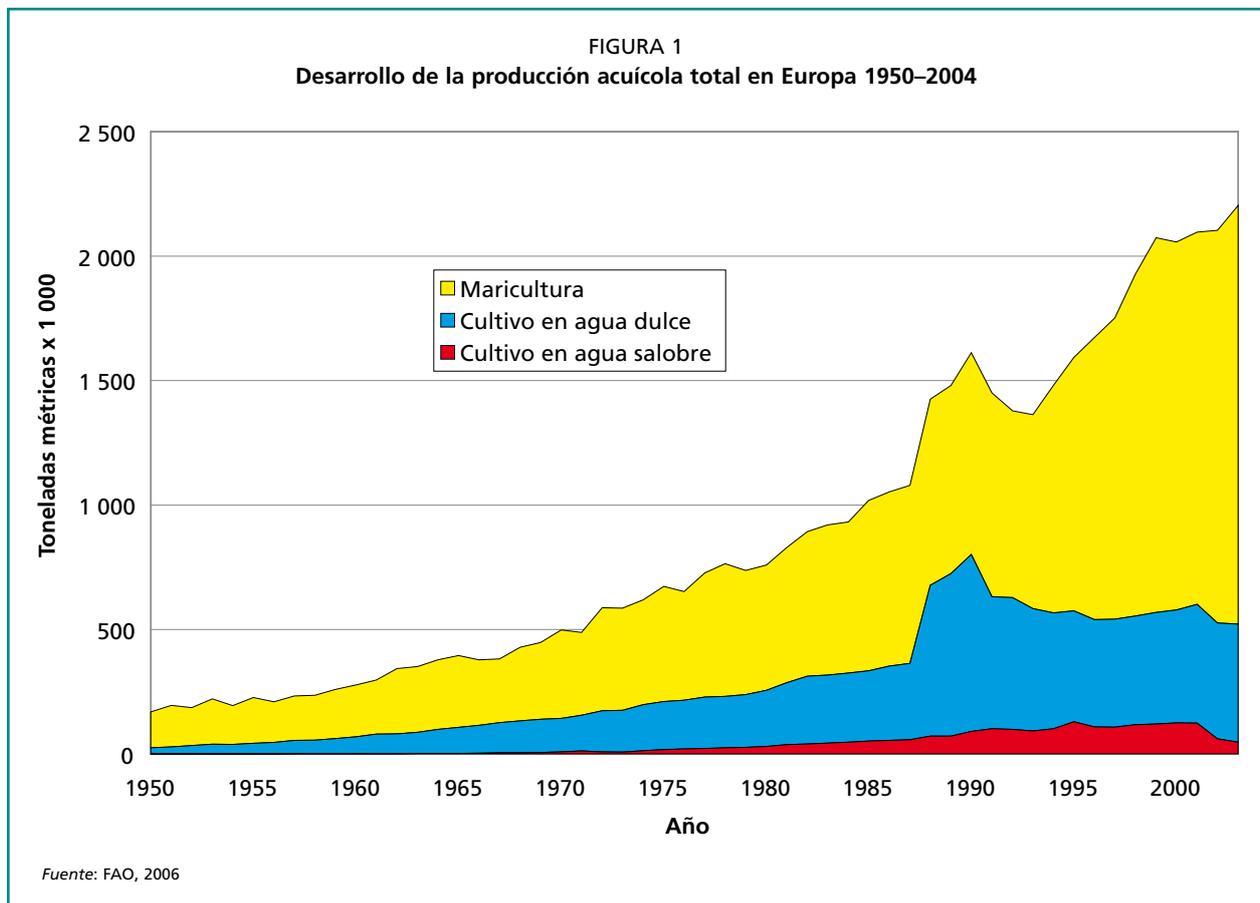
El cultivo en jaulas se adaptó posteriormente a otras especies en Europa y se ha convertido en un negocio rentable. En particular, el cultivo de dorada y lubina en jaulas de red resultó ser muy exitoso y existe un aumento de especies prometedoras como el atún, el bacalao y el fletán del Atlántico.

El desarrollo de la industria acuícola europea muestra un crecimiento exponencial en el volumen de producción en los últimos 50 años (Figura 1). En 1950, la maricultura representaba 86 por ciento de la producción acuícola total, principalmente de mariscos (ostra y mejillón). La producción en agua dulce se basaba en la carpa y la trucha arcoiris con tamaño de porción. La producción acuícola total en Europa fue en ese entonces de 169 000 toneladas. Más de 50 años después (2004), la producción acuícola europea ha alcanzado un nivel

12 veces mayor, es decir, es de 2 204 000 toneladas. En la actualidad, la maricultura y el cultivo en aguas salobres representan el 79 por ciento de la producción total (FAO, 2006). La acuicultura en agua dulce se basa ahora en un mayor número de especies, aunque la carpa y la trucha arcoiris son aún las especies dominantes. En la maricultura, los mariscos siguen siendo muy importantes. Sin embargo, la participación en la producción del salmón del Atlántico, la trucha arcoiris, la dorada y la lubina se ha aumentado considerablemente y actualmente contribuye con el 42 por ciento de la producción acuícola total en Europa. La crianza de estas especies se basa principalmente en la tecnología de cultivo en jaulas.

SITUACIÓN ACTUAL DEL CULTIVO EN JAULAS EN EUROPA

La acuicultura se ha convertido en fuente importante de productos marinos en Europa. Es una industria muy diversa y abarca una amplia gama de especies, tecnología y prácticas. La contribución de la acuicultura al comercio, tanto local como internacional, se está incrementando.



Principales especies producidas en jaulas

Cuando empezó a desarrollarse el cultivo en jaulas en Europa, la especie principal era la trucha arcoiris. Sin embargo, en pocos años se dedicó cada vez más capacidad de producción al salmón del Atlántico. Durante los últimos 15 años, el cultivo de lubina y dorada también ha crecido rápidamente en Europa (Figura 2).

Salmón del Atlántico

El salmón del Atlántico es una especie anádroma con un ciclo de vida de 1–3 años en agua dulce (estados de alevín-pinto). Después de un proceso de adaptación fisiológica (esmolificación), en el cual los alevines en estado de pinto («parr») se transforman en esguines («smolts»), los salmones migran al mar donde permanecen por lo menos un año antes de regresar al río de origen para el desove. Las hembras utilizan su cola para excavar una depresión poco profunda en el sustrato del río y ahí depositan los huevos que son posteriormente fertilizados por los machos. Unos pocos adultos sobreviven al desove y regresan al mar, e incluso una proporción aún más pequeña regresa uno o dos años después para repetir el proceso de desove.

La distribución natural del salmón del Atlántico abarca todo el Atlántico Norte, desde el norte de Portugal y el Cabo Cod (Massachusetts, Estados Unidos de América) en el sur, hasta el Mar de Barents y la Península de Labrador (Canadá) en el norte (Souto y Villanueva, 2003).

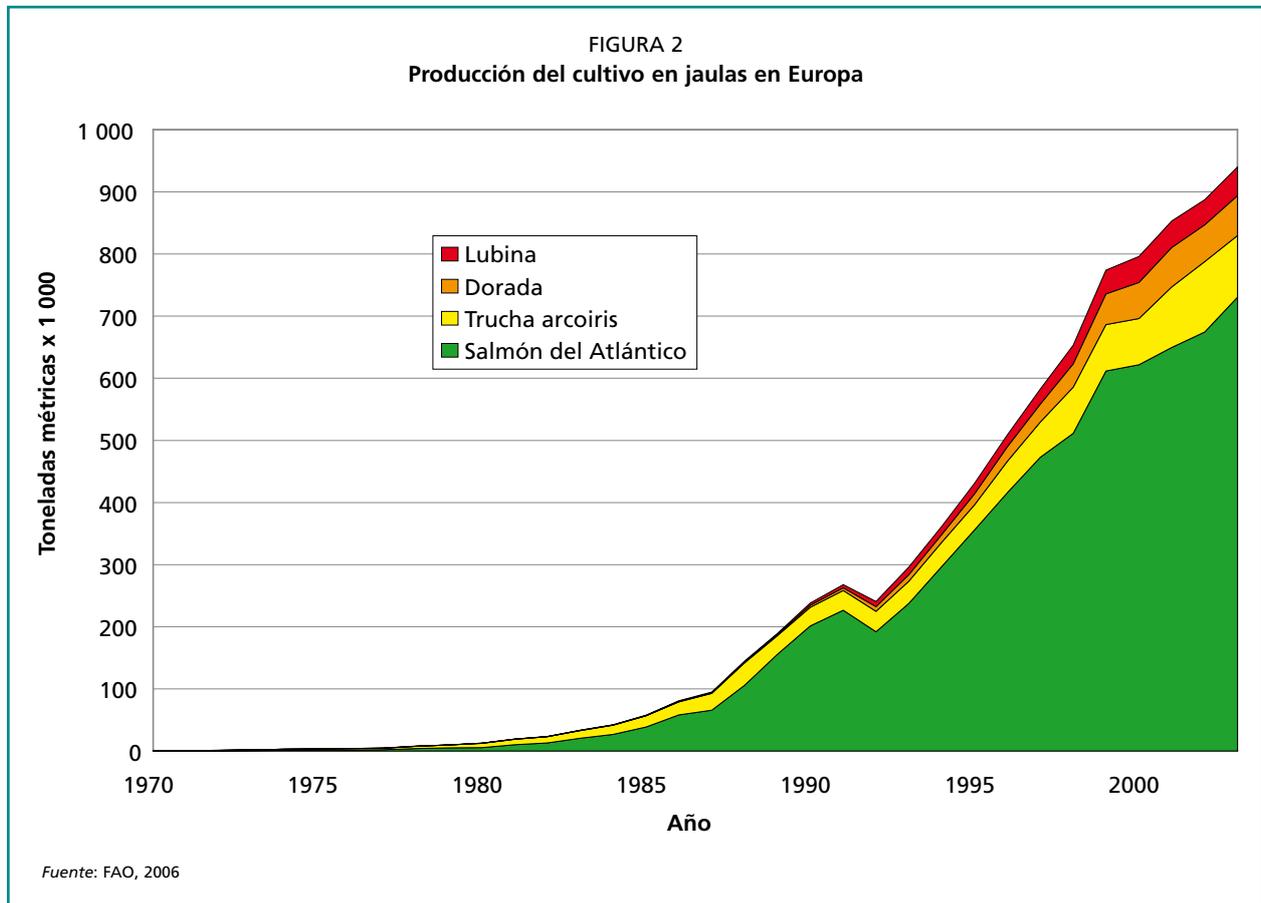
Noruega es el principal productor de salmón alcanzando el 72 por ciento de la producción europea total (Figura 3).

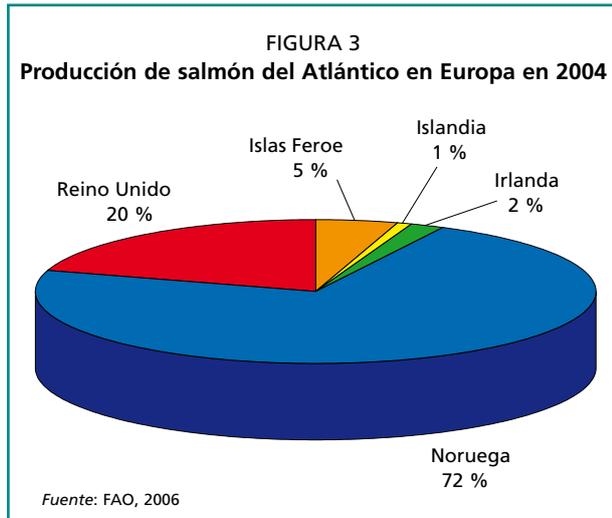
En términos absolutos, las cifras de producción de 2004 fueron las más altas en Noruega (566 000 toneladas), seguidas por las del Reino Unido e Irlanda del Norte (158 000 toneladas), las Islas Feroe (37 000 toneladas) e Irlanda (14 000 toneladas). Otros países fuera de Europa que cultivan salmón del Atlántico incluyen Chile (376 000 toneladas, 2005) y Canadá (103 000 toneladas, 2005) FHL, 2005).

Trucha arcoiris

El hábitat natural de la trucha arcoiris es el agua dulce con temperaturas entre 12–15 °C en verano. No está claro si la anadromía en esta especie es realmente una adaptación genética o simplemente un comportamiento oportunista. Parece ser que

FIGURA 2
Producción del cultivo en jaulas en Europa



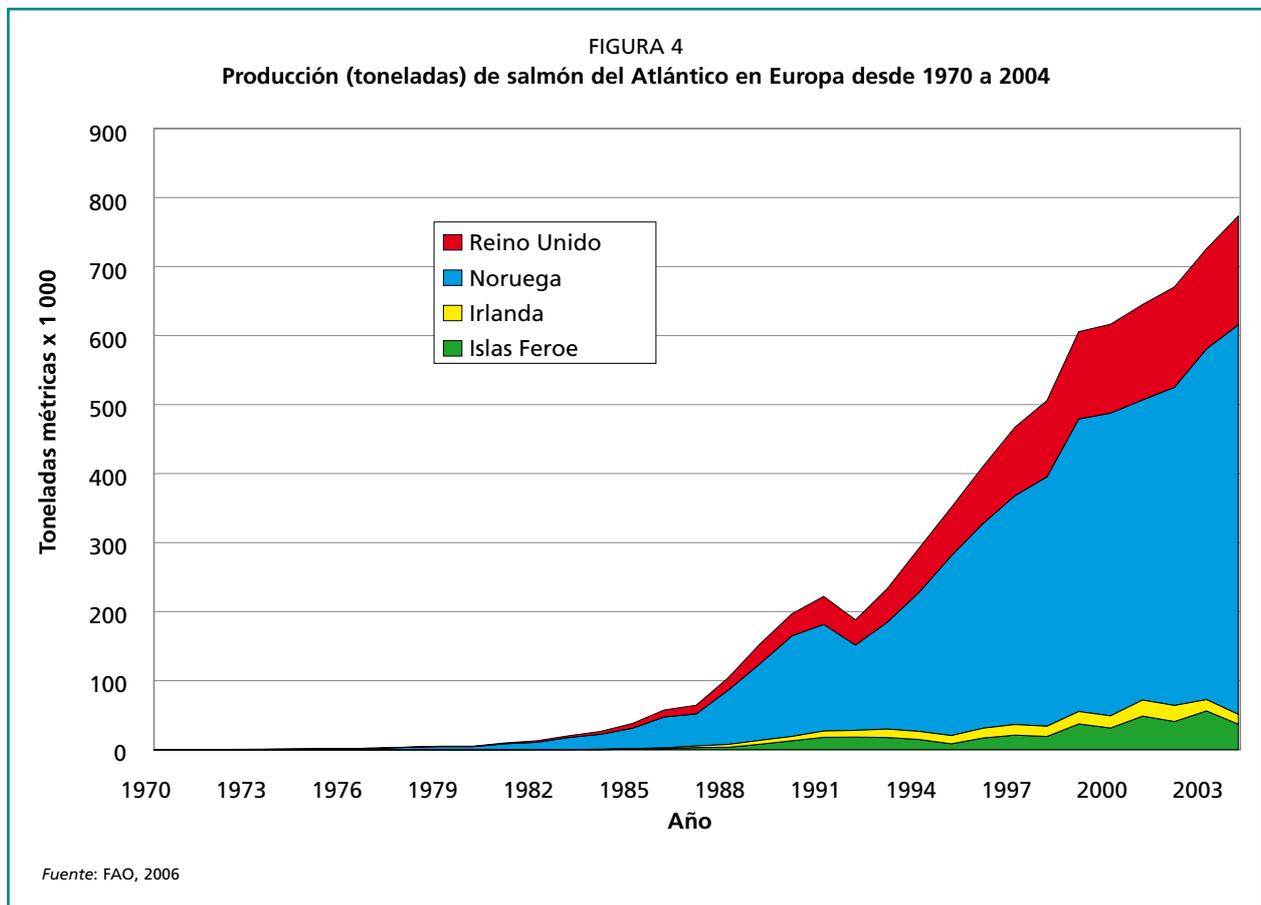


cualquier población de trucha arcoiris es capaz de migrar o, por lo menos, de adaptarse al agua de mar si surge la necesidad o la oportunidad. Para reproducirse en su medio natural requiere de agua bien oxigenada con flujo moderado o rápido, aunque también se encuentra en los lagos de agua fría.

Los adultos se alimentan de insectos acuáticos y terrestres, moluscos, crustáceos, huevos

de peces, piscardos y otros peces pequeños (inclusive otras truchas); los peces jóvenes se alimentan predominantemente de zooplancton. Las variedades naturales de trucha arcoiris se encuentran en el Pacífico occidental. La trucha arcoiris es probablemente uno de los peces más ampliamente introducido y su distribución actual se puede considerar global (Fishbase, 2005). Los peces criados en agua dulce se venden normalmente en tamaño de porción (menos que 1 200 g/pez), mientras que las truchas arcoiris cultivadas en jaulas marinas se venden de un tamaño más grande (sobre 1 200 g/pez).

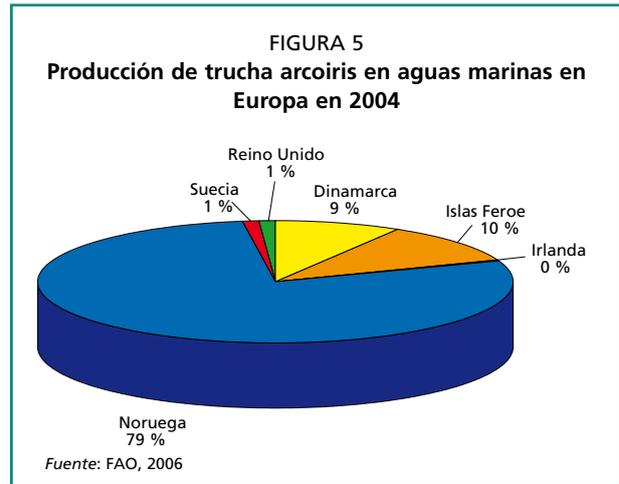
Noruega es el principal productor de trucha arcoiris alcanzando el 79 por ciento de la producción europea total (Figura 5). En términos absolutos, las cifras más altas de producción en 2004 se registraron en Noruega (63 401 toneladas), seguida de Dinamarca (8 785 toneladas), las Islas Feroe (5 092 toneladas), el Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte (1 664 toneladas) y Suecia (1 316 toneladas) (Figura 6). El principal país fuera de Europa que cultiva trucha arcoiris es Chile, con una producción de 118 413 toneladas en 2004 (FAO, 2006).



Otras especies

Siempre ha existido interés en desarrollar aún más la producción acuícola de nuevas especies marinas. Los diseños de jaulas convencionales se han utilizado con éxito para peces planos como el fletán del Atlántico (*Hippoglossus hippoglossus*) y el bacalao (*Gadus morhua*). El principal cuello de botella para el desarrollo acuícola de nuevas especies en jaulas marinas ha sido el suministro confiable de una cantidad suficiente de juveniles de buena calidad. También ha resultado difícil establecer una industria económicamente sostenible.

En contraste con el establecimiento de la industria de cultivo en jaulas, de salmón y trucha arcoiris,

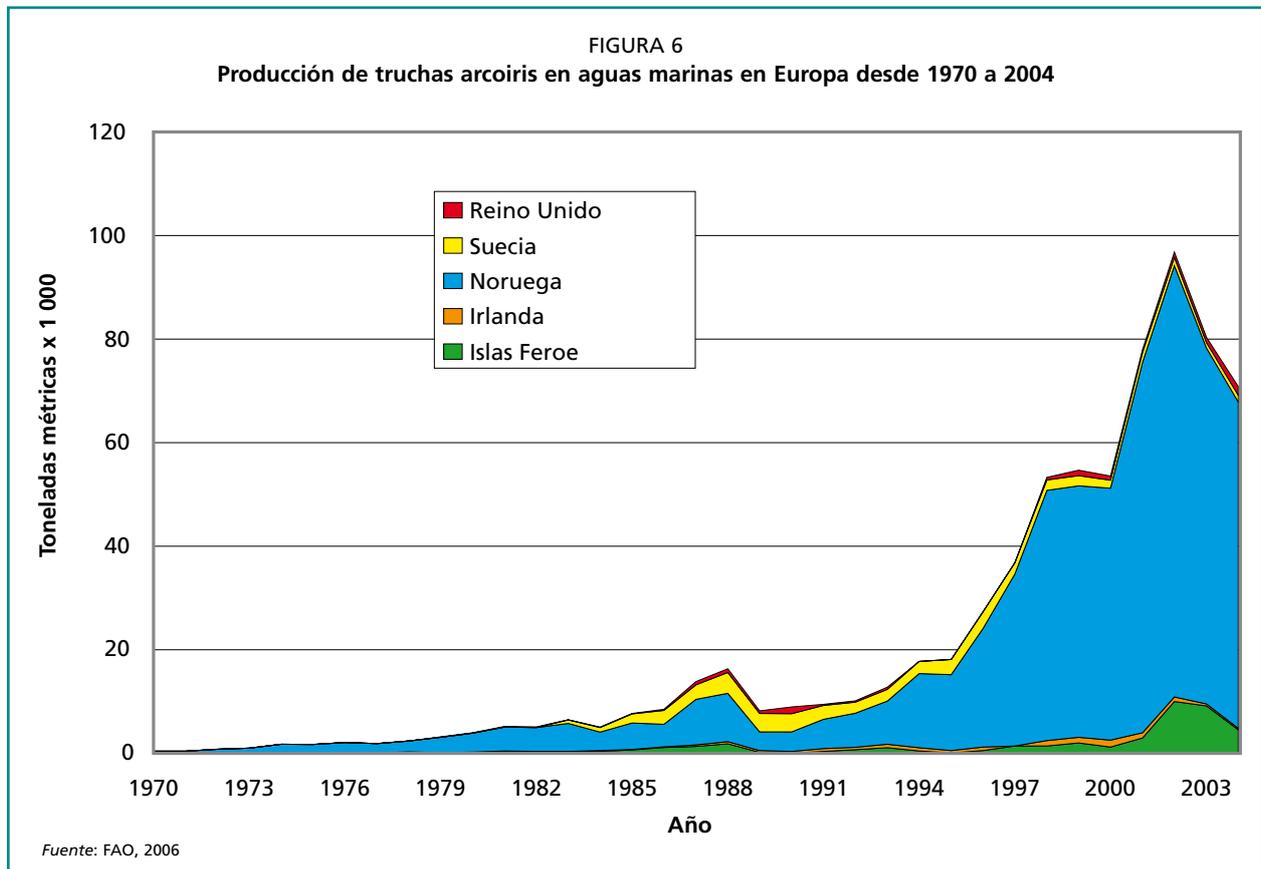


CUADRO 1

Producción de especies seleccionadas de peces criados en jaulas en Europa en 2004

	Producción (toneladas)			
	Islandia	Noruega	Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte	Total
Eglefino	72			72
Trucha alpina		365		365
Fletán del Atlántico		631	187	818
Bacalao del Atlántico	636	3 165	8	3 809
Total	708	4 161	195	5 064

Fuente: FAO, 2006



los productores de peces marinos han tenido que competir contra pesquerías ya establecidas en materia de precios. El salmón y la trucha arcoiris se vendían a precios muy altos debido a su exclusividad. Por ello, los costos de producción podían ser altos al comienzo del desarrollo de la producción en jaulas de estas especies y la granja aun era rentable. Éste no es el caso para las especies marinas. Como consecuencia, el establecimiento de la producción acuícola de especies marinas necesita y depende de un mayor capital de riesgo inicial. Sin embargo, debido a las pesquerías, hay ya un mercado establecido para las especies marinas.

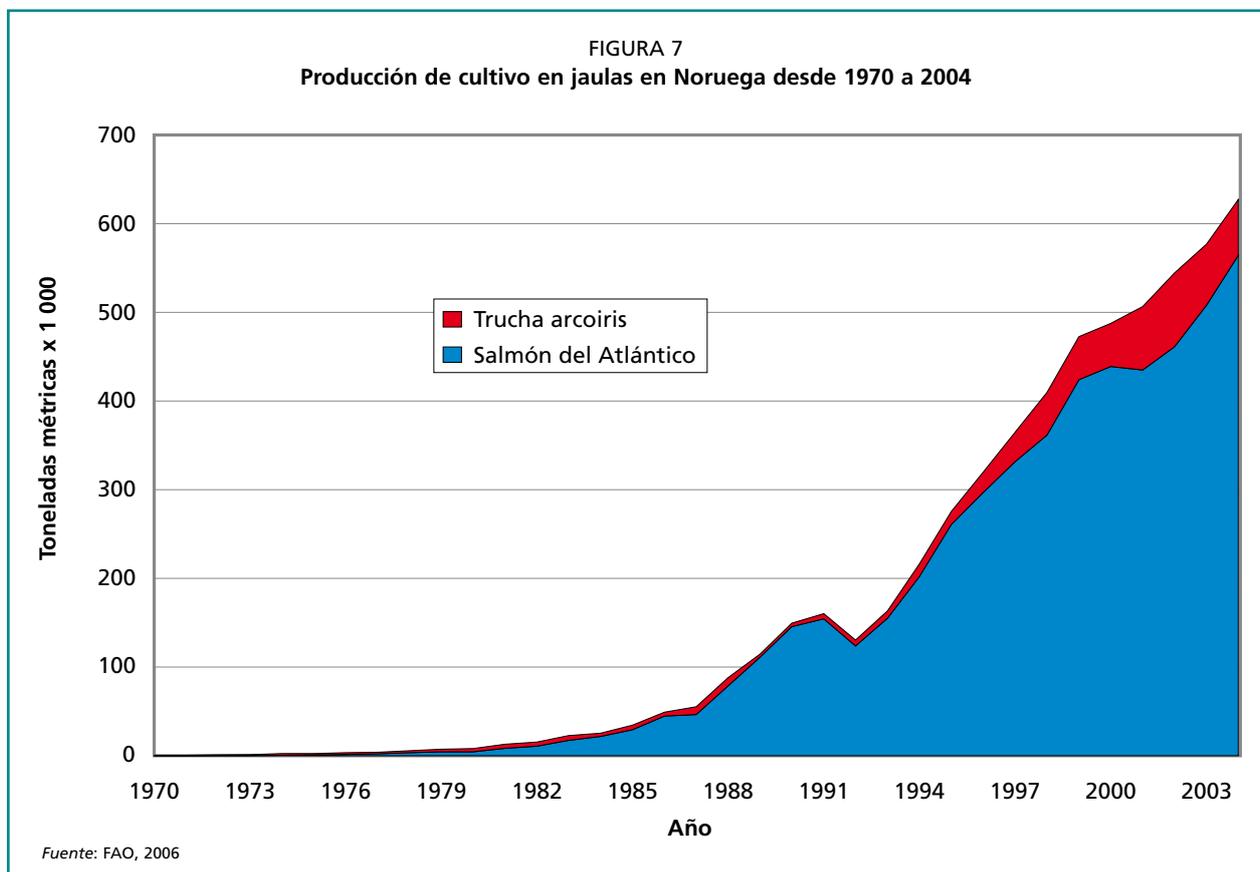
Bacalao: Entre las nuevas especies marinas, el bacalao ha sido la más exitosa. Actualmente, 14 compañías participan en el cultivo de bacalao en Escocia. La producción en los últimos cinco años ha oscilado entre sólo unas pocas toneladas y 250 toneladas en 2005. En Noruega, se han registrado más de 350 licencias para la producción de bacalao. Sin embargo, sólo unas 100 están en uso. La producción en 2005 fue de alrededor de 5 000 toneladas y se espera que aumente considerablemente en los próximos años (FRS, 2005).

Fletán del Atlántico: El fletán del Atlántico es un pez plano de agua fría al cual se le ha dedicado una cantidad significativa de investigación con el fin de establecer una producción acuícola económicamente viable. El precio de mercado del fletán del Atlántico es alto. Sin embargo el tiempo de producción es largo y costoso. En Escocia operaban nueve compañías en 2005 y la producción alcanzó su máximo alrededor de 230 toneladas durante el período 2003–2005 (FRS, 2005).

En la actualidad, la producción está disminuyendo en Escocia y se espera que el volumen se mantenga en unos pocos cientos de toneladas por año destinadas a mercados locales. En Noruega existen unas 100 licencias para el cultivo de fletán del Atlántico, y el volumen anual fue de alrededor de 1 000 toneladas en 2005. La producción se basa principalmente en instalaciones en tierra.

Otras especies que se cultivan en jaulas en Europa son el eglefino (*Melanogrammus aeglefinus*) y la trucha alpina (*Salvelinus alpinus alpinus*) (Cuadro 1), así como la lisa (*Mugil spp.*) y el atún (*Thunnus spp.*) (para más detalles, véase el capítulo sobre cultivo en jaulas en la región del Mediterráneo).

FIGURA 7
Producción de cultivo en jaulas en Noruega desde 1970 a 2004



Lugares y producción

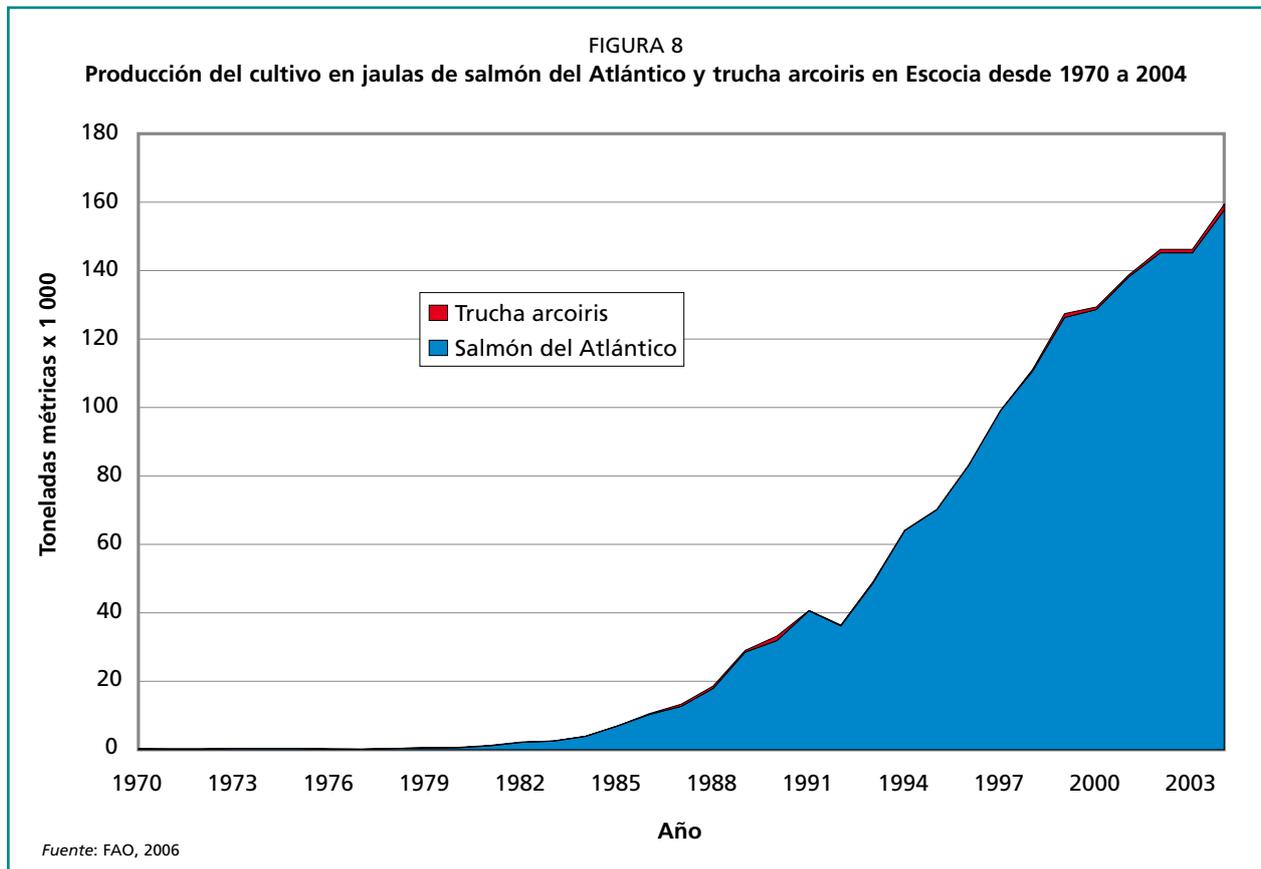
No toda Europa es apropiada para desarrollar la acuicultura, dado que varios factores afectan la producción y la viabilidad de las operaciones acuícolas (p. ej., calidad del agua, disponibilidad y costo del espacio, condiciones climáticas, etc.). Cuando se considera la ubicación de los sitios para la acuicultura, resulta indispensable realizar una evaluación sistemática e integral de los impactos tanto positivos como negativos de los nuevos desarrollos acuícolas (Comisión de las Comunidades Europeas, 2002). Evidentemente hay grandes diferencias entre los países europeos respecto, por ejemplo, al grado de exposición de los sitios, que abarca desde la producción de trucha arcoiris en lugares bastante protegidos en el Mar Báltico hasta el cultivo de salmón del Atlántico en lugares muy expuestos en las Islas Feroe. Sin embargo, la producción acuícola en jaulas en los distintos países europeos es bastante uniforme con respecto al uso de la tecnología (Beveridge, 2004).

Durante la fase de establecimiento del cultivo en jaulas marinas en Europa, la organización de la industria estaba basada en una gran cantidad de compañías pequeñas, generalmente de tipo familiar.

Con el desarrollo de la industria, la estructura de las compañías se ha vuelto más variada. En la actualidad, el sector acuícola incluye operaciones familiares, negocios con granjas de mediana escala y empresas multinacionales de maricultura, aunque cada vez predominan más las grandes multinacionales (FAO, 2001). Durante este período, el volumen de producción en cada sitio se ha vuelto más adaptado a la capacidad de carga del mismo. El grado de exposición a la carga orgánica se vigila continuamente y el volumen de producción se regula dependiendo de lo que es aceptable para cada sitio. También se ha dado un desarrollo hacia la utilización de sitios que brinden mejores condiciones para la producción.

Noruega

Gracias a sus características geográficas extraordinarias (aguas litorales entibiadas por la Corriente del Golfo, una extensa línea costera y ríos alimentados con agua de deshielo para los criaderos), Noruega se convirtió en el primer país en promover activamente el desarrollo de la salmonicultura. Los piscicultores noruegos pudieron vender fácilmente su salmón a los mercados europeo, estadounidense y japonés gracias a su infraestructura portuaria,



instalaciones de procesamiento y redes de transporte y logística altamente desarrolladas.

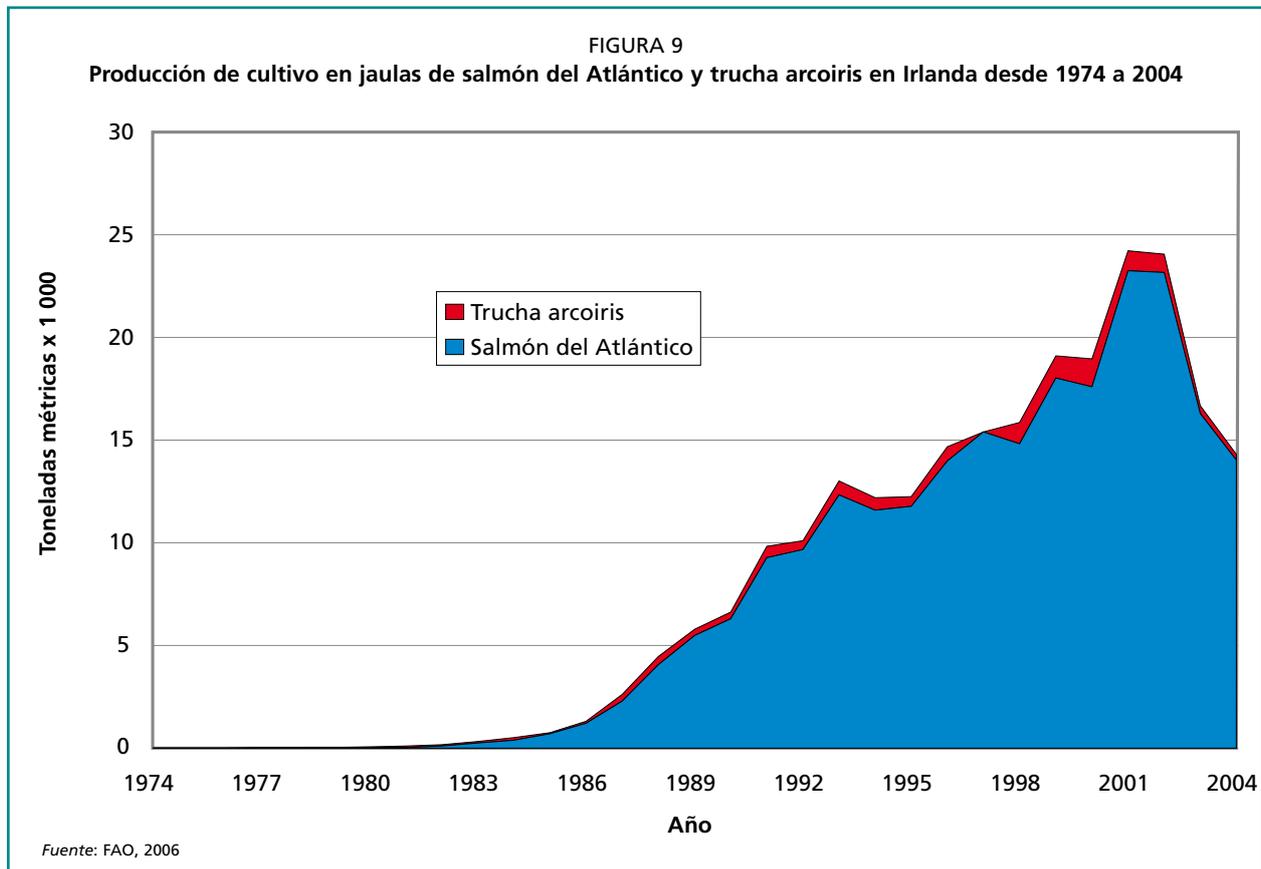
Si bien los primeros esfuerzos exploratorios se realizaron a finales de la década de 1950, el sector se desarrolló en realidad en la década de 1970 una vez resueltos los problemas técnicos principales (nutrición y acondicionamiento de juveniles). Para mediados de la década de 1980, el salmón cultivado era el segundo producto marino más valioso de Noruega después del bacalao y, al inicio del nuevo milenio, se había convertido en el segundo artículo de exportación más importante después del petróleo y el gas. Durante la década de 1980, la industria noruega empezó a exportar tecnología y equipos a Canadá, los Estados Unidos de América y Chile. El Consejo Noruego para la Investigación y distintas instituciones especializadas proporcionan amplio apoyo a la investigación, además de la experiencia internacional acumulada. En la actualidad, los intereses noruegos desempeñan un papel importante en la salmonicultura global (FEAP, 2002). La producción en jaulas de salmón del Atlántico y trucha arcoiris se ha expandido e intensificado considerablemente con los años y en 2004 representaba 566 000 toneladas y 63 000 toneladas, respectivamente (Figura 7).

Escocia

En 1969 se estableció la primera granja comercial de salmón en Loch Ailort, en la costa occidental. Las granjas de salmón escocesas operan actualmente en los Highlands, las Islas Occidentales, las Islas Orkney y las Islas Shetland (FRS, 2005).

Muchas de estas áreas tienen un historial de desempleo alto, lo cual explica por qué distintas instituciones gubernamentales del Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte y de la Comunidad Europea han proporcionado asistencia mediante distintos mecanismos de apoyo para préstamos de inversión, capacitación y apoyo técnico para fomentar el crecimiento de la salmonicultura como una industria económicamente viable.

La producción de salmón del Atlántico en Escocia ha crecido continuamente (Figura 8), en gran parte para abastecer los mercados del Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte como así también los mercados globales. En el Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte, el salmón cultivado se ha convertido actualmente en el tercer producto marino más popular después del bacalao y el eglefino (FEAP, 2002).



Irlanda

La historia de Irlanda es famosa por su mitología y leyendas; las aventuras del famoso guerrero vidente Fionn Mac Cumhaill cuentan cómo él obtuvo su sabiduría al probar el «salmón del conocimiento» lo cual da una medida instantánea de cuánto se estima al salmón en ese país.

La salmonicultura se lleva a cabo principalmente en la costa occidental – con frecuencia en sitios muy expuestos – y ha crecido hasta convertirse en un elemento importante de la industria acuícola irlandesa (Figura 9), que incluye también la producción de mariscos y trucha.

Islas Feroe

Las Islas Feroe, una región autónoma del Reino de Dinamarca, se ubican a unas 300 millas al noroeste de las Islas Shetland. Con la disminución de las pesquerías y con pocas tierras para la agricultura, sus habitantes invirtieron en la salmonicultura en la década de 1980 y pronto convirtieron a las Islas Feroe en una de las principales áreas productoras de salmón (Figura 10).

La mayoría del salmón se cultiva en granjas flotantes muy grandes que se ubican en los angostos estrechos entre las islas. Tales sitios son bastante vulnerables a las tormentas y su manejo debe ser

CUADRO 2
Producción del cultivo en jaulas en algunos países europeos en 2004

	Eglefino	Bacalao del Atlántico	Trucha alpina	Salmón del Atlántico	Trucha arcoiris	Total
Suecia					4 111	4 111
Francia				735	155	890
Islandia	72	636	1 025	6 624	137	8 494
Dinamarca				16	8 770	8 786
Finlandia					10 586	10 586
Total	72	636	1 025	7 375	23 759	32 867

Fuente: FAO, 2006

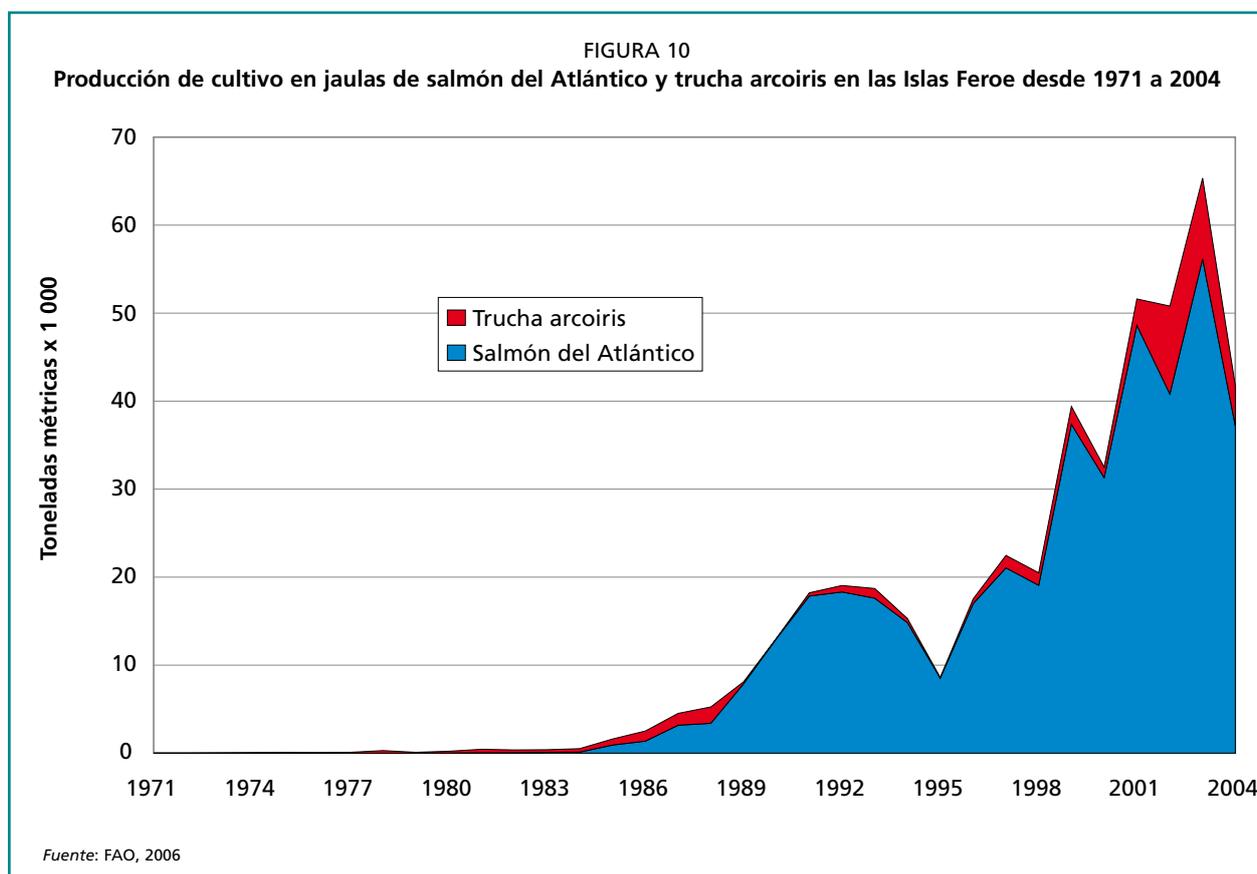


FIGURA 11
Ejemplo de una unidad circular



CORTESÍA DE AQUALINE 2006

FIGURA 12
Ejemplo de jaulas con de acero



CORTESÍA DE SINTEF FISKERI OG HAVBRUK

Otros países

Varios otros países del norte de Europa cuentan con una industria de cultivo en jaulas. Sin embargo, en comparación con las naciones mencionadas anteriormente, su volumen de producción es relativamente bajo (Cuadro 2).

Tecnología

Los sistemas de jaulas utilizados en la acuicultura moderna han cambiado muy poco en comparación con los que se utilizaban al principio. Las jaulas son unidades fijas o flotantes, de forma cuadrada, hexagonal o circular, de las cuales se suspenden bolsas cerradas de red. Los materiales de su fabricación han pasado de la madera, al acero y el plástico.

Las jaulas consisten de un collar flotante del cual penden bolsas de red. Pueden describirse como «jaulas de gravedad» porque dependen de los contrapesos que cuelgan de las mallas para mantenerlas abiertas y no cuentan con un armazón estructural submarino. Las jaulas de gravedad son extremadamente exitosas y han sustentado el desarrollo de la piscicultura durante los últimos 30 años. Vistas desde arriba, las jaulas de acero son cuadradas (Figura 11), mientras que las jaulas de plástico o de goma son generalmente circulares (Figura 12) y pueden emplazarse en grupos dentro de un entramado de cuerdas y cadenas de amarre (Ryan, 2004).

También se han desarrollado sistemas de jaulas especialmente adaptadas para peces planos, como se muestra en la Figura 13. Estos sistemas consisten de varias capas de plataformas donde pueden permanecer los peces.

FIGURA 13
Ejemplo de jaulas adaptadas para peces planos



CORTESÍA DE AQUALINE 2006

óptimo e incluir un alto grado de mecanización. El cultivo de salmón se convirtió rápidamente en una actividad de exportación importante para las Islas Feroe y la mayoría de sus productos pasan por Dinamarca para llegar a los mercados europeos (FEAP, 2002).

La producción de salmón en las Islas Feroe ha atravesado por un período difícil en los últimos años debido a la anemia infecciosa del salmón (ISA), una enfermedad viral.

PRINCIPALES DESAFÍOS REGIONALES

Método de producción

La acuicultura en Europa todavía es una industria joven. La tecnología para el cultivo en jaulas se estableció hace unos 30 años y poco después empezó a incrementarse el volumen de producción de peces (Figura 2). En esa etapa, la producción de cantidades pequeñas, combinada con una demanda muy elevada de salmónidos, condujo a ingresos muy altos por kilogramo de producción.

Aún con una alta tasa de mortalidad, altos niveles de consumo de alimento y el uso de equipos de fabricación casera, el negocio acuícola era rentable. Sin embargo, durante esos primeros años, la producción no tenía en cuenta al ambiente y se llevaba a cabo sin considerar el bienestar de los animales.

Debido a los problemas durante su establecimiento, la industria aún tiene que hacer frente a su mala reputación y la mayoría de los consumidores se opone más a la acuicultura que a la agricultura, aunque ello puede deberse a que la mayoría de la gente no tiene la misma relación con la acuicultura que con la agricultura.

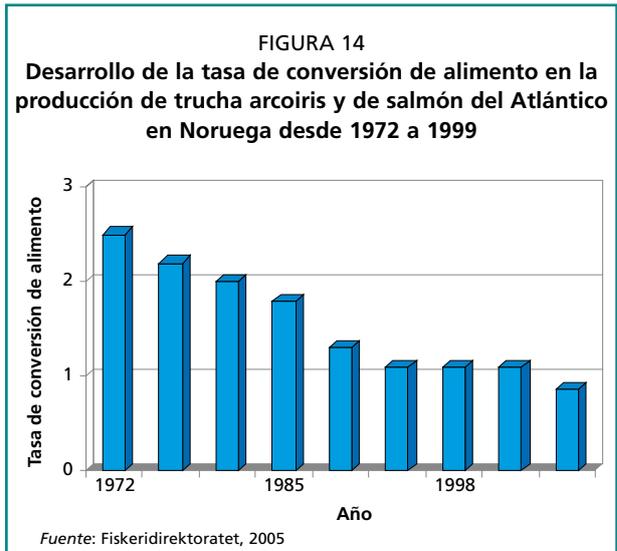
Cuestiones técnicas

Suministro de semilla

En el caso de los salmónidos, el desarrollo de nuevos conocimientos y tecnologías permitió el desove controlado y lograr altas tasas de fertilización. Los salmónidos tienen una capacidad reproductiva relativamente grande combinada con una alta supervivencia de los huevos. Por ello la producción de huevos, en cantidad suficiente para satisfacer a la industria que cultiva salmón y trucha, puede ser llevada a cabo por un pequeño número de productores. La gran mayoría de los huevos de salmónidos se producen y transfieren dentro de los países.

Han existido, y existen aún, fuerzas contrarias al comercio internacional de huevos. El comercio internacional representa un riesgo sanitario debido a la posibilidad que se transfieran agentes patógenos. Debido a la variación genética entre las poblaciones de salmón, también existe preocupación por la posibilidad de interacción genética entre los salmones escapados y las poblaciones silvestres (McGinnity *et al.*, 2003; Walker *et al.*, 2006).

El mejoramiento genético mediante la implementación de programas de crianza selectiva ha contribuido de manera significativa a mejorar el desempeño y la productividad del salmón del Atlántico y la trucha arcoiris.



Sin embargo, dado que estos programas de cría son altamente especializados y costosos, tienden a concentrarse en unos pocos países y compañías. El mejoramiento genético a costo reducido y la disponibilidad de huevos todo el año representan una importante motivación para el comercio internacional de huevos de salmónidos.

Escocia importó unos 14 millones de huevos de salmón del Atlántico en 2002, principalmente desde Islandia pero también de Australia y de los Estados Unidos de América. La importación de huevos de trucha arcoiris representó más de 20 millones y provinieron de Sudáfrica, Dinamarca, Isla de Man e Irlanda (FRS, 2005).

El comercio de huevos entre Noruega y el espacio económico europeo (EEE) estuvo prohibido por un tiempo debido a las medidas de protección contra la anemia infecciosa del salmón (ISA). Sin embargo, estas restricciones se levantaron el 1 de febrero de 2003 (Aquagen, com. pers., 2005).

Alimentos y alimentación

Los cambios en la proporción de harina/aceite de pescado en los alimentos para salmón, observados en las últimas dos décadas, no habrían sido posibles si no fuera por los tremendos avances tecnológicos en la fabricación de alimentos. Hasta principios de la década de 1980, los alimentos para salmón consistían básicamente en gránulos semihúmedos fabricados en las granjas y contenían sardina molida u otros peces de bajo valor, mezcladas con harina de trigo y una premezcla de vitaminas/minerales.

Aunque estos alimentos eran consumidos fácilmente por los salmones, su fabricación dependía de un suministro regular de sardinas frescas de

«óptima calidad» u otros peces de bajo valor. Además, las dietas mostraban generalmente poca estabilidad en el agua y bajas tasas de conversión del alimento.

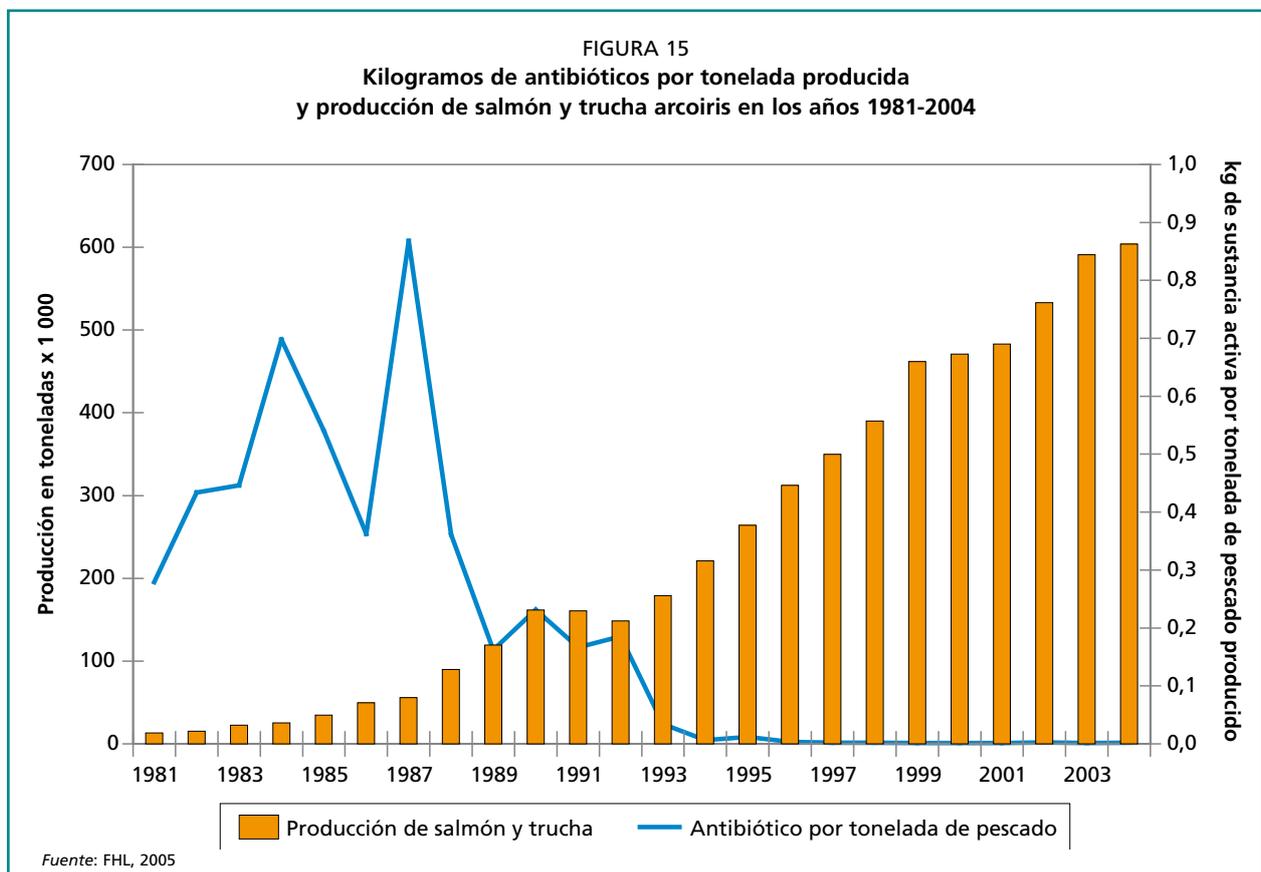
Entre mediados de la década de 1980 y principios de la década de 1990, las dietas fabricadas en las granjas fueron reemplazadas gradualmente por alimentos secos granulados al vapor de fabricación comercial y caracterizados por su alto contenido de proteínas, poca grasa (<18-20 por ciento) y eficiencia de alimentación mejorada.

Desde 1993, los alimentos convencionales granulados al vapor han sido reemplazados por los alimentos extruídos para salmón. La extrusión ha producido alimentos para salmón con mejor durabilidad (menos finos y desperdicios), mayor digestibilidad de carbohidratos y nutrientes (debido a una mayor gelatinización del almidón y/o a la destrucción de antinutrientes vegetales termolábiles) y mejores características físicas (que incluyen densidad modificada y flotabilidad/hundimiento modificable de los gránulos). Se han obtenido tasas de conversión del alimento (TCA) más bajas al incrementar los niveles de lípidos dietéticos y ello ha llevado a un incremento en los niveles dietéticos de energía y, en consecuencia, a

una mejor utilización de la proteína y la energía de los nutrientes. La extrusión se convirtió en el principal método de producción debido a sus múltiples ventajas. Generalmente se admite que la principal razón para utilizar alimentos extruídos en la industria del salmón es su capacidad para expandir el gránulo, lo cual facilita la inclusión de niveles altos de aceite en la dieta. Los gránulos extruídos contribuyen enormemente a alcanzar las actuales tasas de crecimiento, tienen un menor impacto en el fondo oceánico bajo las jaulas, son más fuertes pudiendo utilizarse en alimentadores automáticos y permiten incorporar una gama más amplia de materias primas. El resultado neto de estas mejoras constantes en la formulación y fabricación de alimentos es un mayor crecimiento de los peces, menores tasas de conversión del alimento (Figura 14) y, por lo tanto, costos de producción más bajos y menos efectos ambientales.

En la actualidad, más de dos tercios de los alimentos para salmón por peso se componen de dos ingredientes marinos: harina y aceite de pescado. En comparación con otras fuentes proteínicas de plantas y animales terrestres, la harina de pescado es única no sólo como una excelente fuente de proteína animal de alta calidad y de aminoácidos esenciales,

FIGURA 15
Kilogramos de antibióticos por tonelada producida
y producción de salmón y trucha arcoiris en los años 1981-2004



sino también porque contiene niveles suficientes de energía digerible, de minerales y vitaminas esenciales y de lípidos, inclusive ácidos grasos poliinsaturados esenciales (<http://www.iffco.net/default.asp?fname=1&sWebIdiomas=1&url=23>).

Los salmónidos dependen actualmente de la harina de pescado como fuente principal de proteína en la dieta. Una dependencia similar se da también con el aceite de pescado como fuente principal de lípidos y ácidos grasos esenciales en la dieta.

Entre 1994 y 2003, la cantidad total de harina y aceite de pescado utilizados en alimentos acuáticos compuestos se incrementó a más del triple: de 963 000 a 2 936 000 toneladas, y de 234 000 a 802 000 toneladas, respectivamente. El aumento en su utilización está acorde con el incremento de casi tres veces en la producción acuícola total de peces y crustáceos durante ese período, la cual aumentó de 10,9 a 29,8 millones de toneladas entre 1992 y 2003.

Tomando como base la Clasificación estadística internacional uniforme de los animales y plantas acuáticos (CEIUAPA) que utiliza la FAO, el consumo calculado de la acuicultura salmonícola global fue:

- harina de pescado: de 201 000 a 573 000 toneladas entre 1992 y 2003;
- aceite de pescado: de 60 400 a 409 400 toneladas entre 1992 y 2003;
- harina y aceite de pescado total: de 261 400 a 982 400 toneladas.

El porcentaje de harina y aceite de pescado utilizado en los alimentos para salmón ha cambiado notablemente durante las dos últimas décadas, con los niveles de contenido de harina de pescado disminuyendo desde un nivel promedio de 60 por ciento en 1985, a 50 por ciento en 1990, a 45 por ciento en 1995, a 40 por ciento en 2000 y al nivel actual de 35 por ciento. Esta disminución ha estado acompañada por un incremento equivalente en los niveles de lípidos alimentarios, desde tan sólo un 10 por ciento en 1985, a 15 por ciento en 1990, 25 por ciento en 1995, 30 por ciento en 2000 y hasta 35–40 por ciento en 2005.

Aunque según la industria, el promedio actual de harina y aceite de pescado utilizados en los alimentos para salmón es de aproximadamente de un 35 y 25 por ciento, respectivamente, existen diferencias significativas entre los países productores principales:

- Canadá: en promedio, un 20–25 por ciento de harina de pescado y un 15–20 por ciento de aceite de pescado;

- Chile: en promedio, un 30–35 por ciento de harina de pescado y un 25–30 por ciento de aceite de pescado;
- Noruega: en promedio, un 35–40 por ciento de harina de pescado y un 27–32 por ciento de aceite de pescado; y
- Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte: en promedio, un 35–40 por ciento de harina de pescado y un 25–30 por ciento de aceite de pescado.

Dado que entre el 50 y el 75 por ciento del alimento comercial para salmón se compone actualmente de harina y aceite de pescado, cualquier incremento en el precio de estos productos básicos finitos tendrá un efecto significativo en el precio del alimento y en la rentabilidad de las granjas. En general, el alimento para salmón representa alrededor del 50 por ciento de los costos de producción acuícolas totales (Figura 17) (Tacon, 2005).

Se ha cuestionado si la salmonicultura representa un uso adecuado de los recursos, ya que el alimento usado puede ser también consumido directamente por la gente. En este sentido, la utilización de harina y aceite de pescado ha recibido particular atención y es importante señalar que estos recursos también son ampliamente utilizados como alimentos para otros animales. En este contexto, la salmonicultura representa un uso eficiente a los recursos, dado que los peces utilizan el alimento más eficientemente que, por ejemplo, las aves o los cerdos (Holm y Dalen, 2003).

Enfermedades

La intensificación de cualquier producción biológica como la acuicultura inevitablemente resultará en problemas, particularmente en enfermedades de origen infeccioso. Los brotes de enfermedades virulentas pueden tener serias consecuencias para la producción acuícola con serios impactos económicos a nivel local, regional e incluso nacional. Las pérdidas pueden deberse a una disminución de la producción, pero las restricciones al comercio están volviéndose cada vez mayores. Las enfermedades de los animales acuáticos cultivados pueden afectar al ambiente de diferentes maneras como, por ejemplo, al transmitir una enfermedad infecciosa a las poblaciones de peces silvestres.

El aspecto de la seguridad alimentaria de las enfermedades en los animales acuáticos es menor que en los animales terrestres debido a que pocas de las enfermedades ícticas tienen un potencial zoonótico. Sin embargo, dado que las enfermedades microbianas de los peces cultivados a veces se

tratan con antibióticos, tanto los residuos como la resistencia microbiana a los antibióticos pueden ser efectos indeseables de las enfermedades de los peces. Por lo tanto, el manejo eficaz de los riesgos es crucial para reducir los costos económicos, sociales y ambientales derivados de las enfermedades graves en la acuicultura (Woo *et al.*, 2002; T. Håstein, com. pers.).

La producción de proteína animal tiene que ser sustentable, lo cual significa que deben utilizarse medidas preventivas aceptables desde un punto de vista biológico y ambiental para mantener los problemas sanitarios en la acuicultura a un nivel aceptable. Actualmente, la vacunación es la única medida más importante para prevenir enfermedades bacterianas en los peces cultivados, particularmente en los salmónidos. El mejor indicador del efecto de la vacunación como medida profiláctica es la reducción del uso de antibióticos en el cultivo de peces. Actualmente, toda la población de salmón del Atlántico y trucha arcoiris en Noruega se vacuna por lo menos contra tres de las principales enfermedades bacterianas (vibriosis, vibriosis de agua fría y furunculosis) antes de introducirla en las aguas marinas. Durante un período de 10 años,

el uso de antibióticos ha sido reducido a un mínimo absoluto, debido principalmente a la utilización de vacunas (Figura 15).

Aunque las vacunas en general han demostrado ser efectivas en la protección contra enfermedades graves de los peces, la vacunación puede verse obstaculizada por ciertos efectos adversos. La mortalidad asociada con la vacunación es, en general, baja, pero la anestesia, la manipulación y la propia inyección intraperitoneal pueden causar muertes ocasionales.

Cuando se utilizan vacunas inyectables preparadas con tipos diferentes de adyuvantes, normalmente se observan reacciones en la cavidad abdominal. Estas reacciones pueden variar desde raras a severas, y se manifiestan comúnmente como adherencias en la cavidad peritoneal o como otras reacciones locales. Con mucha frecuencia, estos efectos secundarios se relacionan con las vacunas inyectables de aceite adyuvante contra la furunculosis. La razón de ello es que la protección eficaz contra esta enfermedad sólo se logra con vacunas adyuvantes.

En el caso del salmón del Atlántico, la severidad de las lesiones se reduce si el pez tiene un tamaño de por lo menos 70 g y la temperatura del agua es

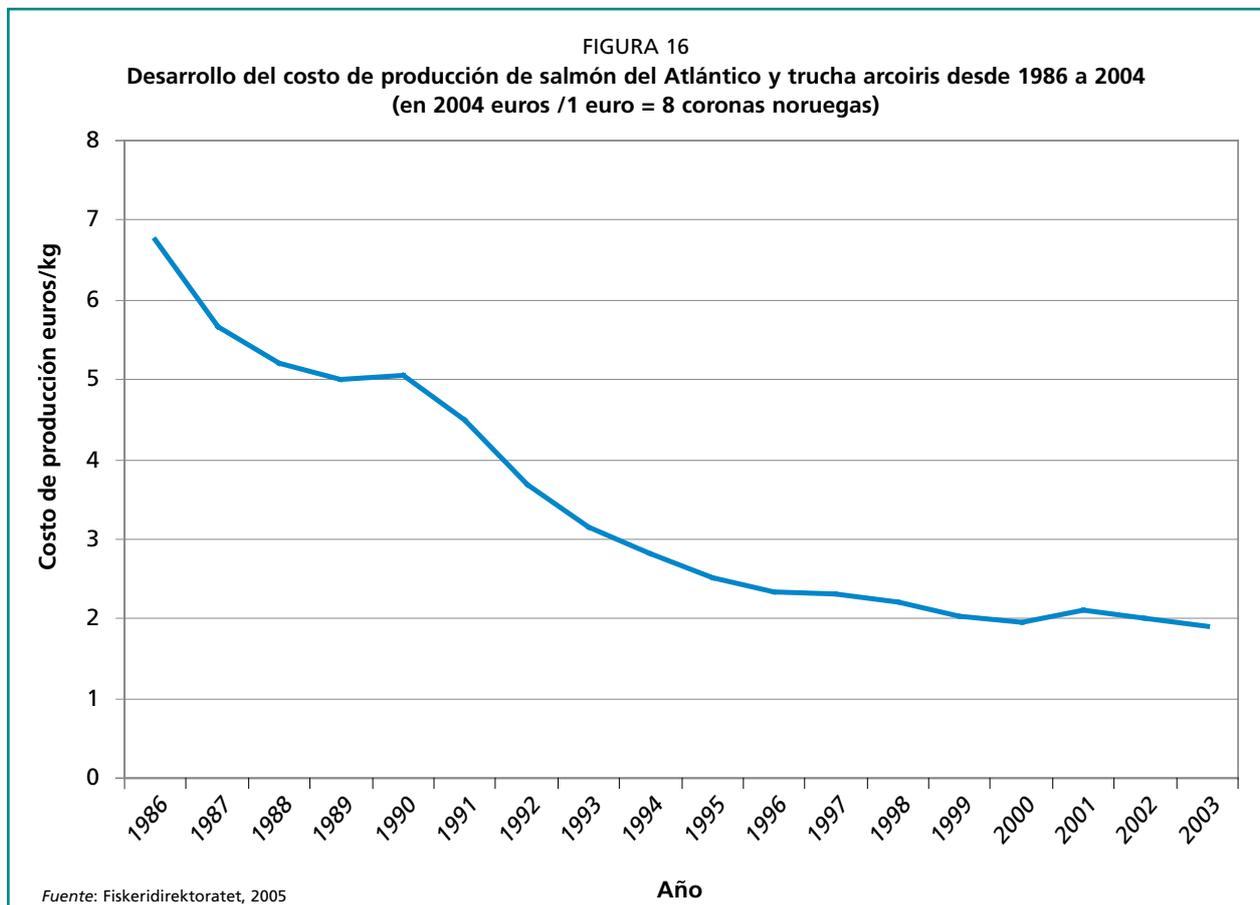
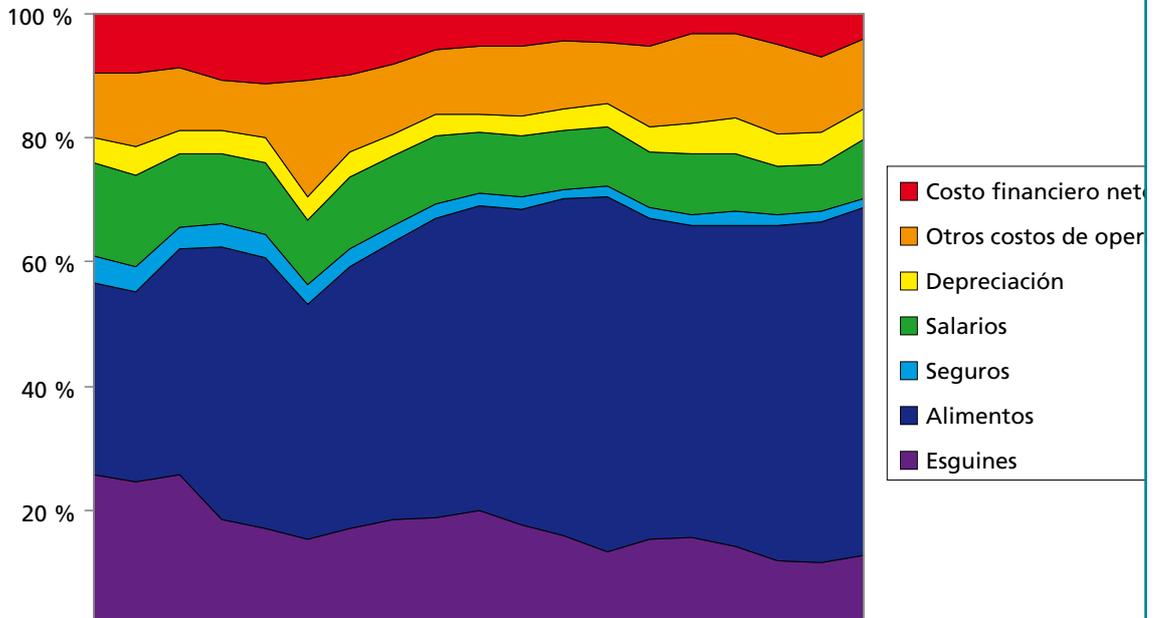
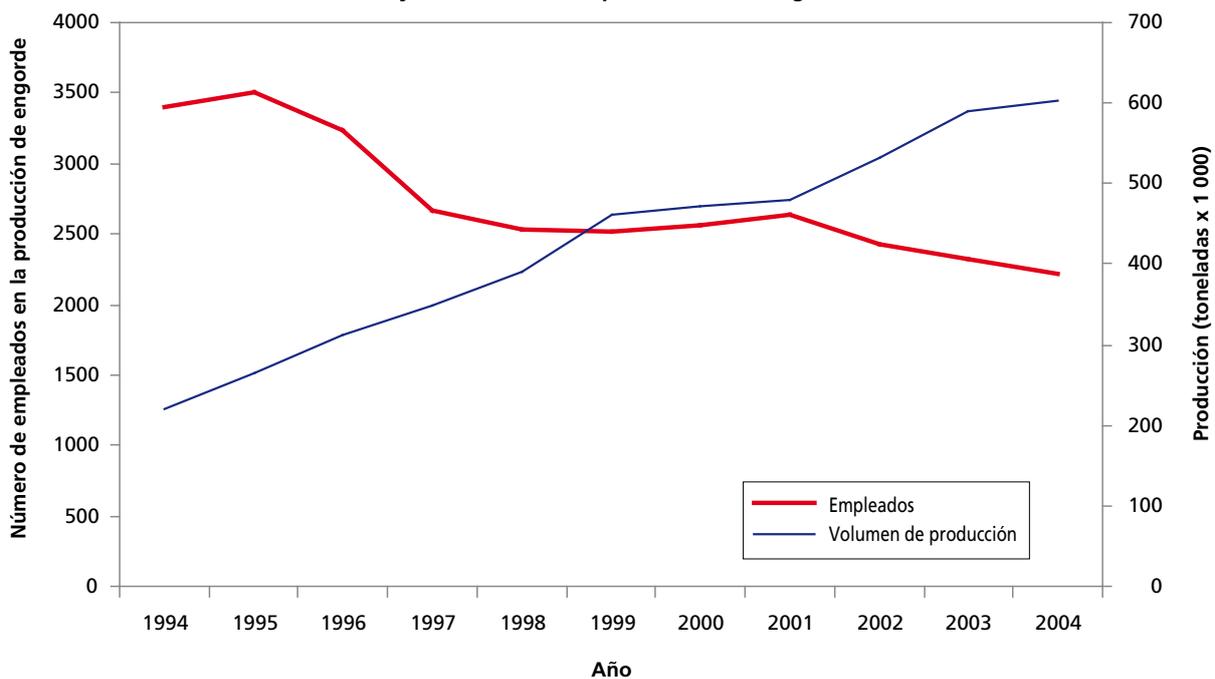


FIGURA 17
 Desarrollo relativo de los costos de producción de salmón del Atlántico y trucha arcoiris en Noruega

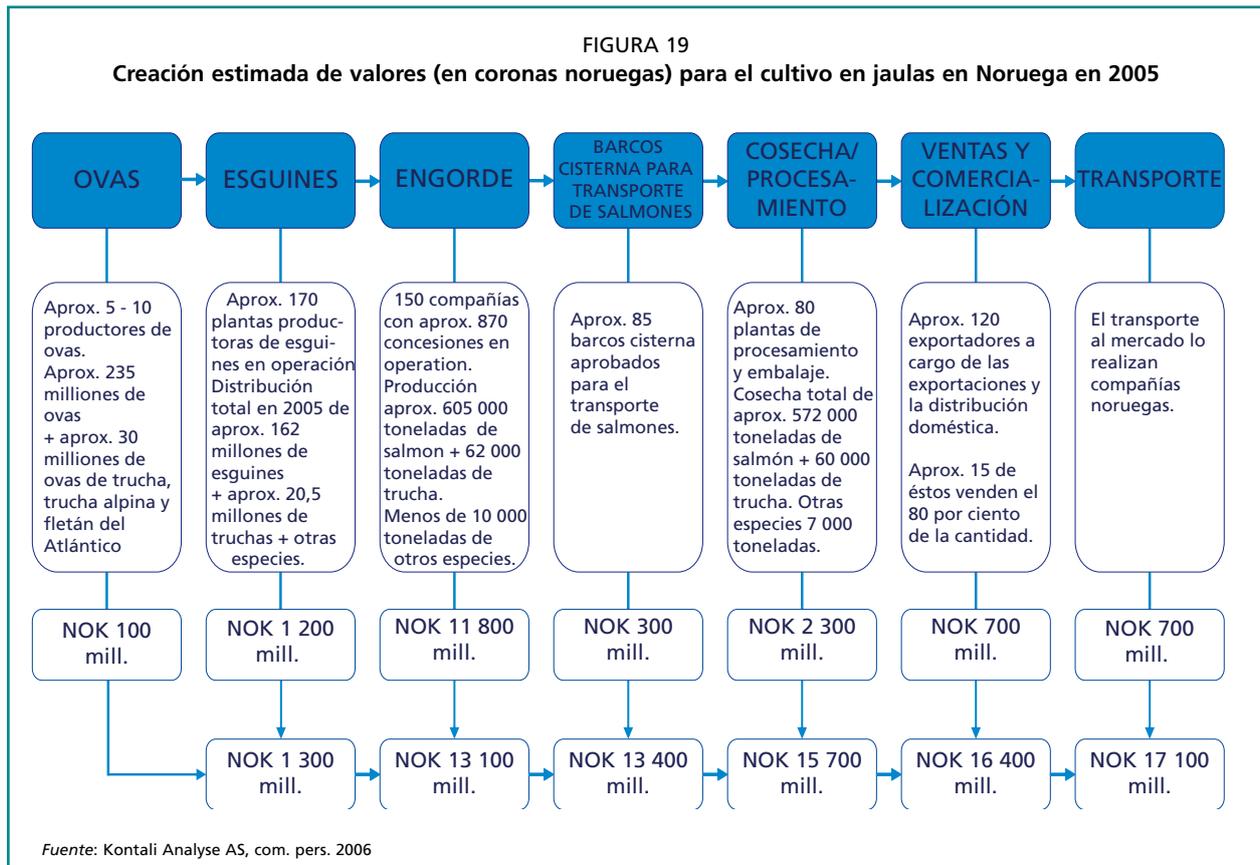


Fuente: Fiskeridirektoratet 2005

FIGURA 18
 Desarrollo del volumen de producción de salmón del Atlántico y trucha arcoiris y el número de empleados en Noruega



Fuente: Fiskeridirektoratet 2005



inferior a los 10 °C. El momento de la vacunación también influirá en el desarrollo de efectos secundarios tales como adherencias, crecimiento defectuoso y deformidades espinales (T. Håstein, com. pers.).

Con el desarrollo de las vacunas, las enfermedades bacterianas se han mantenido básicamente bajo control. Actualmente, los principales retos relacionados con la salud de los peces son las enfermedades virales y la enfermedad con el mayor impacto económico es la anemia infecciosa del salmón (ISA). Hasta 1996–1997, se informaba que esta enfermedad viral del salmón del Atlántico sólo ocurría en Noruega.

Sin embargo, subsecuentemente se descubrió que la patología denominada «síndrome hemorrágico renal» que se reportó en Canadá era idéntica a la ISA y ésta fue también reportada oficialmente en Escocia en 1998 (66ª Sesión General de la OIE). El salmón del Atlántico es la única especie afectada por la ISA, pero experimentos han demostrado que tanto la trucha arcoiris como la trucha marina (*Salmo trutta*) pudieran ser portadores asintomáticos del agente patógeno.

Durante la década de 1980 y principios de la década de 1990 hubo un notable incremento en los

brotos de ISA en Noruega, donde aproximadamente 90 granjas resultaron afectadas por esta enfermedad clínica. La tasa de mortalidad varió considerablemente de insignificante a moderada, aunque algunas granjas tuvieron pérdidas de hasta 80 por ciento (Håstein *et al.*, 1999).

Otras enfermedades virales que han repercutido significativamente en la industria de cultivo en jaulas en Europa son la necrosis pancreática infecciosa (IPN) y la septicemia hemorrágica viral (SHV). En años recientes, la enfermedad pancreática viral (PD) se ha convertido en un problema cada vez mayor que indica que la salud de los peces es una preocupación constante, sobre todo entre las nuevas especies que actualmente se están introduciendo para el cultivo en jaulas.

Asuntos socioeconómicos – costos de producción, comercialización, precios, empleo

El incremento en la producción y una mayor disponibilidad de peces han hecho que las especies cultivadas en jaulas pasen de ser un plato exclusivo, servido en los mejores restaurantes, a convertirse en un producto básico en los supermercados e hipermercados. La calidad se ha incrementado junto con la cantidad como resultado de un

mayor conocimiento sobre la producción y de mejores tecnologías. Aun así, los incrementos en el volumen de producción han reducido los precios para los consumidores de peces cultivados en jaula debido a la competencia nacional e internacional entre productores. Como resultado de esto, cada productor se ha visto forzado a reducir dramáticamente los costos de producción. Por ejemplo, el precio promedio del salmón del Atlántico y trucha arcoiris en Noruega durante el período 1986–2004 disminuyó de €7 a alrededor de €2 por kg (valor de 2004).

Existen diferencias en los costos de producción entre los diferentes países. Sin embargo, con la excepción de Noruega, no se cuenta con cifras oficiales de los costos de producción en los distintos países productores de Europa.

En 1986, el alimento representaba el 31 por ciento de los costos de producción de salmón del Atlántico/trucha arcoiris, mientras que la compra de alevines constituía el 26 por ciento y los salarios el 15 por ciento. Casi 20 años después, el alimento, los alevines y los salarios representan un 56 por ciento, 13 por ciento y 9 por ciento, respectivamente, de los costos de producción (Figura 17).

Esto puede explicarse por un aumento de la eficiencia de producción al producir mayores cantidades por granja, lo cual reduce la necesidad de mano de obra en el sector de esguines y engorde. El incremento en la productividad es el resultado de mejor logística, mejor tecnología y mejores características biológicas de los peces.

El alimento representa una proporción creciente del costo total de producción. Esto ha resultado en una atención creciente sobre la tasa de conversión de alimento, que la industria misma ha logrado reducir considerablemente (Figura 14). Gracias a ello no sólo se han reducido los costos de producción, sino que se ha minimizado el impacto ambiental sobre el medio acuático de la acuicultura marina en jaulas.

Como se observa en la Figura 17, los salarios representan una proporción decreciente de los costos totales de producción que, como se dijo anteriormente, son el resultado de una producción cada vez más eficiente donde se producen más peces con menos personas (Figura 18). En 2004, 2 210 personas produjeron alrededor de 600 000 toneladas de peces en Noruega. En otras palabras, la producción anual promedio por persona fue de alrededor de ¡270 toneladas de pescado!

Además de las personas empleadas directamente en la producción de engorde en Noruega, se estima que aproximadamente otras 20 000 participan

de modo indirecto en el sector acuícola como proveedores de la industria. En 2004, estas personas contribuyeron con un valor agregado de aproximadamente 1 500 millones de euros (Figura 19). La principal contribución se derivó de las unidades de engorde, pero la industria de matanza y procesamiento también desempeña un papel importante.

En el caso de Irlanda y Escocia, la gran mayoría del pescado se vende dentro del mercado de la Unión Europea, a la cual pertenecen. Noruega no es miembro de la UE y aproximadamente el 95 por ciento del pescado se destina al mercado extranjero.

Noruega, por ser el principal productor de salmón del Atlántico, en los últimos 20 años ha sido acusada de dumping por otros países productores de salmón. Tanto los Estados Unidos de América como la UE han afirmado y siguen afirmando que Noruega ha estado vendiendo pescado a un precio inferior al costo de producción. Se puede argumentar que los casos de dumping han tenido un impacto negativo en el desarrollo de un comercio libre de salmón en detrimento de los intereses de los consumidores. A los países involucrados les ha resultado difícil idear estrategias de largo plazo para desarrollar el mercado con miras a incrementar el consumo de pescado criado en jaulas.

Impacto ambiental – escapes, contaminación, impactos ecológicos

El desarrollo saludable de la industria piscícola no sólo requiere satisfacer las necesidades de los peces cultivados sino prestar atención al ambiente. La aceptación social sólo se conseguirá mediante una acuicultura sostenible y ambientalmente sólida.

En última instancia, la sostenibilidad también beneficia a los acuicultores dado que las aguas saludables y limpias son un prerrequisito indispensable para productos pesqueros de primera calidad. Los resultados óptimos se obtienen a partir de buenas condiciones de crecimiento para los peces y de una crianza adecuada.

A pesar de la disminución significativa del impacto ambiental causado por la industria del cultivo en jaulas en Europa, existen aún algunos desafíos por delante: escapes, eutroficación marina, piojos de mar y acceso a las zonas marítimas.

Escapes

Cada año se escapan peces de las jaulas marinas. Esto puede deberse al uso incorrecto del equipo, a fallas técnicas o a factores externos como colisiones,

daños causados por depredadores o las hélices (Beveridge, 2004; Walker *et al.*, 2006). La pérdida de peces y los daños al equipo no sólo representan pérdidas económicas para los acuicultores, sino también tienen impactos ambientales negativos.

¿De qué manera resulta perjudicial que se agreguen más salmones a los ríos? La respuesta a esta pregunta tal vez no sea obvia de inmediato. La investigación sobre este problema toma tiempo y las respuestas sólo han comenzado a surgir recientemente. Los salmones de cultivo escapados pueden afectar al salmón silvestre en varios niveles, tanto ecológicamente como en términos de la aptitud y sostenibilidad de las poblaciones silvestres. Los ejemplares que se escapan se mezclan con los peces silvestres en el mar y en los ríos. Por lo tanto, se convierten en competidores del salmón silvestre por el alimento y el espacio y pueden diseminar parásitos y enfermedades. Los salmones de cultivo escapados también pueden reproducirse con las poblaciones silvestres y así introducir nuevo material genético lo que puede reducir la aptitud de supervivencia de los individuos, reduciendo el tamaño de las poblaciones silvestres (McGinnity *et al.*, 2003). Los cambios genéticos también pueden resultar en cambios en las características ecológicas y de conducta (Holm y Dalen, 2003).

Eutroficación marina

En las áreas donde la producción acuícola es intensiva, la carga de nitrógeno y fósforo así como la acumulación de materia orgánica puede ser perjudicial para el ambiente (Naylor *et al.*, 2000; Beveridge, 2004). La producción acuícola en Europa se ubica principalmente en áreas de baja densidad demográfica y, por ende, de baja carga general de nutrientes. En estas regiones ha habido un incremento en la producción acuícola. Aún cuando la reducción de la tasa de conversión de alimento ha contribuido significativamente a reducir los impactos ambientales por unidad productora de peces, la carga total de nutrientes derivada de la industria acuícola ha aumentado. Como resultado, la Comisión Europea ha emitido una serie de directivas en un esfuerzo por reducir los impactos de la industria acuícola. La Directiva del Consejo 91/676/EEC27 tiene por objetivo reducir la contaminación del agua causada o inducida por nitratos de fuentes agrícolas, inclusive la diseminación o descarga de efluentes de animales. La Comisión estudiará si la directiva deberá ampliarse para incluir la acuicultura intensiva (Comisión de las Comunidades Europeas, 2002). La reciente entrada en vigor de la Directiva

Marco Europea del Agua probablemente también resultará en reducciones en la carga de nutrientes en las aguas costeras si los desechos de las piscifactorías son identificados como causales de alcanzar un buen estado ecológico.

Los impactos adversos causados por la eutroficación de un lugar son reversibles. Los estudios muestran que los lugares donde se agregaron grandes cantidades de material orgánico y que tenían sedimentos altamente anaeróbicos pueden recuperarse a un estado casi natural después de un periodo de rehabilitación de tres a cinco años. La duración del período de rehabilitación depende de las condiciones topográficas locales (Holm y Dalen, 2003).

Olsen *et al.* (2005) argumentan que los nutrientes deberían considerarse como recursos, más que como toxinas, para los ecosistemas marinos donde se ubica la industria acuícola. También señalan que es aceptable utilizar el mecanismo de dilución para dispersar los productos de desecho, siempre y cuando éstos estén libres de componentes tóxicos. A una velocidad de corriente de 15 cm/seg, el agua en un sitio se intercambia unas 100 veces al día. Normalmente se necesita una velocidad de intercambio de 2–3 veces para mantener los niveles de nutrientes en la columna de agua por debajo de la carga crítica. Las granjas ubicadas en sitios dinámicos normalmente tienen cargas volumétricas de nutrientes inorgánicos que se encuentran dentro de la variabilidad interanual del nivel del entorno natural.

En Noruega se ha desarrollado un sistema para el monitoreo ambiental de las granjas piscícolas con respecto a la acumulación de materia orgánica. El sistema se denomina MOM, sigla en noruego que se traduce como Modelación – Granja de engorde – Monitoreo. Este modelo incluye un programa de simulación y monitoreo. En los lugares donde el coeficiente de utilización es alto, se deben realizar estudios más frecuentes y exhaustivos. Cuando los coeficientes de utilización son más bajos, los requerimientos de estudios son menos estrictos. El nuevo sistema de modelización y monitoreo de granjas (MOM) ha dado al gobierno y a la industria mejores bases para adaptar la producción y las descargas a la capacidad de carga de cada sitio individual (Holm y Dalen, 2003).

Piojo de mar

El piojo del salmón (*Lepeophtheirus salmonis*) es un ectoparásito que utiliza a los salmónidos como huésped. A pesar que ha estado siempre presente

en los salmónidos silvestres en aguas marinas, el piojo se ha convertido poco a poco en un grave problema para las poblaciones de salmón silvestre con el crecimiento de la industria acuícola, debido a la multiplicación de huéspedes potenciales (los peces de cultivo) y al aumento general de la presión por infecciones.

Las autoridades noruegas requieren el mantenimiento de un nivel sostenible de piojos en relación con las poblaciones de salmónes y truchas marinas en los sistemas individuales de fiordos. Los tratamientos existentes para controlar el piojo del salmón pueden dividirse a grandes rasgos en métodos biológicos —esto es, el uso de lábridos limpiadores (*Crenilabrus melops*, *Ctenolabrus rupestris*, *Centrolabrus exoletus*) y tratamiento químico. Los lábridos limpiadores deben utilizarse continuamente, mientras que el tratamiento químico se utiliza cuando el número de piojos de mar alcanza un cierto nivel crítico. Por lo tanto, es indispensable vigilar regularmente los niveles de piojo de mar. En Noruega, los piscicultores están obligados a informar regularmente el número de piojos en cada sitio y esta información se divulga a través de una página en Internet creada por la propia industria (www.lusedata.no). En Escocia, la industria del salmón aplica normalmente métodos integrales para controlar el piojo. Gran parte de las áreas de cultivo de salmón en Escocia están ahora protegidas por los Acuerdos de Manejo de Áreas, bajo los cuales las granjas coordinan el ingreso de peces, los períodos de descanso de sus instalaciones y la utilización de medicamentos con el fin de minimizar los niveles de piojo. Aunque hay pocos datos numéricos, existe evidencia anecdótica de que, como resultado de lo anterior, se están recuperando las poblaciones de salmón y trucha marina en estado silvestre.

Todos los fármacos utilizados para combatir el piojo del salmón tienen en común que son tóxicos para distintos organismos, en especial los crustáceos, que constituyen el subphylum al cual pertenece el piojo del salmón. Sin embargo, los efectos tóxicos de dichas sustancias son relativamente locales en el sentido de que los individuos que se encuentran lejos de la granja piscícola no resultan expuestos a dosis tóxicas de los agentes activos. El área de efecto alrededor de la granja piscícola variará de acuerdo con la sustancia utilizada y las condiciones ambientales locales, tales como las corrientes y la química acuática.

Los salmónes escapados pueden contribuir a aumentar la exposición de las poblaciones silvestres a los piojos. Las medidas para reducir el escape de

salmón cultivado pueden entonces ayudar a reducir la presión de infecciones sobre las poblaciones de salmónidos silvestres (Holm y Dalen, 2003; Walker *et al.*, 2006).

Impregnación de redes con cobre

Las instalaciones en el mar siempre estarán sometidas a la incrustación de mariscos, algas, percebes e hidroides (Corner *et al.*, 2007). La impregnación química se utiliza para disminuir la incrustación en las redes, pero también tiene otras funciones como darles rigidez para que así mantengan su forma en el agua, impedir que la radiación ultravioleta las debilite y llenar los espacios entre sus filamentos para disminuir el área disponible a ser colonizada por organismos adherentes.

La lixiviación del cobre utilizado en las redes para acuicultura sigue siendo motivo de preocupación. Resulta difícil encontrar datos sobre la concentración de cobre en el agua cerca de las granjas piscícolas y de las instalaciones para limpiar redes; sin embargo, se han encontrado concentraciones de cobre de más de 800 miligramos por kilogramo de sedimento en los sedimentos bajo de granjas en áreas con bajo intercambio de agua (Holm y Dalen, 2003; Beveridge, 2004).

El lavado en las granjas de las redes tratadas con antiincrustantes a base de cobre está ahora prohibido en el Reino Unido y sólo lo llevan a cabo fabricantes de redes con licencia. Actualmente, existen pocas alternativas viables y que sean más amigables con el ambiente, para combatir la adherencia de organismos incrustantes.

Acceso a áreas marinas adecuadas

Incluso si cada sitio de producción de cultivo en jaulas no produce una huella ecológica considerable, existe un potencial de conflictos de interés en las áreas costeras. Actualmente, la industria acuícola está muy consciente de la importancia de elegir lugares óptimos para criar los peces. Por lo tanto, hay grandes extensiones costeras que no son de interés para la industria. Las regulaciones requieren una distancia mínima entre sitios, así como un área de seguridad alrededor de cada unidad de producción. En ciertas áreas costeras pueden surgir conflictos de interés entre las pesquerías, vías de navegación, puertos, conservación, actividades recreativas, las fuerzas armadas, etc. En Noruega, el Programa de Demostración de la Comisión sobre el manejo integrado de zonas costeras ha demostrado que la mejor respuesta a estas situaciones complejas es un enfoque territorial integral que aborde los

distintos problemas dentro de cada área y que incluya a todas las partes interesadas. El desarrollo futuro de la acuicultura deberá basarse en Planes de Ordenación y Estrategias Integrales para la Zona Costera que consideren a la acuicultura en relación con otras actividades existentes y potenciales futuras y que tomen en cuenta su impacto conjunto sobre el ambiente (Comisión de las Comunidades Europeas, 2002)

Políticas y marcos legales

La acuicultura es una industria muy diversa que involucra a un amplio espectro de especies, sistemas y prácticas. Puede crear nuevos nichos económicos que deriven en un aumento del empleo, un uso más efectivo de los recursos locales y oportunidades para las inversiones productivas. La contribución de la acuicultura al comercio, tanto local como internacional, también se está incrementando (Comisión de las Comunidades Europeas, 2002). La mayoría de los países involucrados en la acuicultura han formulado estrategias para promover el desarrollo del sector acuícola, como por ejemplo «El Código de Buenas Prácticas para la Acuicultura Escocesa de Peces» (Scottish Finfish Aquaculture Working Group, 2006).

En Europa, el Parlamento Europeo es la entidad supranacional más importante encargada de la toma de decisiones. La Comisión reconoció la importancia de la acuicultura del mismo modo que la reforma de la Política Pesquera Común y la necesidad de formular una estrategia para el desarrollo sostenible de este sector (Comisión de las Comunidades Europeas 2002).

La industria acuícola en Europa está organizada en una federación común, la Federación Europea de Productores de Acuicultura (FEAP), establecida en 1968. La FEAP se conforma actualmente de 31 asociaciones de productores acuícolas nacionales de 22 países europeos. Su función principal es proporcionar un foro para que las asociaciones miembros promuevan el establecimiento de políticas comunes respecto a cuestiones relacionadas con la producción y comercialización de especies acuícolas en Europa. Las decisiones o resoluciones se comunican a las autoridades apropiadas a nivel nacional o europeo. La FEAP también ha desarrollado un Código de Conducta. El Código no es obligatorio pero aborda aquellas áreas que la Federación considera son de interés primordial. Adicionalmente, la función del Código es motivar y contribuir al desarrollo de los principios de mejores prácticas (FEAP, 2000).

Asimismo, hay varias organizaciones no gubernamentales (ONG) que abordan el impacto ambiental de la acuicultura con relación a la contaminación, la inocuidad alimentaria y la influencia sobre las poblaciones de peces silvestres. El tamaño de las ONG, su grado de seriedad y actividades varían en los diferentes países.

EL CAMINO A SEGUIR

En una sección anterior de este documento se describió el crecimiento exponencial del cultivo en jaulas en Europa desde que se introdujeron las jaulas modernas a mediados de la década de 1970. Durante su corta historia, la industria ha experimentado una serie de obstáculos relacionados, por ejemplo, con la salud, la economía y los conflictos comerciales. A pesar de los múltiples problemas, el volumen de producción se ha incrementado. El desarrollo de conocimientos biológicos y tecnología ha resultado en la capacidad de entregar productos de calidad uniforme a un precio bajo durante todo el año. Pero incluso si la industria del cultivo en jaulas ha madurado, quedan aún grandes retos por enfrentar.

El crecimiento del sector conducirá a una mayor competencia por recursos tales como el alimento y el espacio. Asimismo, los consumidores han presenciado recientemente varios escándalos alimentarios en Europa. Esto, combinado con un nivel de vida más alto, ha resultado en una creciente concientización sobre los asuntos de salubridad de los alimentos. Los consumidores también se han interesado más en las cuestiones éticas relacionadas con la producción de alimentos. En consecuencia, la calidad del alimento, los métodos de producción y la documentación relacionada son cada vez más importantes.

La lucha por los recursos

Un estudio noruego concluyó que los cuatro contribuyentes más importantes para el desarrollo del sector marino son mano de obra competente, disponibilidad de capital a largo plazo, área (espacio) e infraestructura. Por tratarse de una actividad industrial descentralizada, la maricultura en jaulas compite con otros sectores por mano de obra, capital y desarrollo de infraestructura. Es importante que la industria contribuya al desarrollo de las comunidades rurales pequeñas y las vuelva atractivas como lugar de residencia. Una industria económicamente sostenible atrae capital de riesgo para un desarrollo aún mayor. Sin embargo, en los períodos de depresión económica, esto ha sido

también un problema para el desarrollo de una industria basada en nuevas especies.

Europa tiene las mejores intenciones de atender a las comunidades remotas pequeñas. Sin embargo, el principal desafío ha sido encontrar industrias que interesadas en ubicarse en áreas descentralizadas. La industria acuícola es una de estas actividades y puede argumentarse que debería haber una aceptación política para utilizar recursos económicos con miras a establecer la infraestructura necesaria.

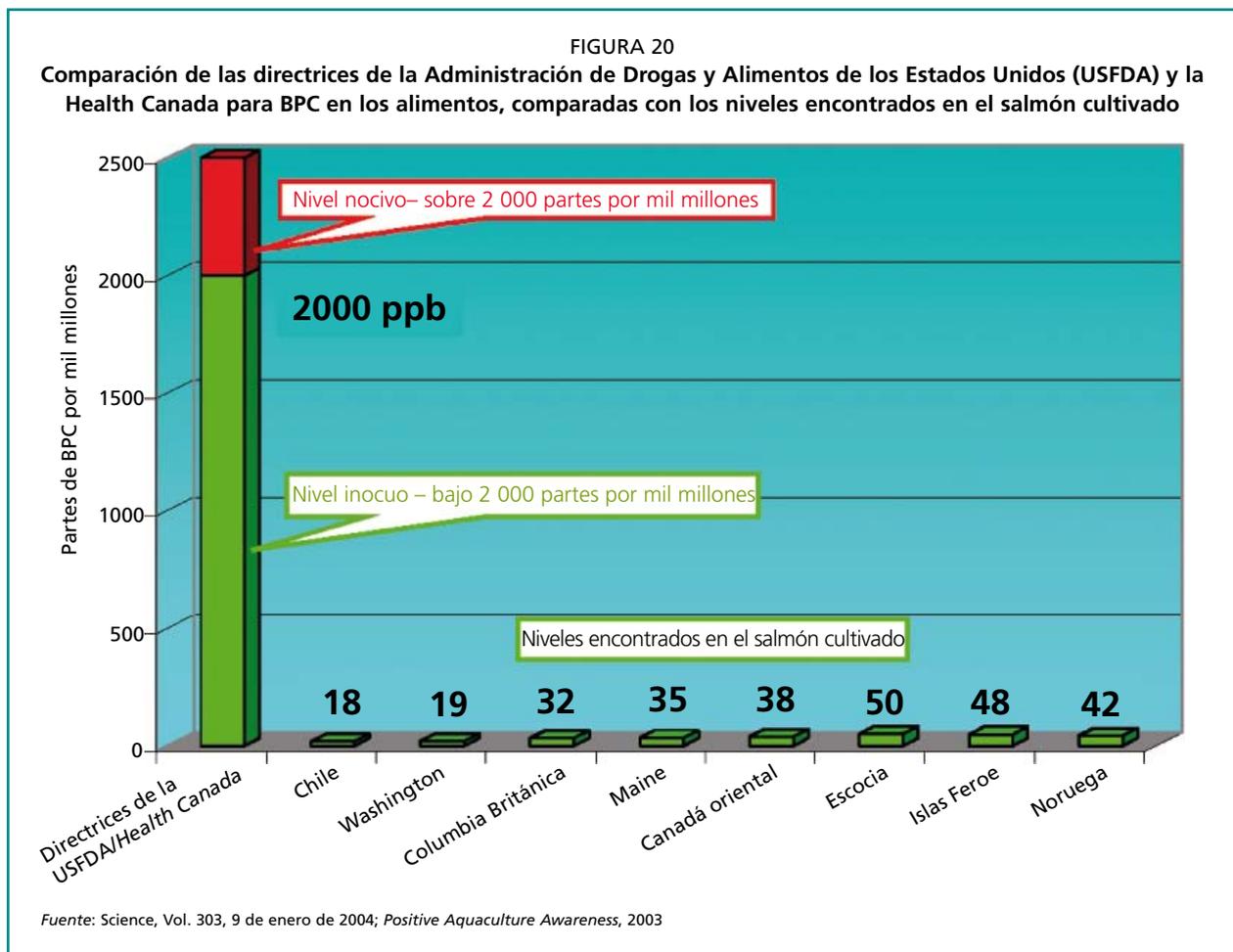
El aumento de la ocupación de las áreas costeras ha sido más difícil de aceptar políticamente. La importancia creciente de sitios con buen desempeño excluye extensas áreas. En áreas con condiciones aceptables con frecuencia existen conflictos con otros intereses de índole ambiental, económico, recreativo o militar. Es posible lograr un mayor crecimiento de la acuicultura en jaulas si se incrementa la producción por sitio, ya sea creando más sitios disponibles o trasladando la producción al mar abierto.

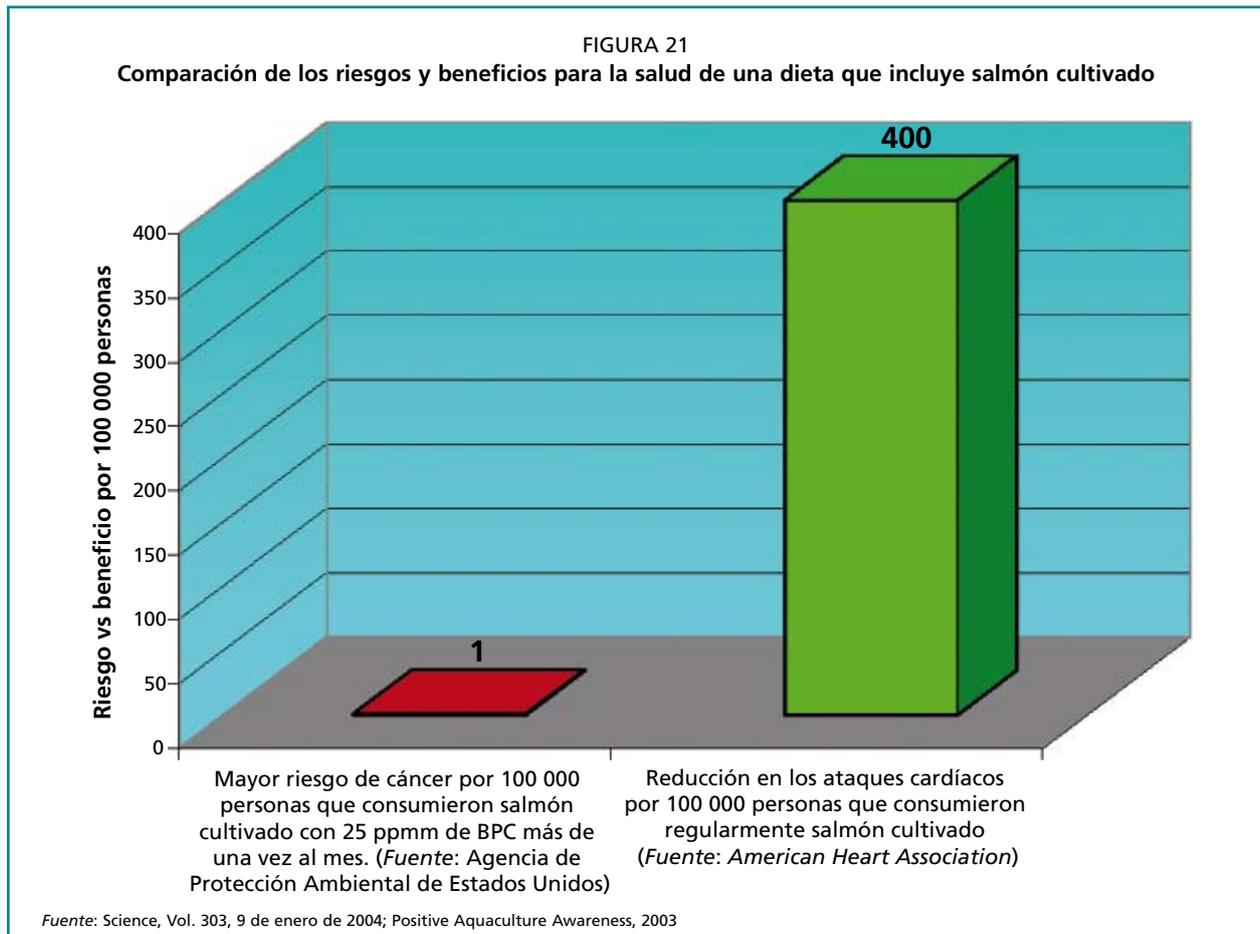
La Comisión Europea concluyó que las jaulas para peces deberían ubicarse más lejos de la

costa y que, para ello, se necesita promover más investigación y desarrollo de tecnología de jaulas para mar abierto. Las experiencias obtenidas fuera del sector acuícola, por ejemplo en la construcción de plataformas petroleras, pueden ser aprovechadas por el sector de equipos para la acuicultura y ahorrar así en los costos de desarrollo de nuevas tecnologías (Comisión de las Comunidades Europeas, 2002). Sin embargo, es importante tener presente que trasladar la producción a mar abierto incrementará significativamente la necesidad de inversión. Una mayor inversión debe compensarse con un incremento en la eficiencia para no incurrir en costos de producción más altos. La producción de cultivo en jaulas en mar abierto también puede aumentar el riesgo de escapes, la necesidad de contar con una infraestructura más compleja y puede dejar de ser un contribuyente significativo para el desarrollo rural.

Recursos alimentarios

La harina y el aceite de pescado son constituyentes esenciales del alimento para peces. En la última





década, la cantidad de harina de pescado utilizada en la producción de alimento para la acuicultura ha aumentado considerablemente, pero la producción mundial anual de harina de pescado ha permanecido estática (Comisión de las Comunidades Europeas 2002).

En los últimos 20 años, la producción de harina y aceite de pescado ha oscilado entre 6,2 y 7,4 millones de toneladas y 1,0 y 1,7 millones de toneladas, respectivamente, excepto durante los años más severos de El Niño. Este panorama de estabilidad general en el suministro de peces pelágicos como alimento contrasta con el uso cambiante derivado de las fuerzas del mercado. La harina de pescado se utiliza tanto para animales acuáticos y como terrestres, pero con el aumento de la demanda acuícola se tuvo que desviar el suministro a los animales terrestres, limitándose su uso a dietas de iniciación y cría para aves de corral y cerdos. El aceite de pescado, que antes se utilizaba en gran parte para endurecer margarinas y productos de panadería, ahora se utiliza principalmente en la acuicultura. Pequeñas cantidades de aceite de pescado ahora también se destinan a nutracéuticos

humanos y prácticamente se ha dejado de utilizar como endurecedor (Shepherd *et al.*, 2005).

Dado que la harina y el aceite de pescado son recursos limitados, es extremadamente importante continuar con los esfuerzos de investigación para encontrar fuentes de proteína sustitutas en la formulación de alimentos para peces (Comisión de las Comunidades Europeas, 2002).

Una posible fuente de grandes cantidades de materia prima de peces la representan los peces capturados pero que por distintas razones se arrojan de vuelta al mar. Las pesquerías de la actualidad se basan principalmente en la pesca selectiva en que sólo se capturan ciertas especies. Además de las especies deseadas, se atrapan grandes cantidades de peces como captura incidental. Parte de la captura incidental se desembarca y registra, mientras que el resto normalmente se arroja al mar. El descarte global de peces se ha estimado en 27 millones de toneladas. En consecuencia, millones de toneladas de proteína se arrojan anualmente al océano. En Noruega, las autoridades han adoptado una política de cero descarte señalando que es ilegal que los pescadores comerciales arrojen cualquier parte de

la captura al mar. Esto constituye un incentivo para pescar más selectivamente, evitando pescar durante ciertos períodos y áreas donde es esperable una posible elevada captura incidental. La prohibición es también una fuerza impulsora para el desarrollo de equipos que reducen las capturas incidentales. Los estados miembros de la UE cuentan con una ley que es casi el opuesto exacto de la política noruega. Los estados miembros de la UE han introducido una prohibición al desembarque de pescado allí donde se ha alcanzado una «captura total permisible». En muchos casos, esto ocasiona que las embarcaciones pesqueras se vean obligadas a arrojar el pescado al mar (Holm y Dalen, 2003).

Otra solución posible al desafío de la baja disponibilidad de recursos marinos es la producción de alimentos a partir de materias primas provenientes de niveles tróficos inferiores. La investigación actual explora el desarrollo de tecnología para cosechar zooplancton como el *Calanus finmarchicus* y el krill (Crustacea: Malacostraca). Estos animales son una fuente importante de grasas marinas, se encuentran en enormes cantidades en el Atlántico Norte y son una fuente de alimento importante para las poblaciones de peces, aves marinas y cetáceos polares. Sin embargo, estas pesquerías deberían manejarse con sumo cuidado para evitar cambios inaceptables en la estructura y función del ecosistema.

La proteína sintetizada comercialmente ha estado disponible para utilizarse en los alimentos para peces. Por ejemplo, Pronin® es una fuente de proteína unicelular de alta calidad. Se obtiene de la fermentación utilizando gas natural como fuente de energía y de carbono. Por su alto contenido de proteínas (alrededor de 70 por ciento), combinado con sus propiedades nutricionales y funcionales, Pronin® es muy adecuado como ingrediente proteínico en alimentos para peces y animales. Su uso como fuente de proteínas para el salmón cultivado en el mar y en agua dulce se ha probado y documentado ampliamente. Según el productor, hasta el 33 por ciento de la proteína podría incorporarse al alimento para salmón en agua de mar (<http://www.norferm.no>).

También se ha sugerido como recurso alternativo de alimentos las materias primas basadas en plantas. Su uso como alimento en la acuicultura se ha incrementado y se está volviendo común un contenido del 30 por ciento a base de plantas. Con la combinación adecuada de aceite vegetal y marino, es posible alcanzar el mismo contenido de ácidos grasos omega-3 saludables que si se utilizara un

100 por ciento de aceite marino. En consecuencia, los principales fabricantes de alimentos para peces están reemplazando con aceites vegetales una proporción cada vez mayor del aceite de pescado (Holm y Dalen, 2003).

Las tendencias respecto a la utilización de sustitutos del aceite y la harina de pescado en las dietas actuales varían entre los diferentes países dependiendo de la disponibilidad del ingrediente alimentario, de los costos de procesamiento y de transporte/importación, y del mercado donde se tiene la intención de vender el salmón. En Noruega, hasta un 55 por ciento de la proteína y 50 por ciento los lípidos dietéticos son de origen no marino. Los ingredientes más importantes son el concentrado de proteína de soja, la harina de soja, la harina de gluten de maíz, el gluten de trigo, el aceite de colza, y los aminoácidos cristalinos lisina y metionina. En el Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte, se reemplaza hasta un 45 por ciento de las proteínas dietéticas, pero debido a las demandas del mercado, sólo se reemplaza una cantidad limitada (hasta 10 por ciento) del aceite de pescado. Las fuentes de proteína utilizadas son el gluten de maíz, los productos de soja (principalmente extractos), gluten de trigo, aceite de colza y aminoácidos cristalinos (Tacon, 2005).

Demanda del consumidor

En enero de 2004, un artículo publicado en la revista *Science* informó que los niveles de bifenilos policlorados (BPC) en el salmón cultivado eran seis veces más altos que los del salmón silvestre (Hites *et al.*, 2004).

Aunque los niveles de BPC registrados se encontraban dentro de las normas alimentarias internacionales, el estudio fue ampliamente difundido en los medios (Chatterton, 2004).

Los consumidores reaccionaron a la noticia rehusándose a comprar y comer salmón. Las historias negativas en los medios no mencionaron que el estudio de *Science* fue financiado por Pew Charitable Trusts, una organización que con frecuencia levanta polémicas contra la acuicultura (Chatterton, 2004).

Esa historia pone de relieve dos aspectos muy importantes relacionados con el mercado. En primer lugar, a los consumidores sí les importa la calidad, la inocuidad y los métodos de producción del alimento. En segundo lugar, hay grupos de interés que vigilan de cerca la industria acuícola y cuestionan la sustentabilidad del cultivo de peces. Ello significa que la industria tiene que enfocarse

continuamente en la inocuidad alimentaria y los métodos de producción, y ser capaz de documentar una producción sustentable de alimento saludable.

Inocuidad alimentaria

El principal objetivo de los piscicultores europeos es producir productos nutritivos de la más alta calidad. La acuicultura es un proceso controlado que permite al piscicultor cultivar y cosechar peces de buena calidad con las siguientes características:

- Peces saludables que hayan sido criados en las mejores condiciones posibles
- Una fuente de proteína de alta calidad dietética
- Una fuente alimentaria nutritiva
- Disponible continuamente durante todo el año
- Un producto que sea consistentemente fresco
- De buen gusto y sabor

El Código de Conducta de la FEAP insta a los piscicultores a contribuir activamente al desarrollo equilibrado y sustentable de la acuicultura y a hacer sus mejores esfuerzos por garantizar el desarrollo transparente de la actividad para el beneficio del consumidor (FEAP, 2000).

La industria de cultivo de salmón es objeto de una serie de alegatos relacionados con la sostenibilidad ambiental y la salud y nutrición humanas. Una de las acusaciones más graves es que el salmón cultivado contiene niveles peligrosos de bifenilos policlorados (BPC), un compuesto industrial que está muy extendido en el ambiente (véase también lo enunciado más arriba).

Se pueden encontrar cantidades traza de BPC en el salmón cultivado por la misma razón que las hay en el salmón silvestre, el ganado vacuno, el pollo y muchos otros alimentos: se acumulan en pequeñas cantidades en la cadena alimentaria. Los salmones cultivados normalmente son alimentados con harina de pescado obtenida de pesquerías sostenibles de anchoa y caballa. Las anchoas y caballas pueden ingerir cantidades traza de BPC en su ambiente natural y éstas llegan hasta el salmón cultivado por medio del alimento. Sin embargo, el nivel es muy inferior al que se considera como un riesgo para la salud (Figura 20) (Positive Aquaculture Awareness, 2003).

Los consumidores conscientes pueden ser muy exigentes con los productores de alimento. Si los productores de cultivo en jaulas son capaces de producir productos de primera calidad y saludables, el enfoque en la calidad del alimento puede volverse muy positivo para la industria. Los ciudadanos europeos se enfrentan a un problema creciente relacionado con la malnutrición y el sobrepeso.

Son muchos los efectos positivos de comer pescado para la salud, pero entre los más importantes está su contribución a la prevención de las enfermedades cardíacas (Figura 21).

La industria se está enfrentando a un gran reto al intentar refutar con éxito los alegatos relacionados con la inocuidad de comer pescado. Esto sólo puede hacerse proporcionando documentos científicos bien fundados sobre los efectos positivos para la salud de consumir pescado y presentando los hechos a los consumidores.

Trazabilidad

La trazabilidad probablemente será de gran importancia para la inocuidad alimentaria en el futuro. La organización TraceFish postula que dado que los consumidores requieren cada vez más información, ya no resulta práctico transmitir físicamente todos los datos relevantes con el producto. Un enfoque más sensato consiste en marcar cada paquete con un identificador único y luego transmitir o extraer toda la información relevante por medios electrónicos (véase <http://www.tracefish.org>).

Bienestar animal

Ha habido una preocupación creciente sobre el bienestar de los peces en general, pero particularmente en la acuicultura en el último tiempo como resultado de estudios que sugieren que los peces, como vertebrados superiores, sienten dolor y sufren (Comisión de las Comunidades Europeas, 2004).

Con el fin de mejorar el bienestar de los peces cultivados, es necesario definir protocolos y normas sobre el cultivo de peces, por ejemplo en relación con la densidad de los peces y la manipulación antes de la matanza.

Una serie de métodos de evaluación rápidos, económicos y no invasivos podría utilizarse como indicadores de bienestar. Sin embargo, el bienestar se basa en cada individuo, mientras que los tipos de indicadores que se están desarrollando pueden proporcionar únicamente indicadores de las condiciones promedio en, por ejemplo, en las jaulas marinas.

Noruega y el Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte han establecido grupos de investigación dedicados a los problemas de bienestar de los peces y han brindado soluciones al integrar la información de distintas disciplinas científicas, tales como el comportamiento, la fisiología y la salud de los peces (Damsgård, 2005).

Aspectos socioeconómicos y mercadeo

La acuicultura en jaulas marinas está muy extendida en toda Europa y con frecuencia también en áreas rurales y periféricas donde hay una deficiencia crónica de oportunidades de empleo alternativas. La cuestión fundamental para el desarrollo del sector es el mantenimiento de la competitividad, la productividad y la durabilidad del sector acuícola (Comisión de las Comunidades Europeas, 2002).

En general, se espera que la demanda total de cualquier producto básico aumente a la par de la población, dado que el crecimiento demográfico determina el tamaño general del mercado. Se cree que habrá una disminución de la demanda por productos acuáticos de precios elevados, aunque dicha demanda pueda cambiar a productos pesqueros de menor precio. La demanda futura de pescado estará determinada básicamente por el número de consumidores, sus hábitos alimentarios e ingresos disponibles, así como por el precio de los productos pesqueros. Muchos de los cambios que ocurrirán en el nivel y estructura del consumo de pescados reflejarán variables demográficas y actitudes más complejas. El envejecimiento de las poblaciones, el cambio en el papel de los sexos, la reducción en el tamaño de la familia, las preocupaciones dietéticas, las cuestiones relacionadas con la inocuidad alimentaria y las cuestiones éticas son factores influyentes que existen en toda Europa (FAO, 2001).

La competencia entre productores de distintas fuentes proteínicas es continua. Para fortalecer su posición, la industria acuícola tiene que fortalecer el mercadeo de sus productos. Como parte del llamado Acuerdo del Salmón, Noruega financió una campaña de mercadeo genérica para el salmón en Europa. En el futuro, este tipo de campañas pueden utilizarse también para estimular el consumo de pescado cultivado y así incrementar la participación de los productos marinos cultivados en el mercado.

Los productores europeos seguirán compitiendo con los peces criados fuera de Europa. Especies como la tilapia (*Oreochromis* spp.) se producen a un precio muy bajo y no pueden cultivarse fácilmente en jaulas en Europa. La competencia creciente no debería enfrentarse con prácticas de comercio internacional restrictivas, sino enfocándose en la calidad y en una mayor productividad sin que, por supuesto, ello entre en conflicto con las obligaciones relacionadas con una producción sostenible.

La productividad de la industria se ha incrementado significativamente (Figura 16), debido sobre todo a una mejoría en la salud de

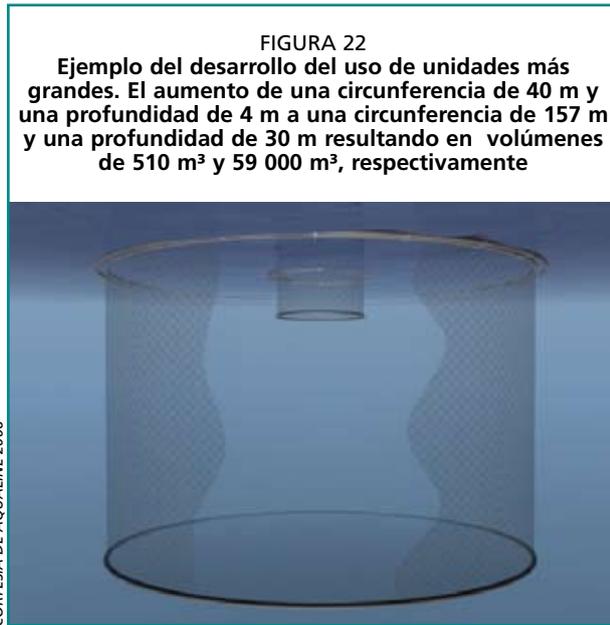
los peces y a un aumento en los volúmenes de producción. Como se observa en la Figura 17, los alimentos siguen siendo un costo de producción importante y existe gran interés en reducir la tasa de conversión económica de alimento (ECR) (kilogramo de alimento utilizado por kilogramo de peces sacrificados). La industria ha logrado reducir la tasa de conversión biológica del alimento (BFR) (kilogramo de alimento utilizado por kilogramo de peces producidos). Una mayor reducción de la ECR requiere tasas de mortalidad más bajas. En el caso de la industria del salmón, la mortalidad promedio en las jaulas marinas en Noruega es de alrededor del 20 por ciento. Resulta esencial mejorar el manejo de la salud de los peces para reducir aún más las tasas de mortalidad.

El manejo sanitario eficiente requiere de medidas para reducir la necesidad de tratamientos terapéuticos evitando brotes de enfermedades. Esto puede lograrse con vacunas, donde existan. Las medidas de bioseguridad rigurosas son importantes para evitar el ingreso de patógenos y pueden lograrse aislando a las granjas y estableciendo sistemas de control para el ingreso de personas, incluyendo veterinarios, clientes y prestadores de servicios.

El reposo o descanso de las instalaciones se utiliza para ayudar a desinfectar los sitios entre la cosecha y el repoblamiento. El buen manejo sanitario debería incluir también una gestión diaria orientada a reducir el estrés (manipulación, densidad, regímenes alimenticios, etc.). El estrés es un factor muy importante, porque si se combina con el patógeno apropiado puede originar el brote de una enfermedad.

La productividad por empleado se ha incrementado significativamente (Figura 18) y ha reducido la parte equitativa de los salarios en la producción total. No obstante, debido a los salarios altos en Europa, resulta de vital importancia incrementar aún más la productividad por empleado para poder competir con los países productores fuera de Europa. Esto puede lograrse, por ejemplo, incrementando la producción total y la producción tanto por sitio como por unidad de producción.

Gracias a las nuevas tecnologías se ha podido incrementar el tamaño de cada jaula (Beveridge, 2004). La Figura 22 muestra una jaula tradicional que se utilizaba hace pocos años, con una circunferencia de 40 metros y una profundidad de 4 metros dando un volumen total de 510 m³. En la actualidad, algunos sitios utilizan jaulas con una circunferencia de 157 metros y una profundidad de 30 metros,



dando un volumen total de 59 000 m³. Estas jaulas pueden encerrar biomazas de 1 100 toneladas. Las ventajas de utilizar unidades más grandes son, entre otras, que hay menos unidades para manejar y que se pueden invertir más recursos en monitorear los peces y las variables ambientales. También se han reportado efectos positivos en el crecimiento. Sin embargo, existen consideraciones con respecto al manejo rutinario de los peces (clasificación, cosecha, tratamiento de enfermedades) y los escapes.

Cada vez se presta más atención al efecto del ambiente sobre el crecimiento de los peces y, en particular, a los niveles de oxígeno disuelto dentro de las jaulas. Se han desarrollado equipos que pueden agregar oxígeno a las jaulas marinas (Beveridge, 2004).

Sin embargo, más importante aún es la calidad del sitio. Un buen sitio tiene las corrientes necesarias para mantener el oxígeno disuelto en niveles aceptables y proporcionar la dilución necesaria de materia orgánica para prevenir la acumulación debajo de las unidades de producción. La topografía del fondo marino y la profundidad bajo las jaulas también son de gran importancia para optimizar la producción. Muchos de los sitios mejores y más

adecuados para la producción acuícola en Europa ya tienen proyectos acuícolas, lo cual significa que hay mucha competencia por las restantes áreas adecuadas. Esto puede resultar en un deseo de trasladarse a sitios más expuestos en mar abierto. Ello plantea grandes desafíos técnicos y logísticos, que si se resuelven, generarán un gran potencial para aumentar la producción. Se ha indicado que Irlanda, por ejemplo, podría incrementar 10 veces su producción a 150 000 toneladas y generar más de 4 500 empleos adicionales (Ryan, 2004).

CONCLUSIONES

La mayoría de los sistemas de producción de alimentos tienen un impacto ambiental negativo. Treinta años después que los pioneros europeos de la producción de cultivo en jaulas dieran sus primeros pasos, la industria ha madurado. La producción de salmónidos cultivados en jaulas se está convirtiendo en una manera de producir alimento de alta calidad que es ambientalmente sustentable. Sin embargo, a medida que el consumidor se vuelve más consciente de cuestiones como la sostenibilidad y la inocuidad alimentaria, la industria debe seguir mejorando los métodos de producción. La demanda creciente de productos pesqueros también desafía a la industria a elevar la producción sin aumentar la necesidad de materias primas marinas. Asimismo, la industria tiene que competir contra otros intereses en la utilización de áreas marinas costeras.

Existe gran interés en que esta industria se desarrolle aún más y proporcione actividades esenciales rentables con el fin de sustentar a las comunidades que viven en las márgenes de Europa. Sin embargo, el desarrollo no debe darse a expensas de la calidad del producto ni del medio ambiente. Asimismo, debe ser lo suficientemente eficaz como para competir contra otros productores de alimentos, dentro y fuera de Europa.

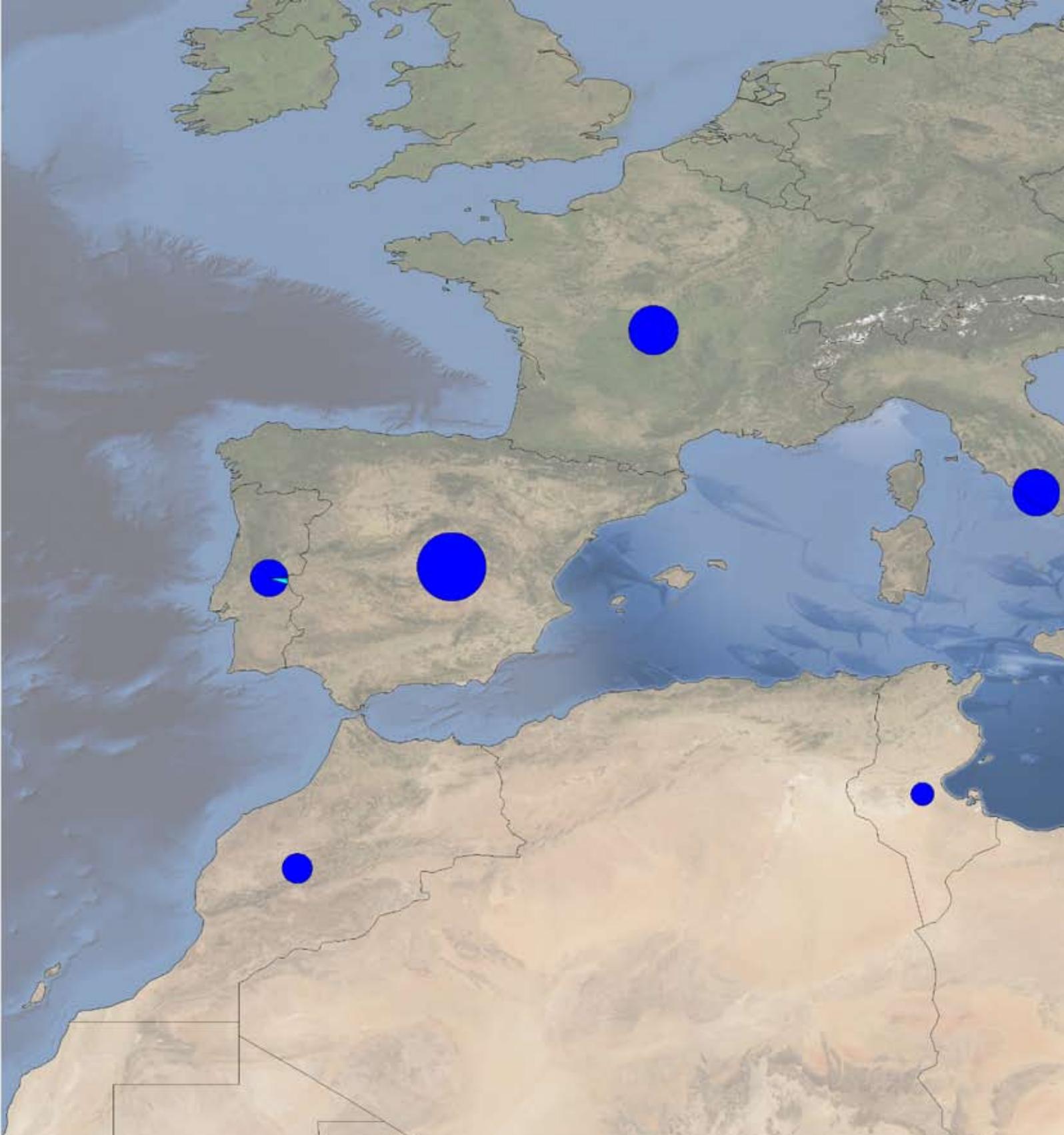
AGRADECIMIENTOS

Knut Hjelt, Alexandra Neyts (Noruega) y Trevor Telfer (Escocia) contribuyeron significativamente con este documento con sus trabajos, sugerencias y mejoras del manuscrito.

REFERENCIAS

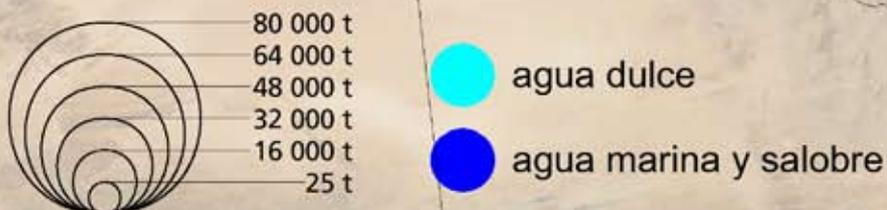
- Beveridge, M.C.M. 2004. *Cage Aquaculture*, third Edition. Oxford, UK, Blackwell Publishing Ltd.
- Beveridge, M.C.M. & Little, D.C. 2002. The history of aquaculture in traditional societies. In B A Costa-Pierce, (ed.) *Ecological aquaculture. The evolution of the Blue Revolution*, pp. 3–29. Oxford, UK, Blackwell Publishing Ltd.
- Chatterton, J. 2004. Framing the fish farms. The impact of activist on media and public opinion about the about the aquaculture industry. In B.L. Crowley & G. Johnsen, (eds). *How to farm the sea*. 21 pp.
- Commission of the European Communities. 2002. *Communication from the Commission to the Council and the European Parliament. A strategy for the sustainable development of European aquaculture*. Brussels. 26 pp.
- Commission of the European Communities. 2004. *Farmed fish and welfare*. Brussels. 40 pp.
- Corner, R.A., Ham, D., Bron, J.E. & Telfer, T.C. 2007. Qualitative assessment of initial biofouling on fish nets used in marine cage aquaculture. *Aquaculture Research*, 38: 660–663
- Damsgård, B. 2005. Ethical quality and welfare in farmed fish. In B. Howell & R. Flos, (eds). *Lessons from the past to optimise the future*, pp. 28–32. Oostende, Belgium, European Aquaculture Society, Special Publication No. 35.
- FAO. 2001. *Aquaculture development trends in Europe*. Rome, FAO. 27 pp.
- FAO. 2006. *Aquaculture statistics 2004*. Rome, FAO.
- FEAP. 2000. *Code of Conduct*. 8 pp.
- FEAP. 2002. *Aquamedia - a focus for accuracy* (also available at www.aquamedia.org)
- FHL. 2005. *Tall og Fakta 2005*. Statistikkbilag til FHLs årsrapport. Trondheim, Fiskeri- og havbruksnæringens landsforening. 22 pp.
- FRS. 2005. *Scottish Fish Farms. Annual Production Survey, 2005*. 53 pp.
- Fishbase. 2005, <http://www.fishbase.org>
- Fiskeridirektoratet. 2005. *Lønnsomhetsundersøkelse for matfiskproduksjon Laks og Ørret*. Bergen, Fiskeridirektoratet. 69 pp.
- Hites, R.A., Foran, J.A., Carpenter, D.O., Hamilton, M.C., Knuth, B.A. & Schwager, S.J. 2004. Global Assessment of Organic Contaminants in Farmed Salmon. *Science* 303: 226–229.
- Holm, M. & Dalen, M. 2003. *The environmental status of Norwegian aquaculture*. Bellona Report No. 7, Oslo, PDC Tangen. 89 pp.
- Håstein, T., Hill, B.J. & Winton, J. 1999. Successful aquatic animal disease emergencies program. *Rev. sci. tech. Off. int. Epiz.*, 18: 214–227.
- McGinnity, P., Prodohl, P., Ferguson, K., Hynes, R., O'Maoileidigh, N., Baker, N., Cotter, D., O'Hea, B., Cooke, D., Rogan, G., Taggart, J. & Cross, T. 2003. *Fitness reduction and potential extinction of wild populations of Atlantic salmon, Salmo salar, as a result of interactions with escaped farm salmon*. Proceedings of the Royal Society of London Series B-Biological Sciences, 270: 2443–2450.
- Naylor, R.L., Goldburg, R.J., Primavera, J.H., Kautsky, N., Beveridge, M.C.M., Clay, J., Folke, C., Lubchenco, J., Mooney, H. & Troell, M. 2000. Effect of aquaculture on the world fish supplies. *Nature* 405: 1017–1023.
- Olsen, Y., Slagstad, D. & Vadstein, O. 2005. Assimilative carrying capacity: contribution and impacts on the pelagics system. In B. Howell & R. Flos, (eds). *Lessons from the past to optimise the future*, pp. 50–52. Oostende, Belgium, European Aquaculture Society, Special Publication No. 35.
- Osland, E. 1990. *Bruke havet... Pionertid i norsk fiskeoppdrett*. Oslo, Det Norske Samlaget. 190 pp.
- Positive Aquaculture Awareness, 2003. *Farmed salmon, PCBs, Activists, and the Media*. 17 pp.
- Ryan, J. 2004. *Farming the deep blue*. Westport, Ireland, 82 pp.
- Scottish Finfish Aquaculture Working Group. 2006. *The Code of Good Practice for Scottish Finfish Aquaculture*. 114 pp.
- Shepherd, C.J., Pike, I.H. & Barlow, S.M. 2005. Sustainable feed resources of marine origin. In B. Howell & R. Flos, (eds). *Lessons from the past to optimise the future*, pp. 59–66. Oostende, Belgium European Aquaculture Society, Special Publication No. 35.
- Souto, B.F. & Villanueva, X.L.R. 2003. *European Fish Farming Guide*. Xunta De Galicia, Spain. 86 pp.
- Tacon, A.G.J. 2005. *State of information on salmon aquaculture feed and the environment*. WWF. 80 pp.
- Walker, A.M., Beveridge, M.C.M., Crozier, W., O'Maoileidigh, N. & Milner, N. 2006. The development and results of programmes to monitor the incidence of farm-origin Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) in rivers and fisheries of the British Isles. *ICES Journal of Marine Science* (in press).
- Woo, P.T.K., Bruno, D.W. & Lim, L.H.S. (eds). 2002. *Diseases and disorders of finfish in cage culture*. Wallingford, Oxon, UK, CABI Publishing. 433 pp.

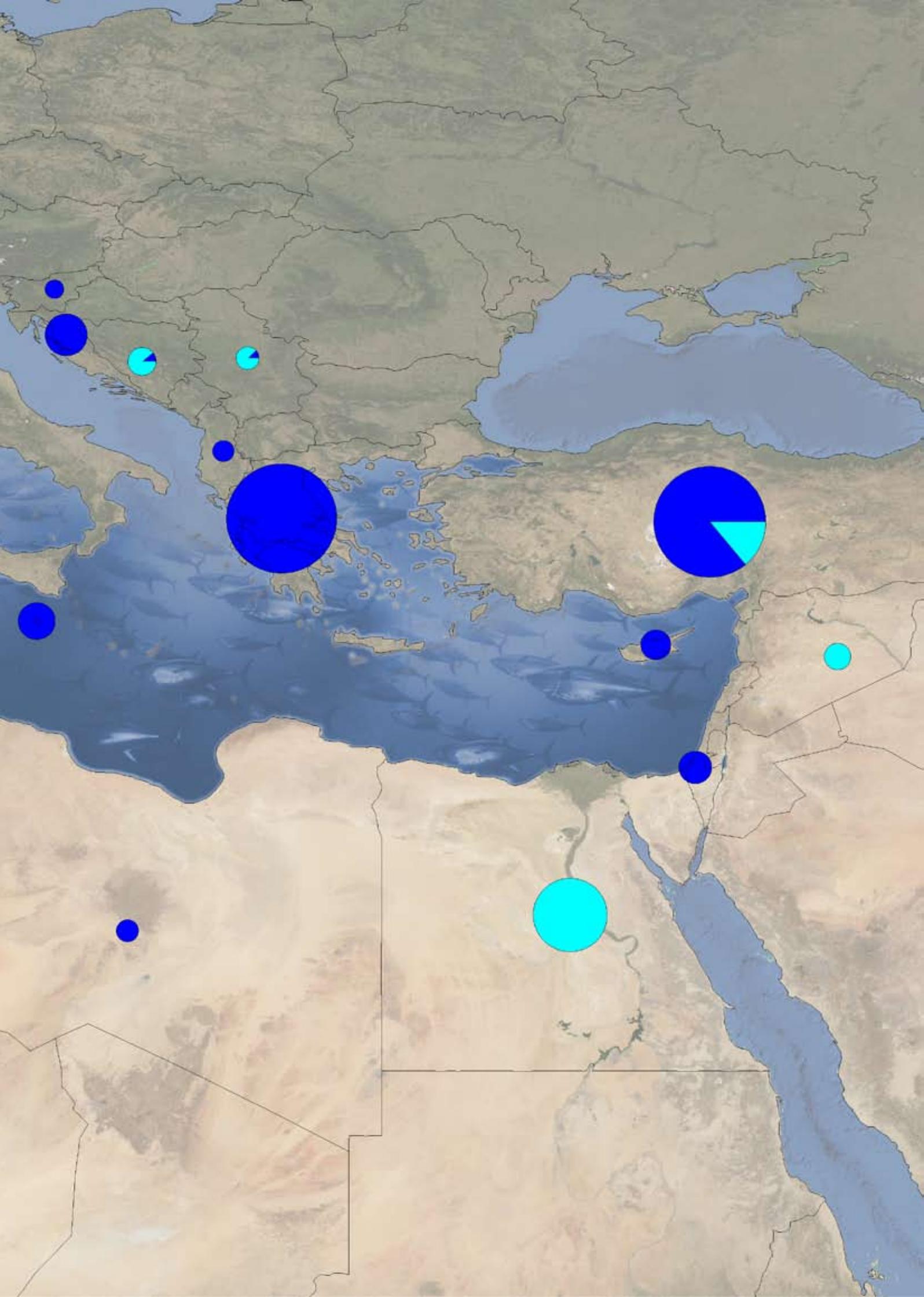




Cage aquaculture production 2005

Data were taken from fisheries statistics submitted to FAO by the member countries for 2005. In case 2005 data were not available, 2004 data were used.







Estudio de la acuicultura en jaulas: el mar Mediterráneo

Francesco Cardia¹ y Alessandro Lovatelli²

Cardia, F. y Lovatelli, A.

Estudio de la acuicultura en jaulas: el mar Mediterráneo. En M. Halwart, D. Soto y J.R. Arthur (eds). *Acuicultura en jaulas – Estudios regionales y panorama mundial*. FAO Documento Técnico de Pesca. No. 498. Roma, FAO. 2008. pp. 165–197.

RESUMEN

El Mediterráneo es un mar intercontinental rodeado por Europa al norte, al este por Oriente medio y al sur por África. En este estudio se han tenido en cuenta un total de 19 países ribereños, que son los siguientes: España, Francia, Mónaco, Italia, Malta, Eslovenia, Croacia, Serbia y Montenegro, Albania, Grecia, Turquía, Chipre, República Árabe Siria, Líbano, Israel, Egipto, Jamahiriya Árabe Libia, Túnez, Argelia y Marruecos.

El cultivo marino en jaulas en el Mediterráneo se expandió rápidamente a mediados de la década de 1980, especialmente en España y Grecia, cuando un número creciente de granjas empezó a producir lubina (*Dicentrarchus labrax*) y dorada (*Sparus aurata*). La acuicultura en jaulas en agua dulce se practica de forma marginal en diversos países para la cría de la trucha arcoiris (*Oncorhynchus mykiss*) (P. ej. Italia, Turquía, Chipre), pero la mayor parte se desarrolla en Egipto, en la zona del Delta del Nilo, en donde a partir de la década de 1990 se ha extendido el cultivo de la tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*) y carpa plateada (*Hypophthalmichthys molitrix*). En 2003 la producción fue de 32 000 toneladas (SIPAM, 2006).

La lubina y la dorada son actualmente las especies de peces que más se cultivan en jaula en el Mediterráneo. La producción se ha incrementado progresivamente en los últimos 10 años, desde 34 700 toneladas en 1995 hasta 137 000 toneladas en 2004, con un crecimiento anual promedio del 17 por ciento. En 2004 la producción en jaulas de estas dos especies abarcó el 85 por ciento del total de la producción.

La reproducción controlada de la lubina se inició en Francia e Italia a mediados de la década de 1970. A principios de los 80 se produjeron con éxito alevines de dorada. En 2002, la producción total de alevines de dorada y lubina en el Mediterráneo se estimó en 650 millones. (Universidad de Stirling, 2005). El tamaño de mercado más habitual para ambas especies está entre 300–400 gramos. En la acuicultura en jaulas este tamaño se alcanza en unos 12–18 meses para la dorada y en 15–20 meses para la lubina, cuando el ciclo de producción comienza en primavera y se utilizan alevines de entre 2 y 4 gramos.

La rápida expansión de la acuicultura en jaulas en la década de 1990, sobre todo en Grecia y Turquía, produjo una crisis del mercado a final de ese decenio. Entre 2000 y 2002, los precios de mercado descendieron a sus valores mínimos, dejando fuera del negocio a diversas compañías.

Todos los países mediterráneos producen lubina y dorada en jaulas. Los países que lideran esta actividad, ordenados por volumen de producción en 2004 fueron: Grecia, Turquía, España, Italia, Croacia y Francia. En su conjunto, este grupo abarcaba más del 90 por ciento del total de producción en jaulas de estas dos especies (SIPAM, 2006; FAO, 2006).

El engorde del atún rojo del Atlántico (*Thunnus thynnus thynnus*) en grandes jaulas flotantes con fines comerciales existe desde mediados de la década de 1980 (España), pero la expansión más notable de este tipo de cultivo en la región se inició tan sólo a mediados de los años 1990. El engorde del atún rojo debe ser considerado una acuicultura basada en capturas, considerando que los peces son capturados por buques cerqueros

¹ Consultor en Acuicultura, Via A. Fabretti 8, 00161 Roma, Italia

² Departamento de Pesca y Acuicultura, FAO, 00153 Roma, Italia

con jareta y se mantienen en jaulas habitualmente entre 3 y 10 meses. Los peces se destinan principalmente al mercado japonés. En la actualidad, los países en los que se lleva a cabo esta práctica incluyen España, Italia, Malta, Croacia, Grecia, Turquía, Chipre, Jamahiriya Árabe Libia y Túnez. La producción total registrada oficialmente en el Mediterráneo en 2003 fue de aproximadamente 19 000 toneladas (FAO/GFCM/CICAA, 2005).

Entre las nuevas especies cultivadas de peces marinos de escama más importantes se encuentran ahora el sargo picudo (*Diplodus puntazzo*) y la corvina (*Argyrosomus regius*). Se han realizado varios intentos comerciales con diversas especies de espáridos, como el dentón común (*Dentex dentex*), pargo (*Pagrus pagrus*), sargo mojarra (*Diplodus vulgaris*) y algunos híbridos de espáridos.

En la actualidad existen diversas dificultades que frenan la expansión y el desarrollo de la diversificación de especies marinas cultivadas en jaulas. Entre ellas se destacan: la tolerancia específica a las condiciones de cría en jaulas de las especies candidatas, el desarrollo de alimentos comerciales adecuados y una respuesta positiva del mercado a la introducción de nuevas especies cultivadas.

Las costas del Mediterráneo ofrecen una amplia variedad de emplazamientos para el cultivo, tanto protegidos como abiertos. Por esta razón, se utilizan diversos modelos de jaulas, desde las muy simples con marco de madera y estructuras de barril a las instalaciones muy modernas y con una tecnología sofisticada, como las plataformas de acero o las jaulas de acero sumergibles con sistemas de alimentación integrados. Sin embargo, las jaulas flotantes más utilizadas son las de polietileno de alta densidad (PEAD), debido a su capacidad de adaptación a diferentes condiciones marinas.

Este informe proporciona la información disponible sobre el número de granjas, especies cultivadas, producción en jaulas (cantidad y valor), tendencias del sector en la última década y otras cuestiones relacionadas con la acuicultura en jaulas en el Mediterráneo.

ANTECEDENTES Y OBJETIVO DEL ESTUDIO

Este documento técnico sobre la acuicultura en jaulas en el Mediterráneo fue preparado y presentado en el Segundo Simposio Internacional sobre el Cultivo en jaulas en Asia, que tuvo lugar en Hangzhou, China, del 3 al 8 de julio de 2006.

El objetivo de este informe es proporcionar un panorama general de la acuicultura en jaulas en el Mediterráneo, comparando los datos disponibles de diferentes fuentes. Merece la pena mencionar que las estadísticas oficiales nacionales de producción acuícola con frecuencia no distinguen entre los diferentes métodos de cultivo:

- **SIPAM** (Sistema de Información para la Promoción de la Acuicultura en el Mediterráneo)
Bajo la Comisión General de Pesca para el Mediterráneo (CGPM). Se preparó y envió un cuestionario ad hoc a todos los coordinadores nacionales del SIPAM. También se han obtenido estadísticas sobre la producción en jaulas del sitio en Internet de SIPAM: (www.foasipam.org);
- **NASO** (Descripción Nacional del Sector de la Acuicultura)
Estos informes, la mayor parte de los cuales se encuentran publicados en el sitio en Internet de la FAO, proporcionan una visión de conjunto de la acuicultura a nivel nacional, y están disponibles

sobre todos los países considerados en este estudio;

- **FAO FishStat+**

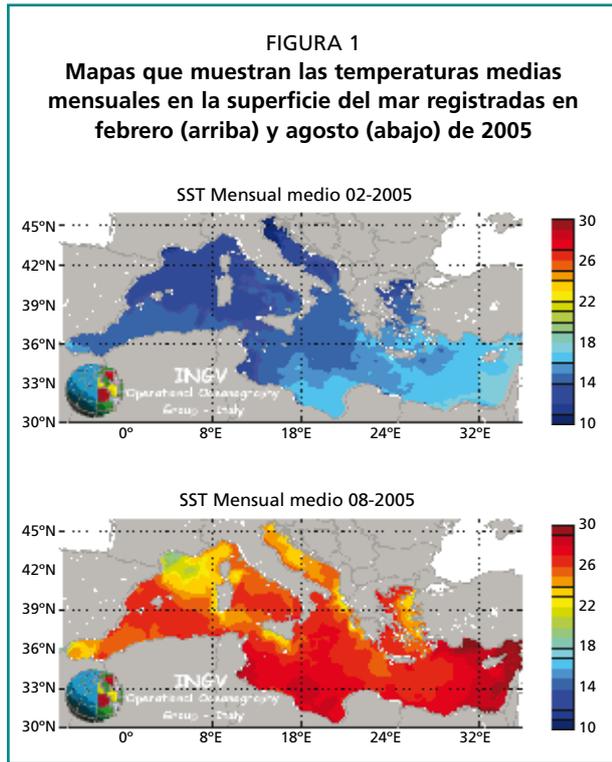
Las Estadísticas oficiales de la FAO se han utilizado como principal referencia para calcular los valores y las producciones nacionales. En el caso de existir discrepancias con los datos indicados en el sitio en Internet del SIPAM, se ha considerado como fuente válida la de FishStat+;

- **ICCAT** (Comisión Internacional para la Conservación del Atún Atlántico)

Los datos sobre el atún rojo del Atlántico están en concordancia con los contenidos en el «Report of the third meeting of the ad hoc GFCM/ICCAT Working Group on Sustainable Bluefin Tuna Farming/Fattening Practice in the Mediterranean» (Informe de la tercera reunión del Grupo de Trabajo ad hoc GFCM/CICAA sobre las prácticas sostenibles de cultivo/engorde del atún rojo en el Mediterráneo) y del sitio en Internet del CICAA (www.iccat.es). Cuando no había información, se consultó los sitios Web de NASO y el SIPAM;

- **Contactos personales**

Algunos datos han sido obtenidos por medio de contacto directo y personal con el personal de BIOMAR y SKRETTING y miembros de varias asociaciones de productores/piscicultores.



EL MAR MEDITERRÁNEO

El Mediterráneo tiene una cuenca casi completamente cerrada, cuya mayor fuente de agua es el flujo continuo de agua superficial desde el Océano Atlántico. Se estima que el total del volumen de agua del Mediterráneo tarda cerca de un siglo en renovarse completamente a través del Estrecho de Gibraltar, con 300 m de profundidad.

Esteflujolimitado de agua y la elevada evaporación hacen que el Mediterráneo sea más salado que el océano Atlántico. La temperatura en su superficie varía de una media mínima de 10 °C en invierno en el mar Adriático a un máximo de 28–30 °C en sus márgenes sudorientales. Dentro de este margen de temperaturas no es posible cultivar algunas especies de peces de escamas ya consolidadas, como el salmón y el rodaballo (Figura 1).

En la zona sudeste, el Canal de Suez conecta el Mediterráneo con el Mar Rojo. Muchos organismos vivos que no son endémicos del ecosistema mediterráneo, han invadido la zona oriental de este mar desde la apertura del canal.

La baja concentración de fosfatos y nitratos limita la disponibilidad de alimento, y con ello la cantidad total de vida marina en el Mediterráneo. En este contexto, la sobreexplotación de los recursos marinos constituye un serio problema.

Por otro lado, sin embargo, algunas áreas, como la cuenca Corso-Liguria y el Golfo de

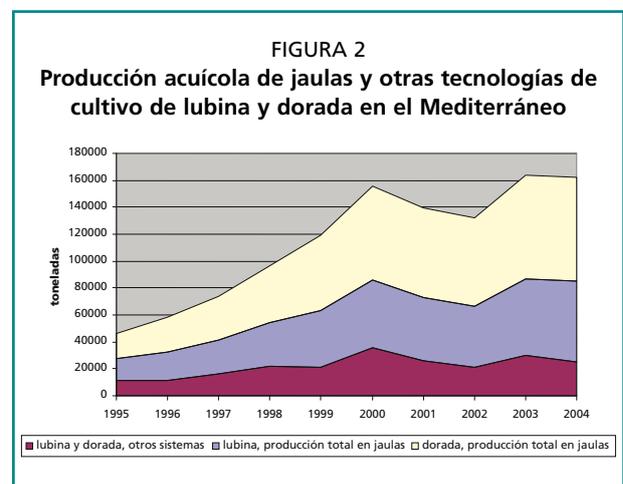
León se caracterizan por niveles más elevados de productividad primaria debido a la surgencia de nutrientes. La longitud total de las costas mediterráneas es de aproximadamente 45 000 kilómetros. Es una región densamente poblada, con numerosas y variadas actividades, entre ellas el turismo, que compite fuertemente con la industria acuícola por el espacio marino.

Los Estados que bordean el Mediterráneo son: Europa: España, Francia, Mónaco, Italia, Malta, Eslovenia, Croacia, Serbia y Montenegro, Albania, Grecia, Turquía, y Chipre; Asia: República Árabe Siria, Líbano, Israel; y en África: Egipto, Jamahiriya Árabe Libia, Túnez, Argelia y Marruecos. Desde un punto de vista político, España, Francia, Italia, Malta, Eslovenia, Chipre y Grecia son miembros de la Unión Europea (UE), y por lo tanto, aunque se tratan de países independientes, deben de actuar de acuerdo a las decisiones de la UE y a sus directivas en materia de industria acuícola.

ESPECIES CULTIVADAS

Lubina y dorada

Las especies marinas más cultivadas en el mar Mediterráneo son la lubina (*Dicentrarchus labrax*) y la dorada (*Sparus aurata*). Estas especies se producen por medio de una gran variedad de infraestructuras y técnicas acuícolas. Se cultivan tradicionalmente en lagunas, donde se capturan los alevines silvestres durante las migraciones estacionales desde los mares, y luego se crían en recintos cerrados utilizando métodos intensivos o semi-intensivos (P. ej. vallicoltura en las lagunas del Adriático septentrional). La lubina y la dorada se cultivan hoy de forma intensiva en estanques, tanques, canales y jaulas. La producción en el



Mediterráneo de ambas especies en 2004 fue de 88 500 toneladas de dorada y 73 800 toneladas de lubina (FAO/FIDI, 2006), siendo Grecia el principal productor con una producción combinada de aproximadamente 63 000 toneladas entre las dos especies.

En la actualidad, la mayor parte de la producción mediterránea proviene de jaulas. Esta cantidad se ha ido incrementando de forma progresiva durante los últimos diez años, de

34 700 toneladas en 1995 a 137 000 toneladas en 2004, con un crecimiento promedio anual del 17 por ciento (Figura 2). En 2004 la producción en jaulas combinada para ambas especies representó cerca del 85 por ciento de su producción total.

Producción de alevines pequeños

Tanto la lubina como la dorada son especies eurihalinas. La reproducción controlada de la lubina se consiguió a mediados de la década de 1970 y a principios de la de 1980 se logró con la dorada.

En el caso de la dorada, la temporada natural de desove va de diciembre a marzo y de enero a febrero para la lubina. Tras la incubación, a las fases larvales se les proporciona alimentos vivos (rotíferos y *Artemia*), y finalmente se les desteta con alimentos extruidos. Los criaderos más grandes están equipados con unidades fotoperiódicas en las que la reserva de reproductores permanece en lotes y la temperatura y la duración de la luz se controlan artificialmente simulando las condiciones del medio ambiente que son típicas durante el período natural de desove.

Se utilizan diferentes tipos de alevines para iniciar un ciclo de cultivo en jaulas, normalmente con un peso medio de 2–4 g (peces de entre 120–160 días). Los alevines representan aproximadamente el 15–20 por ciento de los costos de producción. En 2002 se produjeron cerca de 290 millones de alevines de lubina y 355 millones de alevines de dorada (Cuadro 1).

El precio medio de un alevín de dos gramos varía en función del país productor, una estimación media podría ser de unos 0,22 euros para la dorada y 0,20 euros para la lubina. En Turquía el costo de los alevines es aproximadamente un 20 por ciento menor en relación a la media.

Ciclo de producción

La producción en jaulas se inicia normalmente en primavera, y para producir un pez de tamaño de mercado de 300–400 g se tarda unos 14–16 meses en el caso de la dorada, y unos 14–18 meses para la lubina. En caso de peces de preengorde (sobre todo de doradas de 40–60 g), el objetivo es obtener peces con tamaño de mercado (300 g) antes de final del año, es decir, acortando el ciclo de producción, haciendo que el producto esté disponible en diciembre, y evitando los problemas relacionados con la siembra en invierno.

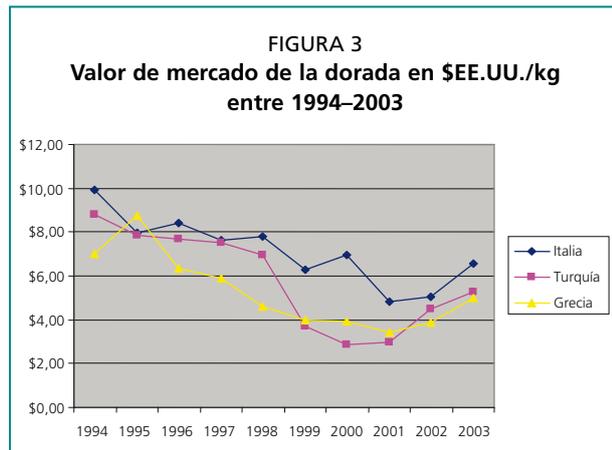
Durante todo el ciclo de producción se utilizan diversos tipos de redes, con mallas de diferente tamaño, sin nudo, cuadradas o con malla hexagonal, de entre 4 mm y 25 mm, en función del tamaño del pez. Si no se tratan con antiincrustantes, las redes se cambian habitualmente varias veces en el curso de

CUADRO 1

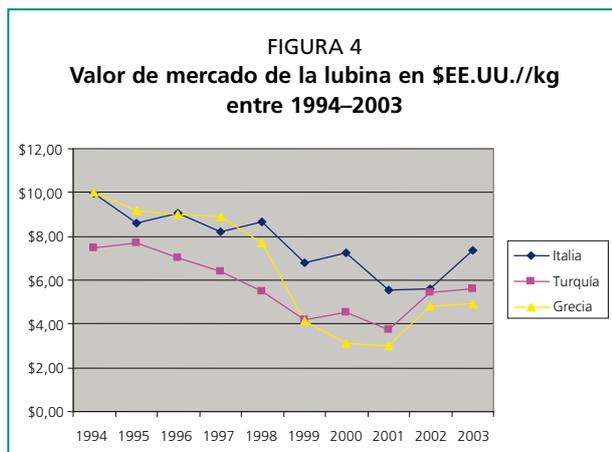
Producción de alevines, comercio y uso aparente en ciertos países mediterráneos de lubina y dorada

País	Lubina				Dorada			
	Producción (million)	Importación (million)	Exportación (million)	Uso aparente (million)	Producción (million)	Importación (million)	Exportación (million)	Uso aparente (million)
Grecia	129,0	8,6	1,2	136,4	171,0	11,4	1,6	180,8
Turquía	53,7	0,0	6,0	47,7	30,8	0,0	0,0	30,8
Italia	50,0	0,0	20,0	30,0	45,0	0,0	7,0	38,0
España	8,0	4,7	0,0	12,7	53,0	0,0	7,2	45,8
Francia	23,0	0,0	10,8	12,2	20,0	0,0	15,0	5,0
Portugal	7,0	0,2	2,0	5,2	12,0	1,8	2,0	11,8
Croacia	5,0	3,3	0,0	8,3	0,4	3,8	0,0	4,2
Chipre	4,6	0,0	2,6	2,0	15,2	0,0	9,9	5,3
Egipto	7,2	n.d.	n.d.	n.d.	7,2	n.d.	n.d.	n.d.
Túnez	4,1	n.d.	n.d.	n.d.	4,0	n.d.	n.d.	n.d.
Producción total	291,6				358,6			

Fuente: Universidad de Stirling, 2005; SIPAM, 2006



Fuente: FAO/FIDI, 2006



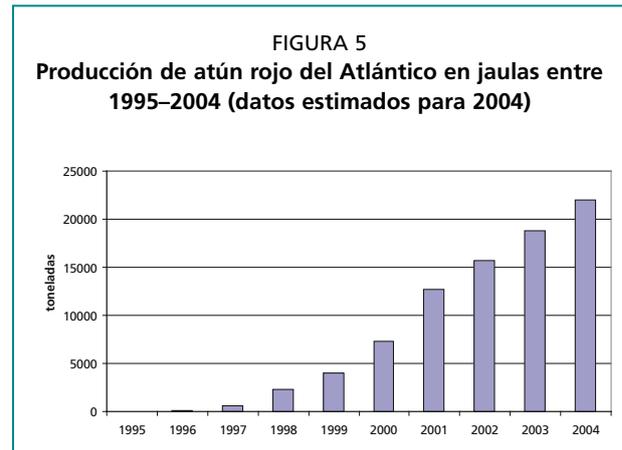
Fuente: FAO/FIDI, 2006

cada ciclo (incrementando el tamaño de la malla), y la frecuencia varía en función de las condiciones medioambientales y del tamaño de la malla de las redes. Las máquinas de lavar redes para limpiar las jaulas son ampliamente utilizadas. Los peces son recolectados habitualmente cuando alcanzan un peso medio de 300–400 g. La totalidad de la producción se vende casi por completo fresca o refrigerada en cajas de polistireno.

Mercado

Italia es el mercado más grande y el más desarrollado. Para satisfacer un consumo estimado de más de 66 000 toneladas (Universidad de Stirling, 2004) en 2002, se importaron grandes cantidades de pescado de los principales productores mediterráneos (incluyendo Grecia, Turquía y España).

El rápido e incontrolado incremento de la producción de lubina y dorada registrado durante la década de 1990 llevó a una grave crisis del mercado. En 2000–2002 los precios de mercado cayeron a valores mínimos (Figuras 2 y 3). La crisis se hizo sentir especialmente en las empresas que tenían altos costos de producción (P. ej. las



Fuente: FAO, 2006; ICCAT, 2006

pequeñas explotaciones italianas en mar abierto y las de escaso rendimiento en tierra) y en las nuevas explotaciones cuyos planes de negocio se basaban en previsiones de un valor más alto por kilogramo. Como consecuencia, varios productores acabaron en la quiebra.

La disponibilidad del producto y los precios de mercado no son estables durante el año. Su fluctuación obedece a diversos factores, como la temporada (durante e inmediatamente después del verano las explotaciones en jaulas alcanzan su máxima capacidad y hay una tendencia a reducir la biomasa almacenada en el otoño) o la demanda del mercado.

Atún rojo del Atlántico

El cultivo del Atún rojo del Atlántico (BFT) es una práctica acuícola de captura que se basa enteramente en el uso de juveniles, «semillas» silvestres. Este tipo de acuicultura está extendiéndose y se considera todavía una inversión muy rentable. La producción total registrada oficialmente en 2003 fue aproximadamente de 19 000 toneladas, y la estimada en 2004 de 22 000 toneladas³ (Figura 5).

Los bancos de atunes se capturan mediante cerqueros de abril a julio. Los peces destinados al cultivo se transfieren luego a las jaulas, que se remolcan hasta el sitio de engorde. El diámetro de las jaulas de mar abierto varía entre 30 y 90 metros y su volumen puede alcanzar hasta 230 000 m³.

El período de introducir los peces va de mayo a agosto y el tamaño inicial de éstos puede variar

³ Los datos de 2004 no están completos para todos los países productores, sólo la producción de España, Croacia, Chipre y Túnez se encuentra disponible este año (SIPAM). La cifra de 22 000 toneladas es una estimación que toma en cuenta los datos de la producción de 2003 de otros países productores de atún rojo del Atlántico.

CUADRO 2
Duración de la temporada de engorde/crecimiento del Atún rojo del Atlántico (celdas en gris)

País	Temporada de cultivo	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Croacia	04-20 meses					»							
Chipre	05-08 meses					»							
Grecia	07 meses								»				
Italia	03-06 meses					»	»						
Libia	05-06 meses						»						
Malta	04-07 meses						»						
España	06-09 meses						»	»					
Turquía	04-09 meses						»						

Símbolos »: inicio del cultivo/temporada de engorde.

Fuente: FAO/GFCM/ICCAT, 2005

desde unos pocos kilogramos (P ej. en Croacia se almacenan pequeños ejemplares de atún de entre 4 y 20 kg) a adultos de gran tamaño de hasta 300–400 kg (Cuadro 2). La temporada de cría puede variar y normalmente dura menos de un año, con excepción de Croacia, donde los piscicultores prefieren almacenar atunes pequeños, lo que conduce a un período de engorde de hasta dos años.

Para poder incrementar el peso y el contenido en grasa de los peces cultivados, el atún es alimentado con peces para cebo, se almacena congelado y es descongelado antes de su distribución. Para alimentar a los atunes se utiliza pescado de bajo valor, como caballa, sardina, arenque, calamares y otros pequeños peces pelágicos. La proporción diaria de alimento puede alcanzar hasta el 7–10 por ciento de la biomasa viva en los meses de verano. Las granjas concentran habitualmente varios cientos de toneladas de atún vivo y por lo tanto su consumo diario de peces para cebo es grande. La alimentación de los atunes es una de las cuestiones que más preocupa a la sostenibilidad ambiental de la actividad.

El período de cosecha se concentra sobre todo en los meses de otoño/invierno, cuando los atunes silvestres alcanzan su mínimo y el precio de venta es más elevado (Cuadro 3).

La producción de atún rojo del Atlántico es enviada casi enteramente al mercado japonés y, en un porcentaje muy pequeño, a Estados Unidos. Los peces se matan uno por uno mientras están todavía en las jaulas, y se envían por vía aérea frescos y refrigerados, sin branquias, eviscerados o escarchados. La producción de atún también se vende in situ, en las jaulas, a los barcos que transportan el producto por mar a los mercados. Los peces se venden finalmente en las subastas del mercado japonés de pescado, en donde los precios pueden ser muy variables, dependiendo del tipo (P. ej. fresco, congelado) y la calidad del producto, en términos de contenido en grasa, color y apariencia de la carne.

Nuevas especies

La investigación y los ensayos de «nuevas especies» se llevan a cabo continuamente para satisfacer las necesidades de diferenciación de producción y

CUADRO 3
Duración de la temporada de cosecha de atún rojo del Atlántico (celdas en gris)

País	Temporada de cosecha	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Croacia	05 meses									⇒	⓪		
Chipre	02-03 meses										⇒	⓪	
Italia	07 meses							⇒		⓪			⓪
Malta	03 meses									⇒	⓪		
España	04-05 meses								⇒			⓪	⓪
Turquía	06 meses											⇒	⓪

Símbolos ⇒: inicio de la cosecha ⓪: meses principales de cosecha

Fuente: FAO/GFCM/ICCAT, 2005

mercado debido a la aparente saturación de los mercados de la lubina y la dorada. Es necesario seguir diversos pasos para cerrar con beneficios el ciclo de producción de una nueva especie que potencialmente puede interesar a los consumidores. Entre ellos figuran la gestión de la reserva de reproductores, reproducción controlada, cultivo de larvas y destete, formulación de los piensos, receptividad del mercado etc. Una vez resueltas estas cuestiones, también es necesario considerar y resolver la cuestión de la adaptabilidad de las nuevas especies a la cría en jaulas.

El sargo picudo (*Diplodus puntazzo*) es una de las especies «nuevas» más populares en el cultivo en jaulas. Esta especie de espáridos se produce habitualmente en algunos de los grandes criaderos y se alimenta con una dieta a base de lubina y dorada. La cría se realiza en Grecia, Italia, Turquía, Chipre y varios otros países, pero siempre en cantidades reducidas con respecto a la dorada y la lubina. Las altas densidades de cultivo parecen ser la causa de las constantes infecciones parasitarias en las jaulas. La aparición en Grecia de brotes de *Enteromyxum leei* y la consecuente mortalidad de los peces en las jaulas ha llevado a una reducción de la producción por parte de los piscicultores.

Otras variedades de espáridos, como el dentón común (*Dentex dentex*), pargo (*Pagrus pagrus*) y algunas variedades híbridas de espáridos se utilizan también para la cría, pero habitualmente de forma experimental para comprobar su productividad en jaulas y la respuesta del mercado. Una especie interesante con gran potencial es la corvina (*Argyrosomus regius*). En pocos años la producción de estas especies se ha incrementado

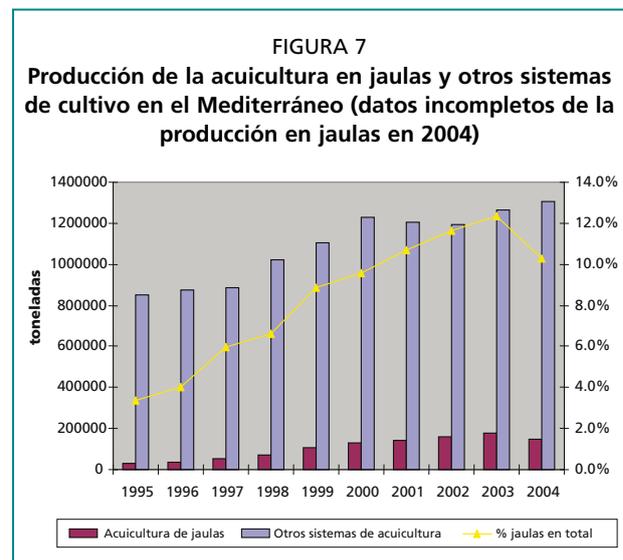
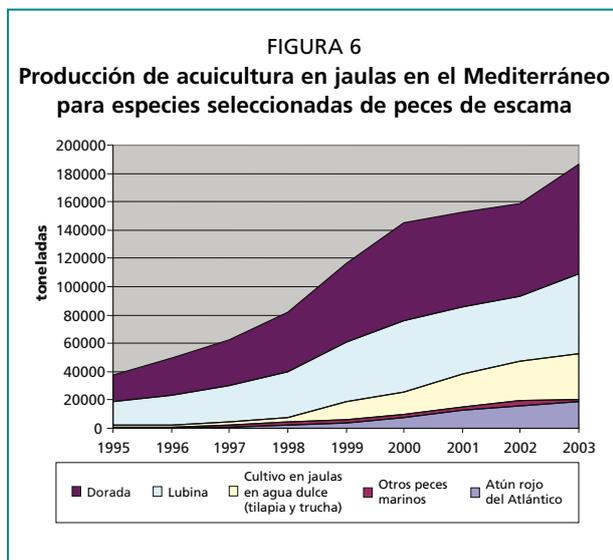
considerablemente, en particular en Francia, pero también con cierto alcance en Italia, España y Marruecos. Los criaderos comerciales existentes se encuentran en posición de reproducir estas especies en cantidades masivas, y la respuesta a la cría en jaulas ha dado excelentes resultados. Además, la corvina se alimenta de los mismos alimentos que la dorada y la lubina, y tiene también una alta tasa de crecimiento específico, pues puede engordar más de un kilogramo en un año. No se han registrado brotes patológicos de importancia, incluso con altas densidades de cultivo.

El principal obstáculo lo representa todavía el mercado, que en la actualidad demanda las especies tradicionales, y actúa con cierta desconfianza hacia las especies nuevas.

ACUICULTURA EN JAULAS EN EL MEDITERRÁNEO

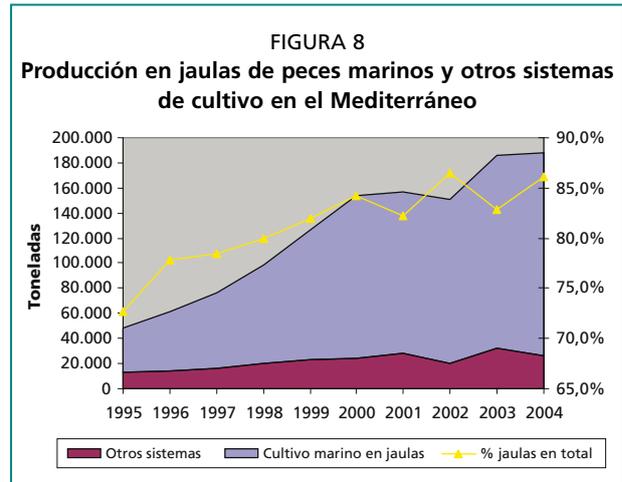
Panorama de la producción

La acuicultura en jaulas en el Mediterráneo se expandió de forma significativa a principios de la década de 1980, tras el éxito del cultivo en jaulas del salmón y la introducción y adaptación de las tecnologías de cría y los conocimientos de Noruega y el Reino Unido (Escocia). El éxito de la reproducción controlada de la lubina (*Dicentrarchus labrax*) y la dorada (*Sparus aurata*) le dio un empuje a esta industria que dio por resultado una producción masiva y la disponibilidad de alevines pequeños. La cría y engorde del atún rojo del Atlántico comenzó a mediados de la década de 1980 en la región de Andalucía, en España. A finales de la década de 1990 el sector se expandió enormemente, alcanzado una producción estimada



de cerca de 18 000 toneladas en 2003, con varios países mediterráneos involucrados en el sector.

La cantidad de peces obtenidos de la cría en jaulas en el Mediterráneo ha aumentado durante la última década, pasando de unas 37 300 toneladas en 1995 a casi 187 000 toneladas en 2003 (Figura 6). El porcentaje de la producción de peces en jaulas respecto a la producción acuícola total del Mediterráneo (estimada en cerca de 1,44 millones de toneladas en 2003) subió del 4,2 por ciento en 1995 a cerca del 13 por ciento en 2003 (Figura 7). Durante la última década, el cultivo de peces marinos de escama alcanzó una posición predominante en el sector. Las tendencias de producción demuestran claramente el éxito y la expansión de esta tecnología en el mar Mediterráneo (Figura 8). La producción subió de aproximadamente 35 000 toneladas en 1995 a 182 000 toneladas en 2004, con un crecimiento promedio anual de 25 por ciento. El porcentaje respecto a la producción total de peces marinos de escamas pasó del 71 por ciento en 1996 al 86 por ciento en 2004.



La acuicultura en jaulas en agua dulce se ha desarrollado principalmente en Egipto, en donde la tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*) y la carpa plateada (*Hypophthalmichthys molitrix*) se producen en jaulas situadas en los brazos del Delta del Nilo. La producción en jaulas de estas

CUADRO 4

Producción acuícola de agua dulce en 2004 (en toneladas). Producción de especies por países, participación en el total de la acuicultura en agua dulce

	Egipto	Chipre	Italia	Serbia y Montenegro	República Árabe Siria	TOTAL
Tilapia del Nilo y carpa plateada	32 062 ^a	--	--	--	--	32 062
Carpa común	--	--	--	400	1 080	1 480
Trucha arcoiris	--	11	50	40	--	101
Producción total en jaulas en agua dulce en 2004						33 643
Producción total en agua dulce en el Mediterráneo en 2004						272 166
% de la producción en jaulas sobre el total						12,4%

^a No están disponibles los datos de la producción de Egipto en 2004, los que se indican aquí corresponden a 2003.

Fuente: FAO/NASO, 2006; FAO/FIDI, 2006

CUADRO 5

Acuicultura en jaulas en España en 2004 – Numero de granjas y cantidades ordenadas por provincia

Provincia administrativa	Número de granjas de dorada y lubina	Dorada (toneladas)	Lubina (toneladas)	Numero de granjas de atún	Atún rojo del Atlántico (toneladas)	Producción total (toneladas)
Andalucía	8	1 218	1 015	2	13	2 248
Baleares	1	52	3			55
Canarias	25	1 319	690			2 009
Cataluña	7	0	417	1	52	470
Levante (Valencia)	14	3 913	375			4 289
Murcia	7	1 561	750	11	3 620,8	5 933
TOTAL	62	8 063	3 253	14	3 687	15 004

Fuente: FAO/NASO, 2006; ICCAT, 2006; Skretting, com. pers.; Biomar, com. pers.

CUADRO 6

Producción en jaulas en España desde 1995 a 2004 separada por especies, total de la producción acuícola y porcentaje de las jaulas en la producción total

Cantidades (toneladas)	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Atún rojo del Atlántico	n.d.	77	173	1 879	3 347	3 682	4 447	4 751	3 687	6 423
Lubina	361	583	434	856	1 147	1 757	1 646	2 625	3 253	3 329
Dorada	1 624	2 418	2 569	3 533	5 000	8 042	4 728	7 607	8 063	9 669
Gran Total	1 986	3 079	3 179	6 268	9 494	13 481	10 821	14 983	15 003	19 421
Producción total acuícola	223 965	231 633	239 136	315 477	321 145	312 171	312 647	322 714	313 288	363 181
% jaulas	0,9%	1,3%	1,3%	2,0%	3,0%	4,3%	3,5%	4,6%	4,8%	5,3%

Fuente: SIPAM, 2006; FAO/GFCM/ICCAT, 2005; FAO/FIDI, 2006

CUADRO 7

Valores totales de la acuicultura y la producción en jaulas en España entre 1995–2004

Valor (\$EE.UU. 1 000)	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Acuicultura total	250 015	250 131	247 943	307 611	344 357	377 800	392 112	374 696	361 547	431 990
Total de jaulas	19 280	27 404	25 994	61 422	91 675	119 379	107 418	128 988	118 391	167 993
% jaulas	7,7%	11,0%	10,5%	20,0%	26,6%	31,6%	27,4%	34,4%	32,7%	38,9%

Fuente: SIPAM, 2006; FAO/FIDI, 2006

especies se incrementó fuertemente durante la última década, pasando de 1 977 toneladas en 1995 a 32 062 toneladas en 2003.

La trucha arcoiris (*Oncorhynchus mykiss*) y la carpa común (*Cyprinus carpio*) también se crían en forma marginal en jaulas en agua dulce en estanques o embalses en Italia, Turquía, Chipre y la República Árabe Siria. El Cuadro 4 proporciona datos sobre la producción en jaulas en agua dulce, y su porcentaje comparado con el total de la producción de la acuicultura en agua dulce.

PANORAMA DE LA PRODUCCIÓN EN JAULAS A NIVEL NACIONAL

España

El cultivo en jaulas se practica ampliamente a lo largo de la costa mediterránea española y en aguas de las islas Canarias. Debido a la falta de sitios protegidos adecuados, la acuicultura en jaulas se desarrolla sobre todo en alta mar. Los volúmenes han aumentado casi diez veces en el período 1995–2004. La acuicultura en jaulas comenzó a mediados de la década de 1980 utilizando lubinas y doradas principalmente. El engorde del atún rojo del Atlántico comenzó en 1985 en las costas de la región de Andalucía, y en 1997 en la región de Murcia. España fue el primer país en el Mediterráneo que inició el cultivo de estas especies pelágicas de gran tamaño (FAO/GFCM/CICAA, 2005). La acuicultura en jaulas se practica actualmente en todas las provincias mediterráneas y en las islas Canarias (océano Atlántico). El

Cuadro 5 muestra la producción española en jaulas por provincia en 2003.

Después de Egipto, España es el segundo país en el Mediterráneo en cuanto a los niveles de producción acuícola. En 2004 el total de la producción se estimaba en más de 363 000 toneladas, de las cuales el 93 por ciento proceden del medio ambiente marino. Esta cifra incluye 294 000 toneladas de mejillón común (*Mytilus edulis*), producido en su mayor parte en las costas de Galicia.

En 2004, la cuota de producción en jaulas, que se incrementó progresivamente durante la última década, era aproximadamente del 5,3 por ciento comparada con la producción total de la industria acuícola española (Cuadro 6). Es necesario señalar, sin embargo, que la cantidad de lubinas y doradas cultivadas en jaulas en el mismo año representa cerca del 70 por ciento de la producción nacional para estas dos especies.

La contribución económica de la acuicultura en jaulas se presenta en el Cuadro 7. Durante la última década el valor de los peces de escama producidos en jaulas se incrementó con fuerza y ganó una parte considerable en la industria. Esto se debe sobre todo a la industria del atún rojo del Atlántico, que alcanzó una cuota del 22 por ciento del total del valor del sector acuícola en 2004.

España es el país líder en el Mediterráneo en lo que respecta a la acuicultura del atún rojo del Atlántico, con una producción total de 6 423 toneladas en 2004. Existen en la actualidad

CUADRO 8

Granjas de jaulas en Francia – ubicación de los sitios de producción y especies criadas más comunes

Nombre de la compañía	Ubicación	Especies criadas
Cannes Aquaculture	Provence	lubina, dorada y corvina
Poissons du soleil	Provence	lubina y dorada
Marée Phocéenne	Provence	lubina y dorada
Lou Loubas	Provence	lubina y dorada
Provence Aquaculture	Provence	lubina y dorada
Cachalot SCEA	Provence	lubina y dorada
Aquapeche	Provence	lubina
Cannes Aquaculture	Córcega	lubina, dorada y corvina
Gloria Maris	Córcega	lubina y corvina
Campomoro	Córcega	lubina
Santa Manza	Córcega	lubina

Fuente: Biomar, com. pers.

14 granjas, de las cuales 11 se encuentran frente a las costas de Murcia. Estas poderosas especies pelágicas se cultivan principalmente en jaulas grandes de polietileno de alta densidad (PEAD).

La mayor parte de la producción se vende en el mercado japonés (>96 por ciento), aproximadamente el 60 por ciento congelado y el resto fresco. Por otro lado, la producción de lubina y dorada la absorbe fundamentalmente el mercado nacional⁴ con un pequeño porcentaje que se exporta hacia Portugal, que recibe cerca del 70 por ciento del total de las exportaciones. La parte restante se exporta a Italia y Francia.

Los criaderos españoles cubren la demanda nacional total de alevines pequeños de dorada, pero sólo el 60 por ciento de la de lubina. En 2002 la producción estimada de alevines pequeños de dorada ascendió a 53 millones, de los cuales se exportaron 7,2 millones. En el mismo año se produjeron 8 millones de alevines pequeños de lubina y se importaron otros 4,7 millones⁵.

Las granjas españolas de peces en jaulas de red se encuentran situadas en lugares de mar semi abierto y en mar abierto. Para criar lubinas y doradas se utiliza principalmente jaulas flotantes circulares hechas con tubos de PEAD, y su diámetro varía entre 15 y 25 metros. Se está llevando a cabo algunas pruebas con jaulas que tienen hasta 50 metros

de diámetro. Estas jaulas pueden albergar hasta 800 000 alevines cada una.

También están en uso cuatro plataformas flotantes de hierro producidas por *Marina System Iberica*, que son grandes estructuras con un diámetro total de alrededor de 60 metros y equipadas con 8–9 jaulas.

Se encuentran amarradas cerca de Tarragona (1 unidad), Cádiz (1 unidad) y las otras dos frente a la costa de Barcelona.

Francia

Francia es uno de los países europeos líderes en cuestión de producción acuícola (cerca de 244 000 toneladas en 2004). El sector está dominado por el ostión del Pacífico (*Crassostea gigas*) con aproximadamente 114 000 toneladas, el mejillón azul (*Mytilus edulis*) con 55 600 toneladas y la trucha arcoiris de agua dulce (*Oncorhynchus mykiss*) con aproximadamente 35 300 toneladas. La acuicultura en jaulas representa todavía un sector nicho en la industria, ya que se ha desarrollado a un ritmo más lento comparado con el de otros países mediterráneos vecinos.

La acuicultura en jaulas comenzó en Francia en 1988 con granjas de lubinas y doradas situadas principalmente a lo largo de su costa mediterránea occidental y Córcega. Los principales sitios de cultivo en el Mediterráneo se encuentran en Provenza, que suministra el 65 por ciento de la producción del país. El resto se produce en Córcega (Cuadro 8).

Las principales especies que se cultivan son la lubina y la dorada. En 2004 la producción fue de 2 290 toneladas, lo que representa el 47 por ciento de la producción total (4 817 toneladas) de estas dos especies (Cuadro 9).

⁴ Entre 1998–2002 las importaciones de lubina aumentaron casi diez veces, desde 1 175 a 11 058 toneladas con un balance comercial negativo (2 980 toneladas en 2002). En el caso de la dorada, se importaron 9 466 toneladas y se exportaron 866 en 2002).

⁵ En este documento, los datos de producción de alevines pequeños hacen referencia a la producción completa, es decir, incluyendo los alevines pequeños utilizados en granjas situadas en tierra.

CUADRO 9

Producción de jaulas en Francia entre 1995-2004 por especies, producción acuícola total y porcentaje de las jaulas en la producción total

Cantidades (toneladas)	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Corvina	0	0	0	0	30	101	200	275	345	385
Lubina	1 440	1 224	1 135	1 300	1 625	1 100	950	1 080	1 190	1 190
Dorada	470	500	597	750	600	1 040	1 340	980	1 140	1 300
Trucha arcoiris	424	375	n.d.	200	279	160	114	190	150	150
Total en jaulas	2 334	2 099	1 732	2 250	2 534	2 401	2 604	2 525	2 825	3 025
Total de acuicultura	280 786	285 526	287 243	267 850	264 857	266 802	251 655	252 008	239 851	243 907
% jaulas	0,8%	0,7%	0,6%	0,8%	1,0%	0,9%	1,0%	1,0%	1,2%	1,2%

Fuente: SIPAM, 2006; FAO/FIDI, 2006

CUADRO 10

Valores totales de la acuicultura y del cultivo en jaulas en Francia entre 1995-2004

Valor (\$ EE.UU.1 000)	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Acuicultura total	663 176	600 133	626 884	560 326	487 921	425 054	453 763	501 051	580 424	655 123
Total de jaulas	21 036	18 698	15 246	17 000	17 573	14 223	13 233	13 286	17 988	24 237
% jaulas	3,2%	3,1%	2,4%	3,0%	3,6%	3,3%	2,9%	2,7%	3,1%	3,7%

Fuente: SIPAM, 2006; FAO/FIDI, 2006

Conviene destacar que el incremento de la producción de la corvina (*Argyrosomus regius*) en numerosas granjas mediterráneas. Además de éstas, existen dos operaciones con jaulas situadas en la costa atlántica, dedicadas a la cría de la trucha arcoiris. El porcentaje de producción en jaulas dentro de la producción acuícola total ha fluctuado de un 0,8 por ciento en 1995 a un 1,2 por ciento en 2004.

La participación en el valor de la producción en jaulas comparado con el valor total de la acuicultura, permaneció más bien estable durante la última década. En 2001 y 2002 se observó una tendencia negativa (además del valor obtenido en 1997, que excluye la producción de truchas), debido a la caída del precio de mercado de la lubina y la dorada, que resultó en una disminución de los ingresos (Cuadro 10).

La mayor parte de la producción se vende en el mercado nacional. Francia es también un exportador neto de alevines de peces de escama. En 2002 se produjeron aproximadamente 43 millones de alevines pequeños de lubina y dorada, de los cuales se exportaron cerca de 26 millones. Las granjas de jaulas en Francia se encuentran situadas habitualmente en lugares protegidos y son generalmente del tipo cuadrado flotante (con unidades Jet Float o jaulas con marcos de madera). Se utilizan algunas jaulas circulares realizadas de PEAD.

Italia

La primera experiencia comercial de cultivo intensivo en jaulas en Italia se remonta a finales de la década de 1980 y principio de la de 1990. En 1989 la compañía *Sicily Fish Farm* comenzó su actividad de cultivo en jaulas en mar abierto frente a la localidad de Sciacca, en Sicilia meridional. Un año después, una nueva compañía (*Spezzina Acquacoltura*) comenzó con una granja marina en las cercanías del puerto de Génova. En 1991 *Aqua Azzurra*, una sociedad que estaba operando un criadero de peces y una granja de cría en tierra, comenzó con una operación de jaulas frente a las costas de Pachino, en el sur de Sicilia.

En 2004, una encuesta sobre la acuicultura realizada por las autoridades italianas mostró que se habían registrado 50 empresas de cultivo marino en jaulas⁶ junto a otras seis compañías con jaulas en zonas salobres⁷ y cuatro con jaulas en agua dulce (Cuadro 11).

Las granjas marinas de jaulas en Italia están situadas en su mayoría en las regiones meridionales

⁶ La encuesta incluye compañías que tienen licencia pero que no operan en la actualidad.

⁷ Estas compañías tienen jaulas pequeñas o pequeños recintos con red en donde se concentran los alevines silvestres capturados en los «lavorieri», algunos de ellos en fase de preengorde antes de soltarlos en la laguna, en donde se crían extensivamente.

CUADRO 11
Número de granjas con jaulas en Italia en 2004 dividido por tipo de ambiente y provincia

Regiones administrativas	Numero de granjas de jaulas marinas	Numero de granjas de jaulas en agua salobre	Numero de granjas de jaulas en agua dulce
Calabria	9	-	-
Campania	2	-	-
Friuli-Venezia Giulia	1	-	-
Lazio	3	-	-
Liguria	3	-	-
Lombardia	-	-	3
Puglia	6	-	-
Cerdeña	8	4	1
Sicilia	15	-	-
Toscana	2	1	-
Véneto	1	1	-
Total	50	6	4

Fuente: Ministerio de Agricultura de Italia, 2005

CUADRO 12
Producción en jaulas en Italia entre 1995 y 2003 clasificada por especies, producción acuícola total y aporte en la producción total de jaulas

Cantidades (toneladas)	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Atún rojo del Atlántico	0	0	0	0	0	0	800	1 800	1 700
Dorada	330	550	700	1 350	1 500	1 850	2 600	2 850	2 950
Lubina	850	1 150	1 200	1 600	1 650	1 600	1 800	2 000	2 100
Total en jaulas	1 180	1 700	1 900	2 950	3 150	3 450	5 200	6 650	6 750
Producción acuícola total	214 725	189 373	195 719	208 625	210 368	216 525	219 069	185 762	193 362
% jaulas	0,5%	0,9%	1,0%	1,4%	1,5%	1,6%	2,4%	3,6%	3,5%

Fuente: FAO/GFCM/ICCAT, 2005; API, com. pers.; FAO/FIDI, 2006

(P. ej. Campania, Apulia, Calabria, Sicilia y Cerdeña), en donde operan cerca del 80 por ciento de las compañías registradas. Este ha sido el resultado del criterio de distribución del programa de subsidios (nacional y de la UE) que destina los fondos de inversión a las áreas deprimidas del país principalmente.

Existen cuatro granjas de jaulas en agua dulce que producen trucha arcoiris. Tres de estas granjas están situadas en Lombardia y utilizan antiguas canteras de mármol abandonadas, mientras que otra, en Cerdeña, cuenta con jaulas situadas en un embalse artificial. Su producción anual combinada es de menos de 50 toneladas en la actualidad.

Las especies cultivadas más importantes son la lubina y la dorada. Se han establecido recientemente, un cierto número de granjas de engorde de atún rojo del Atlántico, en especial en Italia meridional. Ocasionalmente, algunas de estas granjas cultivan una variedad de «especies nuevas» (sobre todo espáridos), pero se estima que su producción no

alcanza el 1 por ciento del total de la producción en jaulas.

En 2003 (los datos de 2004 no estaban disponibles) el total de producción en jaulas de lubina y dorada se ha estimado en aproximadamente 5 050 toneladas (*Associazione Produttori Italiani* - API, com. pers.). Además, se produjeron 1 700 toneladas de atún rojo del Atlántico (Cuadro 12). La producción en jaulas en 2003 (6 750 toneladas) representó el 3,5 por ciento del total de la producción acuícola italiana⁸ que está dominada por el mejillón, trucha arcoiris y almejas. El porcentaje de la producción en jaulas ha venido incrementándose de forma sostenida desde 1995, a pesar de que existe un cierto número de factores que limitan su crecimiento (sobre todo los conflictos por el uso del litoral y la disponibilidad

⁸ La lubina y dorada no sólo se cultivan en jaulas, sino también en instalaciones interiores. El total oficial de la producción nacional de estas especies fue de 18 000 toneladas en 2003, y la cuota de jaulas puede estimarse en alrededor del 28 por ciento.

CUADRO 13

Valores totales de la acuicultura y de la producción en jaulas en Italia entre 1995 y 2003 (no se encuentran disponibles los valores del atún rojo del Atlántico)

Valor (\$EE.UU. 1 000)	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Acuicultura total (excl. atún)	419 288	394 937	397 984	449 366	365 101	455 774	415 318	337 107	519 419
Total de jaulas (excl. atún)	9 941	15 066	15 229	24 322	20 618	24 510	22 563	25 708	34 796
% jaulas	2,4%	3,8%	3,8%	5,4%	5,6%	5,4%	5,4%	7,6%	6,7%

Fuente: FAO/GFCM/ICCAT, 2005; API, com. pers.; FAO/FIDI, 2006

CUADRO 14

Granjas de jaulas activas en Malta, especies criadas y capacidad de producción estimada en 2003

Compañía	Especies	Capacidad de producción (toneladas)
Pisciculture marine de Malte	Lubina y dorada	1 100
Fish and Fish Ltd	Lubina y dorada	300
Malta Fish Farming Ltd	Lubina y dorada	150
ADJ Tuna Ltd (Sikka I-badja)	Atún rojo del Atlántico	1 500
Melita Tuna Ltd	Atún rojo del Atlántico	1 500
Malta Tuna trading Ltd	Atún rojo del Atlántico	1 200
ADJ Tuna Ltd (Comino Channel)	Atún rojo del Atlántico	800

Fuente: FAO/NASO, 2006

limitada de emplazamientos protegidos). Entre 1995 y 2003 el porcentaje de la producción en jaulas sobre el total del valor de la acuicultura (excluyendo el atún rojo del Atlántico) se incrementó del 2,4 al 6,7 por ciento (Cuadro 13).

Existen en Italia dos criaderos importantes en operación (Valle Ca' Zuliani en la región del Veneto y Panittica Pugliese en Apulia) que producen aproximadamente el 65 por ciento del suministro nacional de alevines. En 2002 se produjeron casi 95 millones de alevines, de los cuales 50 millones fueron de lubinas. En la actualidad, la producción de alevines supera la demanda interna. En 2002 se exportaron cerca de 5 y 20 millones de lubinas y doradas respectivamente.

La costa italiana posee un número limitado de sitios protegidos, y ello representa una restricción para la expansión del sector. Además, el turismo (un sector económico de gran importancia) compite a menudo por la utilización de los recursos marinos y costeros. Aproximadamente el 60 por ciento de las jaulas marinas se encuentran situadas en sitios en mar semiabierto o en mar abierto, lo que implica costos de producción más altos y la adopción de diferentes soluciones tecnológicas en referencia a los modelos de jaulas y sistemas de amarre. Comparada con otros países en el Mediterráneo, Italia opera un gran número de jaulas diseñadas especialmente para el mar abierto (P.ej.: el tipo REFA de cables de tensión, jaulas de acero Sadco Shelf, Farmocean y diversos modelos sumergibles).

La producción de lubina y dorada se canaliza casi en su totalidad hacia el mercado nacional. Italia es el mercado más importante en Europa y el Mediterráneo para estas dos especies de peces.

En 2004 la lista CICAA de granjas autorizadas para el cultivo de atún rojo del Atlántico individualizó a seis compañías italianas. Éstas, se sitúan en el sur de Italia, es decir, tres en Sicilia, dos en Calabria y una en Campania. En 2003 la cosecha de atún rojo del Atlántico se estimó en aproximadamente 1 700 toneladas.

Malta

En Malta la producción acuícola se desarrolla en su totalidad en jaulas marinas. La acuicultura en jaulas se inició a principios de los años 1990, comenzando con la lubina y la dorada. Recientemente, varias sociedades maltesas han comenzado a interesarse en la actividad lucrativa del engorde del atún rojo del Atlántico⁹. En 2003 había seis compañías en operación, tres de ellas produciendo lubina y dorada y tres dedicadas al engorde del atún. La capacidad de producción nacional estimada es de 1 550 toneladas de lubina/dorada y 5 000 toneladas de atún rojo del Atlántico (Cuadro 14).

La producción de lubina y dorada alcanzó su máximo en 1999, con cerca de 2 000 toneladas.

⁹ Se han otorgado licencias a nuevos sitios para el engorde de atún recientemente. También se utilizan los sitios en donde se cultivan la lubina y la dorada.

CUADRO 15
Producción en jaulas en Malta entre 1995–2004 clasificada por especies

Cantidades (toneladas)	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Atún rojo del Atlántico	0	0	0	0	0	330	1 108	1 855	3 550	n.d.
Lubina	500	396	300	80	80	234	206	53	98	131
Dorada	800	1 156	1 500	1 870	1 922	1 512	1 091	1 122	835	782
Gran Total	1 300	1 552	1 800	1 950	2 002	2 076	2 405	3 030	4 483	913

Fuente: SIPAM, 2006; FAO/NASO, 2006

Después, la tendencia negativa de la producción de estas dos especies se ha visto compensada por el crecimiento de la industria del atún. En 2003 el total de la producción en jaulas se estimaba en 4 500 toneladas. Los valores de la producción de 2003 de lubina y dorada brindados por el Ministerio de Agricultura fueron de aproximadamente 7 millones de dólares EE.UU y 65 millones para el atún rojo del Atlántico.

No existen criaderos comerciales en la isla, y todos los alevines son importados. En 2004 Francia suministró cerca de 1,9 millones de alevines, pero también España e Italia. La lubina y la dorada con tamaño de mercado se exportan en su mayor parte a Italia, mientras que el atún rojo del Atlántico se destina casi en su totalidad al mercado japonés, ya sea enfriado o congelado.

La acuicultura en jaulas emplea a alrededor de 300 personas. En el sector de la lubina y la dorada, se cuenta con 70 empleados a tiempo completo. El cultivo del atún emplea a 130 trabajadores a tiempo completo y 100 a tiempo parcial.

Malta utiliza jaulas flotantes de diferentes modelos, materiales y dimensiones. El engorde de lubina y dorada se realiza en jaulas de caucho tipo Dunlop y Corelsa PEAD con un diámetro de entre 18 y 22 metros. El preengorde se realiza en jaulas cuadradas de 5 x 5 metros (Jet-Float) o jaulas Floatex de PEAD. La industria del atún rojo utiliza jaulas de PEAD de mayor tamaño, con un diámetro de 50–60 metros. (en 2003 se instalaron dos jaulas de 90 metros de diámetro) y que se amarran habitualmente en aguas profundas (60 metros) a una profundidad de 30 metros.

Eslovenia

La costa de Eslovenia tiene aproximadamente 30 kilómetros de longitud y existen sólo dos compañías dedicadas al cultivo marino en jaulas en la bahía de Piran. En 2004, existían 40 jaulas (con un volumen de cría de cerca de 17 000 m³) en operación, produciendo lubina y dorada. El total de la producción oficial en 2004 fue de aproximadamente

78 toneladas de lubina y 31 toneladas de dorada (FAO/FIDI, 2006). La producción en jaulas fue responsable del 40 por ciento de la producción marina, un 5,9 por ciento de la producción acuícola total. En términos de valor comercial, el porcentaje del valor de la producción en jaulas fue de alrededor el 20 por ciento del valor total de la acuicultura. Todos los alevines de lubina y dorada se importan de Francia, España e Italia. Las jaulas utilizadas son de tipo flotante, rectangulares (8 x 5 m) o circulares con distintos diámetros (8, 12 y 16 metros).

Croacia

La acuicultura de peces marinos de escamas en Croacia se desarrolla enteramente en jaulas flotantes. La primera experiencia de cultivo intensivo se remonta a 1980. La costa croata cuenta con numerosos sitios protegidos para esta actividad y ello ha favorecido e impulsado, particularmente en los últimos años, el desarrollo del cultivo en jaulas. Sin embargo, ha existido una tendencia de cambiar los sitios de las granjas de aguas costeras a mar semiabierto usando instalaciones más sofisticadas y avanzadas y tecnologías de jaulas.

Como se indica en el Cuadro 16, la producción de la acuicultura en jaulas se incrementó enormemente (más de 20 veces) con un crecimiento promedio anual del 56,4 por ciento. El porcentaje de acuicultura en jaulas en relación con el total de la producción acuícola creció de un 8,4 por ciento en 1995 a un 53,7 por ciento en 1994.

El valor comercial de la producción en jaulas comparado con el total del sector acuícola indica claramente la importancia del sector del cultivo en jaulas, incluso si los datos disponibles no incluyen los ingresos del sector del atún rojo del Atlántico (Cuadro 17)

Si se asume un valor de 15 dólares EE.UU/kg para el atún producido en 2004 (igual que el señalado por España FAO/FIDI, 2006), el porcentaje del valor de la producción en jaulas se habría incrementado un 87,7 por ciento, lo que indica la importancia del cultivo en jaulas dentro del sector acuícola croata.

CUADRO 16

Producción en jaulas en Croacia entre 1995 y 2004, ordenada por especies, producción acuícola total y aporte de las jaulas en la producción total

Cantidades (toneladas)	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Atún rojo del Atlántico	0	0	390	400	672	1 200	2 500	3 971	4 679	3 777
Lubina	247	172	394	1 152	1 300	1 300	1 520	1 800	1 813	3 000
Dorada	90	80	40	595	450	800	940	700	610	700
Total en jaulas	337	252	824	2 147	2 422	3 300	4 960	6 471	7 102	7 477
Total de acuicultura	4 007	2 889	3 900	6 358	6 900	7 874	12 666	12 387	12 284	13 924
% jaulas	8,4%	8,7%	21,1%	33,8%	35,1%	41,9%	39,2%	52,2%	57,8%	53,7%

Fuente: FAO/FIDI, 2006; FAO/NASO, 2006

CUADRO 17

Valores totales de la acuicultura y del cultivo en jaulas en Croacia entre 1995 y 2004 (no están disponibles los valores del atún rojo del Atlántico)

Valor (1 000 \$EE.UU.)	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Acuicultura total (excl. atún rojo)	12 472	8 963	11 303	23 037	23 481	26 488	32 597	29 245	24 096	33 295
Total de jaulas (excl. atún rojo)	3 280	2 440	3 902	13 976	14 000	16 800	18 450	18 750	14 538	22 200
% jaulas	26,3%	27,2%	34,5%	60,7%	59,6%	63,4%	56,6%	64,1%	60,3%	66,7%

Fuente: FAO/FIDI, 2006; FAO/NASO, 2006

Croacia cuenta con una reducida producción de alevines. De las dos especies marinas, se estima que en 2002 el país produjo 5 y 0,4 millones respectivamente de alevines de lubina y dorada, e importó a su vez 3,3 millones de los primeros y 3,8 millones de los segundos. El suministro nacional sólo cubre cerca del 40 por ciento del total de la demanda de alevines pequeños.

El engorde del atún rojo del Atlántico comenzó en 1996 y para 2002 ya existían 10 granjas plenamente operativas en las provincias de Zadar, Sibenik y Split, con un total de 65 jaulas flotantes. En Croacia, las granjas dedicadas a la cría del atún rojo del Atlántico utilizan ejemplares relativamente pequeños de alevines capturados en mayo y junio, cuando pesan sólo unos pocos kilogramos. El período de engorde puede durar hasta dos o tres

años hasta alcanzar el tamaño comercial. En 2003, la exportación de atún fue responsable del más del 74 por ciento del total de las exportaciones de pescado.

En la década de 1980, las jaulas utilizadas para el cultivo de lubina y dorada estaban hechas localmente con un marco de madera completado con flotadores y redes. Aunque algunos piscicultores utilizan todavía este tipo de jaulas en lugares protegidos, la mayoría de los operadores tienden hoy en día a utilizar jaulas flotantes circulares o cuadradas de PEAD.

Serbia y Montenegro

La acuicultura en jaulas en Serbia y Montenegro está dominada por la producción en agua dulce de la carpa común y la trucha arcoiris (Cuadro 18).

CUADRO 18

Especies cultivadas, número de granjas y producción en Serbia y Montenegro en 2004 ordenadas por lugar

Lugar	Especies	Numero de granjas	Producción (toneladas/año)
Serbia	Carpa común	18	400
Serbia	Trucha arcoiris	1	30
Montenegro	Trucha arcoiris	1	10
Montenegro (Mar Adriático)	Lubina y dorada	1	20
Montenegro (Mar Adriático)	Mejillón	no disponible	40
Producción total en jaulas			500

Fuente: FAO/NASO, 2006

La acuicultura en jaulas en agua dulce de estas especies se lleva a cabo principalmente en Serbia. Existen en la actualidad 20 granjas activas, la mitad de las cuales producen menos de 10 toneladas anuales. La producción total anual en jaulas de la región es de 440 toneladas. Aproximadamente el 90 por ciento de la producción es de carpa. Las otras dos granjas de truchas en jaulas se encuentran en lagos y el máximo de densidad de cultivo de peces es de alrededor 15 kg/m³. Las granjas de carpas en jaulas se encuentran sobre todo a lo largo de ríos, canales y cuerpos de agua artificiales. La densidad de cultivo de peces varía de 20 a 60 kg/m³.

La costa de Serbia y Montenegro en el mar Adriático tiene sólo unos pocos kilómetros de ancho. En 1998 se estableció una granja de jaulas de lubina y dorada en Ljuta (Bahía de Kotor). Hasta la fecha, la producción anual de peces marinos de escama es de aproximadamente 20 toneladas. Además, en la bahía de Boka Kotorska existen varias jaulas pequeñas donde se producen mejillones (el total de la producción anual es de cerca de 40 toneladas).

Según la Descripción Nacional del Sector de la Acuicultura de la FAO¹⁰ para Serbia y Montenegro, el total de la producción de peces con tamaño de mercado fue de 7 951 toneladas en 2004, con un valor aproximado de 1,4 millones de dólares EE.UU. El porcentaje de la acuicultura en jaulas es aproximadamente del 6,3 por ciento en términos de producción (500 toneladas) y del 7,2 por ciento en términos de valor.

Albania

En Albania la acuicultura en jaulas se realiza exclusivamente a lo largo de la costa de mar Jónico. Tanto la lubina como la dorada se cultivan en jaulas flotantes. La producción en jaulas de peces marinos con escamas comenzó al principio de la presente década, con una producción en 2001 de unas 20 toneladas. En 2004 existían siete compañías con licencia y un total de 63 jaulas que producían aproximadamente 350 toneladas de lubina y dorada.

A pesar de que no se ha informado de interacciones negativas con el sector turístico, el cultivo en jaulas tiene todavía que desarrollarse, ya que la industria sufre numerosas restricciones, como la ausencia de criaderos locales y de proveedores fiables de alimentos. Además, las importaciones de alevines y de alimento de la UE tienen un impacto considerable en los costos de producción.

¹⁰ Las estadísticas oficiales no están completas con todas las especies criadas.

CUADRO 19
Número de granjas de jaulas por provincia administrativa en Grecia en 2004

Provincia	Número de granjas con jaulas
Grecia central	78
Atica	22
Grecia Occidental	28
Peloponesio	46
Islas Jónicas	30
Epiro	36
Mar Egeo meridional	36
Mar Egeo septentrional	23
Creta	3
Macedonia oriental	2
Macedonia central	4
Tesalia	2
Total	310

Fuente: Ministerio griego de Agricultura, com. pers.

Grecia

Grecia es el país más desarrollado del Mediterráneo con respecto a la acuicultura en jaulas, con 310 sitios de producción con licencia (Cuadro 19). Es en la actualidad el mayor productor de lubina y dorada¹¹ en la región. Este desarrollo se ha visto favorecido por diversos factores, entre los que se destacan:

- (i) la costa ofrece un gran número de sitios protegidos;
- (ii) su proximidad al mayor mercado regional (Italia);
- (iii) promoción de políticas de subsidio a nivel europeo y nacional.

Las primeras compañías comerciales se establecieron a principios de la década de 1980: *Leros Aquaculture* (en la isla de Leros) en 1982; *Selonda SA* (en Corinto) en 1984; *Nireus SA* en 1988; y *Fishfarm Sami* en 1989. En los años 90, el sector se expandió de forma considerable. La producción de lubina y dorada entre 1995 y 2001 pasó de unas 19 000 toneladas a más de 66 000, con un crecimiento de casi el 350 por ciento en un período de seis años, y una tasa de crecimiento medio anual del 24 por ciento.

Sin embargo, la producción no se ha planeado de forma estratégica en el sentido de promover el producto final, tanto a nivel doméstico como en el extranjero. El elevado superávit de peces provocó una crisis en el sector y los precios cayeron

¹¹ Nuevas especies como el *Diplodus* spp., *Pagrus* spp., etc. se crían también en jaulas y su producción se estima en alrededor del 1 por ciento de la producción de lubina y dorada.

CUADRO 20

Producción en jaulas entre 1995–2004 ordenada por especies, total de la producción acuícola y porcentaje de las jaulas en la producción total en Grecia

Cantidades (toneladas)	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Lubina	9 539	11 662	15 193	18 469	24 413	26 653	25 342	23 860	27 324	25 691
Dorada	9 387	13 799	18 035	21 951	32 837	38 587	40 694	37 944	44 118	37 394
Otros peces con escamas	1	122	2	38	107	86	75	83	161	316
Total en jaulas	18 927	25 583	33 230	40 458	57 357	65 326	66 111	61 887	71 603	63 401
Total de la producción acuícola	32 644	39 852	48 838	59 926	84 274	95 418	97 512	87 928	101 434	97 068
% jaulas	58%	64%	68%	68%	68%	68%	68%	70%	71%	65%

Fuente: SIPAM, 2006; FAO/FIDI, 2006

CUADRO 21

Tendencias de precios en Grecia entre 1995–2004 para la lubina y la dorada

Valor (\$EE.UU./kg)	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Lubina	7,50	7,67	7,03	6,42	5,48	4,18	4,55	3,76	5,43	5,59
Dorada	7,00	8,77	6,33	5,90	4,62	3,99	3,95	3,41	3,85	4,97

Fuente: FAO/FIDI, 2006

CUADRO 22

Valores totales de la acuicultura y del cultivo en jaulas en Grecia entre 1995–2004

Valor (1 000 \$EE.UU.)	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Acuicultura total	157 307	235 864	246 589	274 997	330 408	291 318	307 364	243 891	348 193	365 561
Total jaulas	137 252	210 426	220 894	248 046	285 619	265 450	276 045	219 103	318 044	329 706
% jaulas	87%	89%	90%	90%	86%	91%	90%	90%	91%	90%

Fuente: SIPAM, 2006; FAO/FIDI, 2006

considerablemente por debajo de los costos de producción (Cuadro 21). Varias compañías en Grecia quebraron, al igual que en otros países productores de lubina y dorada¹². En 2002 la producción descendió por primera vez en una década (Cuadro 20).

Aproximadamente el 60 por ciento de las granjas producen entre 50 y 200 toneladas anualmente y el restante 40 por ciento entre 200 y 500 toneladas. Las granjas pequeñas a menudo se fusionan para crear sociedades más grandes. En 2002 existían 25 sociedades que abarcaban el 50 por ciento de la producción total. Las tres más importantes (Selonda Aquaculture SA, Hellenic Aquaculture SA y Nireus SA) fueron responsables de un tercio del total de la producción nacional.

En 2004, el valor total de la producción en jaulas

se estimaba en alrededor de 329 millones de dólares EE.UU., y representaba el 90 por ciento del total de los ingresos acuícolas. La tendencia durante los últimos diez años ha sido positiva, con la excepción de 2002, cuando los efectos de la crisis de la dorada y la lubina fueron más marcados.

Debido al hecho que la acuicultura griega está representada casi en su totalidad por el cultivo en jaulas, la participación del valor de la producción en jaulas sobre el valor total del sector acuícola ha sido estable, eso es, alrededor del 90 por ciento durante la última década. (Cuadro 22).

El sector emplea alrededor de 4 500 personas (a tiempo completo y tiempo parcial), y la mayor parte de las granjas tienen entre 5 y 20 empleados.

La costa griega permite establecer granjas acuícolas en sitios costeros protegidos donde el riesgo de condiciones meteorológicas adversas es limitado. Ello ha permitido el uso de sistemas de jaulas de tecnología sencilla, resultando en costos de inversión y mantenimiento reducidos. La mayoría de las estructuras de cultivo son jaulas flotantes

¹² El Informe *Stirling* sobre el mercado de la lubina y la dorada indica que en 2001 existían 377 sitios autorizados, operados por 167 compañías. En 2004, el número oficial de sitios con licencia cayó a 310 (com. pers.) según el Ministerio de Desarrollo Rural.

CUADRO 23

Producción en jaulas (en toneladas) en Turquía entre 1995–2004 ordenada por especies, producción acuícola total y aporte del cultivo en jaulas en la producción total

	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Atún rojo del Atlántico	0	0	0	0	0	260	3 800	3 300	4 100 ^a	n.d.
Lubina	2 773	5 210	6 300	8 660	12 000	17 877	15 546	14 339	20 982	26 297
Dorada	4 847	6 320	7 500	10 150	11 000	15 460	12 939	11 681	16 735	20 435
Trucha arcoiris	n.d.	n.d.	2 000	2 290	1 700	1 961	1 240	846	1 194	1 650
Total en jaulas	7 620	11 530	15 800	21 100	24 700	37 358	33 525	30 166	43 011	48 382
Total de la prod.acuícola	21 607	33 201	45 450	56 700	63 000	81 091	71 044	64 465	84 043	94 010
% en jaulas	35,3%	34,7%	34,8%	37,2%	39,2%	46,1%	47,2%	46,8%	51,2%	51,5% ^b

^a Estimado.

^b La cifra no incluye al atún rojo del Atlántico.

Fuente: SIPAM, 2006; FAO/FIDI, 2006; FAO/GFCM/ICCAT, 2005

CUADRO 24

Valores totales de la acuicultura y del cultivo en jaulas en Turquía entre 1995–2004

Valor (\$EE.UU. 1 000)	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Acuicultura total (excl. atún rojo del Atlántico)	127 197	182 569	227 960	280 745	306 408	219 775	142 315	130 482	278 614	396 144
Total jaulas (excl. atún rojo del Atlántico)	70 467	97 429	121 450	160 756	174 989	134 703	87 189	79 329	179 409	241 865
% jaulas	55%	53%	53%	57%	57%	61%	61%	61%	64%	61%

Fuente: SIPAM, 2006; FAO/FIDI, 2006

circulares con doble tubo de PEAD. También se utilizan con frecuencia jaulas flotantes modulares de forma cuadrada (tipo pontón).

Hoy en día sólo opera en Grecia una granja de atún rojo del Atlántico (Bluefin Tuna Hellas SA), establecida en 2003 en las islas Echinades, en la Prefectura de las islas Kefalonia-Itaca, a través de una empresa conjunta de dos de las principales compañías griegas dedicadas a la lubina y la dorada: Selonda SA y Nireus SA. Hasta el momento, no se dispone de datos oficiales de producción.

Turquía

El cultivo en jaulas comenzó en 1985 con la producción de lubina y dorada. La cría de ambas especies aumentó notablemente y en 2003 la producción era de aproximadamente 37 700 toneladas provenientes de 345 granjas. Una pequeña parte de la producción turca de truchas (el 2,9 por ciento de una producción total de 40 868 toneladas en 2003) se criaba y se cría aun en jaulas flotantes marinas en la costa del Mar Negro¹³.

La costa turca, en particular a lo largo del mar

Egeo, es similar a la griega, con numerosos sitios protegidos en los que el cultivo en jaulas puede realizarse de forma segura con jaulas flotantes y sistemas de amarre tradicionales. La mayoría de las granjas marinas con jaulas están situadas en la costa meridional del Egeo. La producción en esta región es responsable de aproximadamente el 95 por ciento de la producción total de lubina y dorada. En el período 1995–2004, la producción en jaulas pasó de 7 600 toneladas a 48 300 toneladas, con un aumento del 634 por ciento y un crecimiento anual de cerca del 25 por ciento (Cuadro 23).

En 2003, el porcentaje de la producción de la acuicultura en jaulas, en términos de cantidad, fue aproximadamente del 51 por ciento del total de la producción nacional.

Cerca del 75 por ciento de la producción de lubina y dorada se exporta a los países de la UE. En 2004, el valor de la producción en jaulas se estimaba en 242 millones de dólares EE.UU. y representaba casi dos tercios (61 por ciento) del total de los ingresos de la acuicultura en Turquía (Cuadro 24). En el período 2000–2002 la crisis del mercado de la lubina y la dorada afectó también a los productores turcos. El valor de la producción en jaulas descendió de alrededor 175 millones de dólares EE.UU. en 1999 a unos 79 millones de dólares EE.UU. en

¹³ Existen también algunos ejemplos de granjas de jaulas en agua dulce de truchas, cuya producción no está cuantificada pero que presumiblemente no es relevante con respecto a su participación en la producción.

2002. Este hecho se debió tanto a la reducción de la producción como a la considerable caída de los precios de mercado (lubina: de 7,72 \$EE.UU./kg en 1999 a 3,00 \$EE.UU./kg en 2002; dorada: de 6,95 \$EE.UU./kg en 1999 a 3,00 \$EE.UU./kg en 2002). Entre los factores que han fomentado el desarrollo del cultivo en jaulas en Turquía figuran la abundancia de sitios adecuados costeros a lo largo de la costa del Egeo y una favorable política nacional de subsidios desarrollada para apoyar al sector. Existe un pago de premio por la producción de alevines y pescado comercializado. Está previsto que este subsidio se prolongue hasta 2010. Los productores de lubina y dorada consideran que en 2006 se obtendrán cerca de 55 000 toneladas. Los operadores predicen una segunda crisis de estas especies en los próximos años. Los productores turcos consideran sin embargo que el incremento de la producción será absorbido casi enteramente por el mercado interno y sostenido por medio de la creciente industria turística (API, com. pers.).

Los modelos más populares de jaulas que se utilizan son las flotantes de PEAD de diferentes medidas y formas. Algunas compañías veteranas han comenzado a utilizar jaulas circulares grandes, con un diámetro de 50 metros (entre ellas la Fjord Marine Turkey). Debido a las limitaciones que impone el sector turístico, la mayoría de las granjas de jaulas han abandonado las aguas costeras protegidas menos profundas y se han trasladado a sitios más expuestos en mar abierto. Ha sido necesario, por lo tanto, adoptar una tecnología mejorada, y las jaulas pequeñas cuadradas con marco de madera han sido sustituidas por jaulas circulares de PEAD.

El engorde del atún rojo del Atlántico comenzó en 1999 y en la actualidad se lleva a cabo en seis sitios autorizados, dos junto a la costa en Esmirna y cuatro en la costa meridional de Anatolia. La producción

potencial total se estima en 6 300 toneladas. En 2004 la producción fue de 4 100 toneladas.

Chipre

El sector acuícola de Chipre consiste casi en su totalidad en jaulas marinas en mar abierto. Las especies cultivadas más importantes son lubina, dorada y atún rojo del Atlántico. Todas las granjas se encuentran situadas en la costa meridional de la isla. El cultivo en jaulas se inició a mediados de la década de 1980 con jaulas pequeñas amarradas en los puertos de Paphos y Larnaca. La primera granja comercial de jaulas en mar abierto se estableció en 1986. En 2004 operaban seis granjas de lubina y dorada (cinco cerca de Limassol y una cerca de Larnaca). Una de estas granjas también cultiva en jaulas el atún rojo del Atlántico (*Kimagro Fish Farming Ltd*). Se utilizan diversos modelos de jaulas, adecuadas para las condiciones en mar abierto de los sitios de las granjas, como *Dunlop*, *Bridgestone*, *PolarCircle* y *Farmocean*. Las jaulas de PEAD de 50 metros de diámetro se utilizan para el engorde del atún.

En 2004, la participación de la producción en jaulas fue del 97 por ciento de la producción acuícola total (Cuadro 25). Existe una pequeña producción estacional de trucha arcoiris en jaulas amarradas en represas y embalses. El valor total de la producción en jaulas en 2004 se estimó en 34,1 millones de dólares EE.UU., de la cual, el 60 por ciento correspondía al atún rojo del Atlántico (Cuadro 26).

La lubina y la dorada producidas en Chipre se destinan principalmente al mercado local. Cerca de un 30 por ciento del pescado se exporta a Israel, Rusia y Estados Unidos. Por otro lado, el atún se exporta a Japón y Estados Unidos, principalmente como producto congelado. Una pequeña parte

CUADRO 25

Producción en jaulas (en toneladas) en Chipre entre 1995–2004 ordenada por especies, producción acuícola total y aporte del cultivo en jaulas en la producción total

Cantidades (toneladas)	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Atún rojo del Atlántico	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1 370
Lubina	99	100	57	205	299	299	383	421	448	698
Dorada	223	527	769	828	986	1 385	1 278	1 267	1 182	1 356
Otros peces marinos	26	36	15	22	28	53	64	12	1	0
Trucha arcoiris	29	38	41	48	12	19	23	12	20	11
Total en jaulas	377	701	882	1 103	1 325	1 756	1 748	1 712	1 651	3 435
Total de acuicultura	452	787	969	1 178	1 422	1 878	1 883	1 862	1 821	3 545
% jaulas	83,4%	89,1%	91,0%	93,6%	93,2%	93,5%	92,8%	91,9%	90,7%	96,9%

Fuente SIPAM, 2006; FAO/FIDI, 2006; FAO/NASO, 2006

CUADRO 26

Valor total de la acuicultura y del cultivo en jaulas en Chipre entre 1995–2004

Valor (1 000 \$EE.UU.)	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Acuicultura total	4 467	7 512	8 173	9 013	9 574	10 304	9 527	10 487	11 709	34 149
Total jaulas	3 334	6 107	7 174	8 098	8 297	8 776	7 868	8 905	9 731	33 098
% jaulas	74,6%	81,3%	87,8%	89,9%	86,7%	85,2%	82,6%	84,9%	83,1%	96,9%

Fuente: SIPAM, 2006; FAO/FIDI, 2006; FAO/NASO, 2006

CUADRO 27

Volúmenes estimados de cría, especies cultivadas y producción total en la República Árabe Siria en 2004, ordenados por lugar de producción

Área	Metros cúbicos	Especies cultivadas	Producción (toneladas)
Latakia	11 056	carpa común	325
Al-Raqqa	36 126	carpa común	755
Total	47 182	--	1 080

Fuente: FAO/NASO, 2006

(menos del uno por ciento) se vende fresco. Existen cuatro criaderos que producen lubina y dorada¹⁴ y que suministran la demanda nacional de alevines. En la actualidad, la producción excede a la demanda interna y en 2004 unos 7,5 millones de alevines se enviaron a Grecia, Turquía e Israel.

República Árabe Siria

En la República Árabe Siria sólo se practica la acuicultura en agua dulce. Las especies más destacadas son la carpa común y la tilapia del Nilo. También se producen pequeñas cantidades de carpa herbívora, bagre africano y carpa plateada. La acuicultura en jaulas empezó a mediados de la década de 1970 con la explotación de los cuerpos de agua artificiales. En la actualidad existen dos sitios de jaulas principales (i) Lago Assad-Eufrates (Provincia de Al-Raqqa) y (ii) Lago Tishreen (Provincia de Latakia). Los datos disponibles sobre el volumen y la producción en 2004 se pueden consultar en el Cuadro 27.

En 2004 se produjeron aproximadamente 1 080 toneladas, lo que representa el 24, 4 por ciento de la producción total de carpas y el 12, 4 por ciento de toda la producción acuícola. En el mismo año, el valor estimado de la acuicultura en la región fue de 15 500 dólares EE.UU. y el aporte de las carpas cultivadas (1 620 dólares EE.UU.) fue del 10 por ciento. Las jaulas que se usan en esta zona son flotantes, y principalmente consisten en marcos cuadrados de madera y barriles vacíos. El volumen

de las redes varía entre 30 y 300 metros cúbicos.

Líbano

En el Líbano la acuicultura se encuentra todavía en una fase inicial de desarrollo, y sólo se practica en agua dulce. La especie cultivada más importante es la trucha arcoiris. En 2004 se produjeron unas 700 toneladas, con un valor de 2,1 millones de dólares EE.UU. Hasta el momento, todavía no existen granjas de jaulas en operación.

Israel

La acuicultura en jaulas comenzó en Israel a principios de los años 1990, con el establecimiento de una granja comercial de jaulas y un criadero en el Golfo de Eilat. En la actualidad hay cuatro compañías operando en tres sitios diferentes: dos en el Golfo de Aqaba (Ardag y Dag Suf) con una producción anual conjunta de unas 2 000 toneladas, una en la escollera del puerto de Ashdod, que en 2003 produjo cerca de 500 toneladas, y otra cerca de Michmoret. Las especies que se cultivan habitualmente son la dorada, la cual es responsable del 90 por ciento de la producción total en jaulas, la lubina, el cortinón ocelado y la lubina estriada, con una producción combinada del 10 por ciento.

Se han realizado diversos intentos para realizar cultivos en jaulas en mar abierto, sin embargo, las severas condiciones de la costa mediterránea representan una seria limitación para el desarrollo de esta industria. En el 2000 se produjeron 10 millones de alevines. Sin embargo la demanda interna permanece alta y se importaron dos millones adicionales de alevines de Chipre.

¹⁴ También se reporta una pequeña producción de «nuevas especies» entre las que se incluyen el pargo, el sargo picudo, el verrugato fusco y la dorada del Japón.

Egipto

Egipto, con una producción que excede 440 000 toneladas, es uno de los países más productivos de África. El cultivo en jaulas es habitual, en especial en el Nilo y sobre todo en las ramas más septentrionales del Delta, en donde operan 4 428 jaulas, con un volumen total de cría de 1,3 millones de metros cúbicos (Cuadro 28). La producción de estas jaulas en 2003 fue de aprox. 32 000 toneladas. La especie más extendida es la tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*), pero también se cultiva la carpa plateada (*Hypophthalmichthys molitrix*). En 2003 la totalidad de la producción en jaulas egipcia representaba el 7,2 por ciento del total de la producción acuícola, con el 6,0 por ciento del valor total (Cuadros 29 y 30). Desde 1995 a 2003, la producción acuícola total se incrementó en un 519 por ciento, mientras que la producción en jaulas creció por su parte un 1 521 por ciento, con una tasa de crecimiento anual del 63 por ciento.

El sector del cultivo en jaulas se ha beneficiado inmensamente del desarrollo que ha experimentado el sector de los servicios de apoyo, por ejemplo, la disponibilidad de criaderos y molinos para piensos etc. La acuicultura en jaulas también ha florecido con rapidez respaldada por la creciente

disponibilidad de consultores, expertos y técnicos con los conocimientos necesarios para desarrollar esta actividad. Además, la Autoridad General para el Desarrollo de los Recursos Pesqueros (GAFRD), suministró igualmente su apoyo al desarrollo de la acuicultura en jaulas.

En la laguna de Marsa Matrouh se llevó a cabo un proyecto piloto acuícola marino, con diez jaulas para criar principalmente alevines silvestres de lisa y chopa capturados en la laguna (Megapesca, 2001). Los modelos de jaula utilizados con más frecuencia son jaulas cuadradas artesanales construidas con barriles como elementos de flotación y montados debajo de marcos de madera donde se fijan las redes pesqueras.

Jamahiriya Árabe Libia

A principios de los años 1990 se realizaron varias pruebas experimentales de cultivo en jaulas en la laguna de Ein Elgazala. Las jaulas se instalaron para el cultivo de alevines de dorada, lubina y lisa silvestres. Existe un cierto número de jaulas en mar abierto que se utilizan en la actualidad, instaladas en tres sitios a lo largo de las costas de Libia: Al-Garabouli y Al-Koms, al noroeste de Trípoli, y Ras Al-Hilal, en la costa nororiental.

CUADRO 28

Número de jaulas, especies cultivadas y producción total en Egipto en 2003, ordenada por sitios de producción

Área	Numero de jaulas	Especies	Producción (toneladas)
El Behira	920	Carpa plateada	8 400
Kafr El Sheikh	1 834	Carpa plateada y tilapia	10 500
Damietta	1 620	Tilapia del Nilo	12 774
Faiyum	50	Tilapia del Nilo	260

Fuente: FAO/NASO, 2006

CUADRO 29

Producción de jaulas en Egipto entre 1995–2003 y aporte del cultivo en jaulas en la producción total

Candidades (toneladas)	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Total en jaulas	1 977	1 720	2 103	2 855	12 885	16 069	23 716	28 166	32 059
Producción total acuícola	71 815	91 137	85 704	139 389	226 276	340 093	342 864	376 296	445 181
% jaulas	2,8%	1,9%	2,5%	2,0%	5,7%	4,7%	6,9%	7,5%	7,2%

Fuente: SIPAM, 2006; FAO/FIDI, 2006

CUADRO 30

Valor total de la acuicultura y del cultivo en jaulas en Egipto entre 1995–2004

Valor (\$EE.UU. 1 000)	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Acuicultura total	115 194	167 902	183 879	327 263	447 146	815 046	756 980	655 565	615 011
Total jaulas	3 361	3 034	4 328	6 043	22 011	27 783	41 029	43 191	37 065
% jaulas	2,9%	1,8%	2,4%	1,8%	4,9%	3,4%	5,4%	6,6%	6,0%

Fuente: SIPAM, 2006; FAO/FIDI, 2006

En Al-Koms existen actualmente seis jaulas circulares de PEAD (*Farmoccean Power-rings*) donde se crían lubina y dorada. Hay una granja operativa de atún rojo del Atlántico frente a la costa en Al-Garabouli, mientras que un sistema nuevo de jaula única (50 m de diámetro) se ha instalado en Ras El-Hilal. En este lugar también se cultivan lubina y dorada, uno de los escasos sitios protegidos a lo largo de las costas libias. Hasta el momento se instalaron cuatro jaulas sumergibles *PolarCircle* (16 m de diámetro) y cuatro jaulas flotantes (22 m de diámetro) suministradas por *Fusion Marine*.

En 2004 los datos de producción oficial reportados para la lubina y la dorada fueron de 170 y 61 toneladas, respectivamente, aunque no está claro si esta cantidad procede enteramente del cultivo en jaulas. En 2003 el cultivo del atún rojo del Atlántico produjo 420 toneladas (por un valor aproximado de 2,5 millones de dólares EE.UU.) y 154 toneladas en 2003 (por un valor aproximado de 900 000 dólares EE.UU.).

Túnez

En Túnez el cultivo en jaulas se practicó por primera vez en la laguna de Boughrara (provincia de Medenine) en donde a finales de la década de 1980 se instalaron diversas jaulas pequeñas para el cultivo de dorada y lubina. Esta actividad se interrumpió en 1991 y 1994 debido a una invasión de algas que provocó la pérdida total de la población de peces, de 400 y 300 toneladas respectivamente. Algunas de las jaulas se encuentran ahora en un nuevo sitio en

el área del puerto de Zarzis. Una segunda compañía (*Tunipeche*) está operando ahora en Ajim (cerca de Jerba).

En 2004, la producción en jaulas de lubina y dorada representó aproximadamente el 14 por ciento de la toda la producción nacional de ambas especies (678 toneladas de dorada y 466 toneladas de lubina). El porcentaje de la producción en jaulas sobre el total de la acuicultura se ha incrementado desde el 1,2 por ciento en 2001 al 6,5 por ciento en 2004, con un aumento sustancial en 2002–2003 debido al cultivo del atún (Cuadro 31). El valor de la acuicultura en jaulas en 2004 (excluido el atún) fue de 1,2 millones de dólares EE.UU. Ello representa el 10 por ciento del total del valor de la acuicultura (Cuadro 32).

En la actualidad existen dos criaderos en operación y en 2004 la producción combinada de alevines de lubina y dorada fue de 4,8 y 3,1 millones, respectivamente (SIPAM, 2006).

Además, la acuicultura de atún rojo del Atlántico ha crecido rápidamente en los últimos años. Hoy en día existen cuatro granjas de jaulas de atún en operación: dos cerca de Hergla (Distrito de Sousse) y dos cerca de Chebba (Distrito de Madhia). La capacidad total de producción de estas granjas es de 2 400 toneladas.

Argelia

La acuicultura en jaulas no se practica en la actualidad en Argelia, aunque algunos informes indican que puede ser que se establezcan algunos proyectos

CUADRO 31

Producción en jaulas en Túnez entre 2000–2004 ordenada por especies, producción acuícola total y aporte del cultivo en jaulas en la producción total

Cantidades (toneladas)	2000	2001	2002	2003	2004
Atún rojo del Atlántico	0	0	0	678	1 485
Lubina	0	88	132	96	70
Dorada	0	20	22	29	80
Total en jaulas	0	108	154	803	1 635
Total de la producción acuícola	1 553	1 868	1 975	2 612	3 749
% jaulas	0,0%	1,2%	1,8%	5,5%	6,5%

Fuente: SIPAM, 2006; FAO/FIDI, 2006

CUADRO 32

Valor total de la acuicultura y del cultivo en jaulas en Túnez entre 2000–2004

Valor (\$EE.UU. 1 000)	2000	2001	2002	2003	2004
Acuicultura (excl. atún rojo)	7 107	9 196	8 746	8 418	11 947
Total jaulas (excl. atún rojo)	0	884	1 084	862	1 261
% jaulas	0,0%	9,6%	12,4%	10,2%	10,6%

Fuente: SIPAM, 2006; FAO/FIDI, 2006

CUADRO 33

Producción en jaulas en Marruecos entre 1995–2004 ordenada por especies, producción acuícola total y aporte del cultivo de jaulas en la producción total

Cantidades (toneladas)	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Lubina	533	400	568	563	275	n.d.	374	325	389	370
Dorada	590	658	254	161	466	n.d.	304	378	378	350
Total en jaulas	1 123	1 058	822	724	741	n.d.	678	703	767	720
Total de la producción acuícola	2 072	2 084	2 329	2 161	2 793	1 889	1 403	1 670	1 538	1 718
% jaulas	54%	51%	35%	34%	27%	n.d.	48%	42%	50%	42%

Fuente: SIPAM, 2006; FAO/FIDI, 2006

CUADRO 34

Valor total de la acuicultura y de la producción del cultivo en jaulas en Marruecos entre 1995-2004

Valor (\$EE.UU. 1 000)	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Acuicultura	12 254	11 970	8 907	8 036	8 610	5 054	3 375	4 478	4 726	5 887
Total jaulas	9 584	9 113	5 324	4 642	3 683	n.d.	2 692	2 740	3 019	2 838
% jaulas	78,2%	76,1%	59,8%	57,8%	42,8%	n.d.	79,7%	61,2%	63,9%	48,2%

Fuente: SIPAM, 2006; FAO/FIDI, 2006

en un futuro próximo. El Ministerio de Recursos Pesqueros ha incluido algunas actividades del cultivo en jaulas en su Plan Nacional de Desarrollo de la Pesca y la Acuicultura para 2003–2007, para el que ya se han identificado sitios potenciales. Existen dos proyectos en su fase final y se esperaba que empezaran a operar a finales de 2006 (*Delphine Pêche* cerca de Oran y *Acuicultura Azzefoune* cerca de Tizi-Ouzou).

La producción anual prevista de estas granjas es de alrededor de 1 000 toneladas de lubina y dorada. La producción debería venderse en el mercado doméstico.

Marruecos

En Marruecos, la lubina y la dorada se cultivan fundamentalmente en jaulas flotantes situadas en la laguna de Nador, en donde una sociedad denominada MAROST se estableció en 1985, pero dejó de operar en 2005 debido a restricciones comerciales. En la costa mediterránea, en Mdiq, cerca de Tetuán, una compañía denominada Aqua Mdiq produce lubina y dorada en mar abierto.

La producción en 2004 se estimó en alrededor 120 toneladas. La producción de lubina y dorada fue de unas 720 toneladas, divididas en partes iguales entre las dos especies (Cuadro 33).

En los últimos diez años el valor de la producción en jaulas disminuyó de 9 584 000 dólares EE.UU. a 2 838 000 dólares EE.UU. (ver Cuadro 34) debido a la reducción de la producción como consecuencia

del descenso de los precios de la lubina y la dorada. El precio medio en 1995 para ambas especies fue de 8,5 \$EE.UU./kg, que descendió a 4,4 \$EE.UU./kg para la lubina y 3,5 \$EE.UU./kg para la dorada en 2004 (FAO/FIDI, 2006). Ambas especies se exportan sobre todo a España, y en menor volumen a Francia o Italia. En Marruecos existen dos criaderos marinos, uno en Nador (MAROST) y otro en Mdiq (*Centre Aquacole de Mdiq*). Estos criaderos suministran la mayor parte de alevines pequeños de lubina y dorada que necesita la industria nacional, mientras que el resto se importa desde España.

Existe una granja de jaulas de atún rojo del Atlántico (Marcomar SARL), situada en la costa Atlántica meridional, pero por el momento no existen datos sobre su producción.

MODELOS DE JAULAS

Como se ha descrito más arriba, en las granjas de peces con escamas del Mediterráneo se utilizan varios tipos y sistemas de jaulas, cuya elección se determina principalmente por los siguientes factores principales:

- Sitio – El aspecto más importante a tomar en consideración es el sitio en el cual se establecerán las jaulas y su capacidad con respecto a (i) exposición a potenciales tormentas, (ii) características y profundidad del lecho marino, (iii) condición predominante del mar, e (iv) impacto visual. Un emplazamiento expuesto y un riesgo elevado de fuertes tormentas requerirán

jaulas, redes y sistemas de amarre diseñados para resistir la fuerza máxima registrada de las tormentas. Si el sitio está protegido de alguna forma, un sistema de amarre más sencillo y una estructura de cría más ligera reducirán el costo de la inversión inicial. Si se produce algún tipo de interacción negativa con el turismo costero, las autoridades responsables de los permisos recomiendan a menudo o plantean la posibilidad de jaulas sumergidas o de bajo impacto visual.

- Costo de las jaulas – El coste inicial de inversión representa habitualmente un factor limitador, en particular para los inversores con un presupuesto fijo. Sin embargo, las opciones más económicas pueden no tener en consideración la idoneidad de las estructuras para el lugar.
- Planes de producción – El tamaño de la granja y el modelo de jaulas pueden variar en función del objetivo perseguido por los inversores. Por ejemplo, los piscicultores que buscan un producto de nicho, o que intentan diversificar la producción con peces de varios tamaños, preferirán un número elevado de jaulas pequeñas a unas pocas de tamaño mayor, de forma que sólo un porcentaje reducido del volumen se destina a la producción seleccionada.

Jaulas de polietileno de alta densidad

Las jaulas de polietileno de alta densidad (PEAD) son las más frecuentes en la acuicultura en el Mediterráneo (Figuras 9, 10 y 11). Los tubos PEAD se pueden ensamblar de diferentes maneras para producir collares de diversos tamaños y formas. Existen numerosos proveedores de jaulas PEAD (Floatex, Corelsa, PolarCircle, Fusion Marine, etc.), sin embargo también se utilizan con frecuencia las jaulas de fabricación casera (Figura 12). Estas jaulas se componen a menudo de dos (a veces tres) anillos de tubos de PEAD de entre 15–35 cm de diámetro, unidos entre sí por medio de diversos arneses dispuestos alrededor de toda su circunferencia. Los anillos pueden ser flotantes (reellenos de polistireno) o sumergibles (es decir, a través de mangueras de aire/agua). La red se fija a la base de cada arnés y se cierra completamente con una tapa. El fondo de una jaula sumergible tiene pesas y en ocasiones un tubo de contrapeso. Los collares se encuentran de diferentes diámetros, de los cuales se fijan las redes, tan profundamente como lo permita el sitio. El sistema de amarre puede ser muy complejo, y el que se utiliza con más frecuencia es un enrejado cuadrado de cuerdas, chapas de hierro y boyas. Las jaulas se amarran a las placas. El enrejado se amarra

FIGURA 9
Jaulas cuadradas flotantes Dunlop y jaulas de PEAD circulares más pequeñas utilizadas para el preengorde en Chipre



FIGURA 10
Jaula flotante de PEAD de 50 m de diámetro para el engorde del atún rojo del Atlántico en Vibo Valentia, Italia



FIGURA 11
Cultivo de peces en una jaula flotante de PEAD de 18 m de diámetro en Rossano Calabro, Italia



por medio de anclas a través de varias líneas de amarre octogonales.

Ventajas: versatilidad de los materiales, cambio de redes sencillo, posibilidad de controlar visualmente

con frecuencia a los peces, relativamente económico (en especial para las jaulas más grandes)

Desventajas: sistema de amarre complicado y que requiere mantenimiento y controles frecuentes. Se necesita tiempo para sumergir los modelos sumergibles y es necesario un constante seguimiento de las previsiones meteorológicas.

Farmocean

Se trata de un tipo de jaulas rígidas y semi-sumergibles con un marco rígido de acero desarrollado en la década de 1980 como resultado de un sistema de cultivo en mar abierto estudiado en Suecia. La red se fija dentro del marco principal hexagonal flotante y su forma se mantiene por medio de un tubo de contrapeso atado al fondo. El volumen de la jaula puede variar entre 2 500 y 5 000 m³ y cada jaula está amarrada por medio de tres líneas radiales principales. Por encima del marco flotante se sitúa habitualmente un sistema de alimentación capaz de almacenar hasta 3 000 kg de pienso. La energía la proporcionan paneles solares. Un cabestrante en la parte superior del marco de acero levanta el tubo de contrapeso junto con el fondo de la red para simplificar el proceso de cosecha de peces.

Ventajas: las jaulas han sido experimentadas durante más de 20 años en una gran variedad de condiciones marinas, y son adecuadas incluso para sitios expuestos. Cuentan con un sistema de alimentación integrado y el volumen de almacenamiento es estable.

Desventajas: altos costos iniciales de capital, acceso complicado para la cosecha, dificultad para el cambio de redes, altos costos de mantenimiento, elevado impacto visual.

Farmocean International también produce jaulas flotantes circulares de PEAD (con dos o tres tubos) equipadas con arneses de hierro (jaulas *power-rings*).

Jaulas REFA con cables en tensión

Estas jaulas están compuestas por una red cuya forma se mantiene a través de boyas sumergidas y un marco inferior rígido. El sistema de amarre está compuesto de seis bloques de cemento en el fondo colocados verticalmente debajo de cada jaula (Figura 14). La parte superior de cada jaula está dotada de un collar circular de PEAD que permite la alimentación y el acceso. En caso de condiciones meteorológicas adversas la jaula se sumerge enteramente, causando una disminución del volumen de cría. Las redes cuentan con un cierre que permite retirar la parte superior de la

FIGURA 12

Jaulas flotantes PEAD artesanales de 7x14 m equipadas con un sistema automático de alimentación (se pueden observar los tubos)



FIGURA 13

Una granja de jaulas REFA con cables de tensión. Sólo están visibles algunos flotadores y los collares de flotación (Cerdeña, Italia)



jaula durante la recolección de los peces y para permitir situar la red en un collar flotante de PEAD de mayores dimensiones.

Ventajas: diseño sencillo y respuesta automática a las condiciones adversas del mar, rentable, el sistema de amarre ocupa un área pequeña en el fondo marino, fácil de reparar, pocos componentes necesitan mantenimiento, muy bajo impacto visual.

Desventajas: jaula cerrada y escaso control visual de los peces, superficie reducida para la alimentación, dificultad para cambiar las redes.

Plataformas flotantes

Estas estructuras se han instalado en España e Italia (Figuras 14 y 15). La primera fue construida en España por *Marina System Iberica* (MSI).

FIGURA 14
Plataforma flotante Cultimar de *Marina System Iberica*
para el cultivo de peces cerca de Barcelona (España)



FIGURA 15
Plataforma flotante con seis jaulas de gran tamaño y un
edificio central de dos plantas (Nápoles, Italia).



Cortesía de Ittica Offshore del Tirreno

Dos de estas estructuras están amarradas cerca de Barcelona, una cerca de Cádiz y otra en Tarragona. Las estructuras pueden ser de forma cuadrada o hexagonal y contienen entre 7 y 8 jaulas de red. El sistema de amarre se compone de varias líneas de amarre (cuerda-cadena-muertos de hormigón) fijadas en las esquinas. Las plataformas cuentan con sistemas de inmersión que permiten el control de la flotabilidad.

En la década de 1990 se desarrolló en Italia un proyecto piloto con la construcción de una plataforma que incluía instalaciones como una sala de empaquetado y alojamiento para el personal. Esta estructura comenzó a operar en 2000 y consiste en un collar de hierro circular de 60 metros de diámetro en donde se fijan seis redes de 5 500 m³ cada una. La plataforma cuenta con un edificio de 10 x 20 m con dos plantas (planta baja: sala de empaquetado, almacén frigorífico y sala de hielo,

primer piso: alojamiento, cocina/cantina, sala de reuniones. En la actualidad, se encuentra amarrada en aguas profundas (80 m) y con una sola línea de amarre de 300 m que permite a la estructura rotar libremente en una superficie muy amplia, con una mejor dispersión de los desechos del pescado. La energía la suministran dos generadores, y un sistema de hundimiento permite elevar el sistema de flotación de la estructura durante las tormentas.

Ventajas: excelente logística, posibilidad de alimentación con cualquier tipo de condición del mar, control visual permanente de los peces, estructura de gran durabilidad

Desventajas: inversión inicial elevada, elevados costos de mantenimiento, complejo cambio de redes, impacto visual extremadamente alto.

Bridgestone y Dunlop

Estos tipos de jaulas flotantes están diseñadas para condiciones severas en mar abierto (Figura 9). *Bridgestone* y *Dunlop* proveen jaulas hechas de mangueras de aceite de caucho unidas con conexiones ubicadas «frente a frente». En las mangueras se fijan arneses de hierro que permiten colgar la red.

Las jaulas tienen forma cuadrada, hexagonal u octogonal. Las jaulas cuadradas se pueden montar en módulos de jaulas múltiples. Existen diferentes volúmenes que (en teoría) pueden alcanzar los 60 000 m³. Este tipo de jaulas son utilizadas en España, Italia, Francia y Chipre.

Ventajas: el carácter modular de los componentes permite gran variedad de configuraciones, extremadamente resistente, adecuada para sitios expuestos, larga duración.

Desventajas: pasarela externa limitada, costo elevado y volúmenes bajos.

Sistema Jetfloat

Es un sistema de componentes modulares: cubos de plástico que se pueden montar para crear una estructura flotante donde se fijan las redes (Figura 16).

Planeadas originalmente para su uso en puertos y embarcaderos, este sistema puede utilizarse en sitios protegidos en los que las jaulas cuadradas se pueden construir gracias a diversos accesorios diseñados exclusivamente para la acuicultura (por ejemplo, arneses y dispositivos para el amarre). Esta tecnología específica se utiliza principalmente en Francia, Grecia y Malta. Como se ha mencionado, estas estructuras se utilizan sobre todo en sitios protegidos, y son utilizadas igualmente como unidades para preengorde.



Ventajas: versatilidad del sistema (es posible ensamblar jaulas de cualquier tamaño y proporción de lado), sustitución fácil de los módulos dañados, facilidad de desmontaje y almacenamiento.

Desventajas: no resultan adecuadas para sitios muy expuestos, son más costosas en relación a las jaulas de PEAD tradicionales, relativamente costosas para volúmenes reducidos.

Sadco Shelf

Esta compañía rusa produce y distribuye dos tipos de jaulas de acero sumergibles. La serie *Sadco* (1200, 2000 y 4000) ha ido evolucionando desde principios de la década de 1980 (Figura 17).

Una estructura tubular sostiene una red completamente cerrada cuya forma se mantiene gracias a un tubo de contrapeso conectado a la estructura principal mediante cables de acero. En la parte superior de la jaula hay un sistema integrado impermeable de alimentación, equipado de un

sistema de video submarino controlado por control remoto. Este tipo de jaula está disponible en varios modelos y dimensiones, desde 1 200 a 4 000 m³.

En los últimos años se ha desarrollado un nuevo tipo de jaula submarina (*Sadco-SG*). Esta jaula está hecha de un marco tubular poligonal de acero, un tubo de contrapeso y un tanque sumergido para el control de la flotabilidad. La jaula puede sumergirse mediante la entrada de agua en el tanque. No cuenta con un alimentador incorporado, pero puede operar con un tubo de alimentación manual o un sistema de alimentación centralizado. Las jaulas han sido diseñadas para sitios expuestos para las condiciones de mar abierto. Las jaulas *Sadco* se instalaron principalmente en Italia.

Ventajas: adecuadas para todo tipo de sitios (incluso los muy expuestos), resistencia y durabilidad, bajo impacto visual, no se produce una disminución del volumen de cría incluso en condiciones de fuertes corrientes.

Desventajas: dificultad para cambiar las redes (en las series *Sadco*), costosas para volúmenes bajos, el alimentador automático se encuentra todavía en fase de pruebas.

ASUNTOS PRINCIPALES

Las jaulas son sistemas abiertos con un intercambio continuo del cuerpo de agua. El riesgo de polución del medio ambiente representa una de las mayores preocupaciones para este subsector de la industria acuícola. Además, a menudo se reportan conflictos con otros usuarios de las áreas costeras, en especial con el sector turístico.

Todos los países mediterráneos en los que el cultivo en jaulas está más desarrollado, requieren de una evaluación de impacto ambiental (EIA), una importante herramienta utilizada por las autoridades para aprobar una propuesta de proyecto. En la mayoría de las naciones mediterráneas el EIA es obligatorio, pero también existen excepciones en las que sólo se solicita si la producción estimada excede un cierto límite (P. ej. >20 toneladas en Francia). El programa de control medioambiental (EMP), otro de los requisitos para conceder licencias, es también otra herramienta importante para supervisar los efectos contaminantes potenciales de una granja piscícola. Sin embargo, no siempre se requiere de un programa de control medioambiental.

Los principales impactos que deben ser tomados en consideración dentro de un EIA son:

- Polución química: este riesgo está relacionado con varios factores como:
 - (i) producción y desechos solubles estimados;

- (ii) uso de pintura antiincrustantes a base de cobre-zinc en redes y amarres; (iii) tratamiento con antibióticos; y (iv) baños químicos para tratar las infecciones parasitarias.
- Descarga de materia orgánica: puede representar un riesgo para la población béntica debajo y alrededor de las jaulas, así como una fuente de auto-polución para los peces cultivados.
- Alteración visual de lugares escénicos: es un problema serio si la granja está junto a un tramo de costa con un paisaje escénico de interés particular y desarrollado por industria turística.
- Fuga de peces cultivados e interacción con las especies locales: las fugas representan un riesgo para el medio ambiente, ya que los peces pueden comportarse como depredadores. En casos de fuga masiva, la relación presa/depredador en los ecosistemas circundantes puede alterarse gravemente. Además, los peces fugados pueden inducir una «contaminación genética», es decir, cruzarse con especies nativas, así como competir por nichos ecológicos específicos.

La Comisión de las Comunidades Europeas define la Ordenación Integrada de Zonas Costeras (OIZC), como «...un proceso dinámico, multidisciplinario e interactivo para promover la gestión sostenible de las zonas costeras. Cubre el ciclo completo de recolección de información, planeamiento (en su sentido más amplio), toma de decisiones, gestión y control de la ejecución. La OIZC utiliza la participación y cooperación informada de todas las partes implicadas para evaluar los objetivos sociales en una zona costera determinada, y para tomar las decisiones hacia el cumplimiento de estos objetivos. La OIZC busca, a largo plazo, equilibrar los objetivos medioambientales, económicos, sociales, culturales y recreacionales, todo ello dentro de los límites establecidos por las dinámicas naturales» (Comunicación CCE 2000/547).

Esta estrategia, con el apoyo de las herramientas del EIA y el EMP, puede representar un enfoque técnico válido para el desarrollo de un sistema sostenible de manejo de la acuicultura. Diversos países mediterráneos, incluyendo a algunos que no son miembros de la Unión Europea (P. ej. Croacia), han adoptado la idea y se encuentran en la fase inicial para la aplicación del sistema.

Control de enfermedades y gestión sanitaria

Existen evidencias de que en los sistemas de cultivo en jaulas pueden producirse intercambios de patógenos, y por ello hay que prestar particular atención para minimizar estos intercambios

en ambas direcciones (es decir, entre los peces cultivados y los peces silvestres y viceversa). Este hecho se agrava por la evidencia de que algunos patógenos (en especial los parásitos de un sólo gen) pueden saltar con facilidad de un pez silvestre a uno cultivado, incrementando así su acción patogénica.

Para minimizar el riesgo de contaminación de las poblaciones de peces silvestres, es esencial contar con alevines de alta calidad y certificados. Los grandes criaderos comerciales producen alevines casi totalmente libres de patógenos, ya que se les somete a estrictos controles sobre los patógenos conocidos. Por cada camada de alevines prematuros se requiere habitualmente un certificado veterinario. Sin embargo, existe un gran número de criaderos pequeños que pueden no alcanzar estándares satisfactorios, y representan por ello un riesgo para la propagación de enfermedades.

La contaminación con patógenos entre los ejemplares silvestres y los peces cultivados es más difícil de controlar. Los brotes de enfermedades dependen de diversos factores, incluyendo las condiciones de cría, la salud animal y el estrés (debido a la densidad de cultivo, calidad del agua, dieta, disponibilidad de oxígeno, manipulación, etc.).

En las granjas de jaulas se debería reducir a un mínimo el uso de antibióticos, algo que se podría conseguir vacunando a los alevines contra los patógenos más comunes. En el caso de la lubina, los dos patógenos más importantes son el *Vibrio anguillarum* (causante de la vibriosis) y el *Photobacterium damsela* (causante de la pasteurelosis). Para ambas enfermedades se disponen de vacunas. La vacuna contra la vibriosis se administra a menudo en las primeras etapas de los alevines, mientras que el tratamiento contra la pasteurelosis se realiza habitualmente tras una petición específica.

Además, es importante mencionar que la actual legislación sobre el manejo sanitario no es homogénea en todos los países del Mediterráneo, en especial en lo que respecta a los permisos que requieren los productos químicos y sanitarios.

Tecnología

El uso de la automatización y mecanización del proceso productivo se ha ido incrementando para reducir los costos de producción. Se están realizando esfuerzos para instalar y mejorar el uso de sistemas automáticos de alimentación, en ocasiones a través de sensores que proporcionan datos sobre el consumo de pienso. Estas herramientas pueden reducir

considerablemente los costos de mano de obra, así como la dispersión de alimentos, lo que tiene un impacto positivo tanto en el medio ambiente como en los costos de producción. Los sistemas de alimentación deben, no obstante, ser controlados frecuentemente y debidamente ajustados. Cada vez se utilizan más las maquinas de clasificación y las bombas de cosecha.

Acuicultura del atún

La cría del atún rojo del Atlántico es una actividad que claramente se superpone con la pesca. Los riesgos y cuestiones que deben ser considerados para definir la sostenibilidad de esta reciente industria están estrechamente relacionados con ambos sectores. La industria de engorde del atún se ha expandido en los últimos años y el valor de su producción se ha incrementado considerablemente. El sector se basa en el uso de «semillas silvestres». La cantidad de atún que puede ser cosechada cada año viene fijada por la CICAA, y las cuotas se asignan a los países firmantes. Aunque se practica un control estricto a lo largo de todo el ciclo productivo, todavía existen diversas lagunas que pueden hacer que este recurso se explote más allá de la cuota permisible.

Uno de los principales desafíos de la acuicultura en los próximos años será domesticar el atún rojo del Atlántico. A pesar de que los resultados de las investigaciones han sido prometedores, se necesita seguir trabajando, preferiblemente a través de acuerdos internacionales de cooperación.

Mercado y diferenciación del producto

A principios de la década de 1990 la consolidación de las técnicas de cultivo y la disponibilidad de nuevas tecnologías impulsó a un número creciente de empresarios a producir lubinas y doradas usando jaulas marinas. (Nota: En 1990 el costo de producción en Italia para estas dos especies oscilaba entre 19–21 \$EE.UU./kg).

Diez años más tarde, la disponibilidad de fondos estructurales de la UE, la falta de una estrategia de crecimiento del sector y la mala planificación y promoción de los mercados, llevaron el sector a la crisis. Los actuales precios bajos y los estrechos márgenes de beneficio no son los adecuados para una actividad de «alto riesgo» como el cultivo marino en jaulas. Por esta razón muchos productores se están centrando en (i) promover sus productos en mercados nuevos o poco explotados (como Rusia, Alemania, Reino Unido, Estados Unidos de América), (ii) considerar nuevos candidatos

para el cultivo desde el punto de vista técnico y de mercadeo (iii) agregar valor a sus productos (que se venden ahora mayormente como pescado fresco entero) y apoyar campañas de comercialización.

«Migración» mar afuera

Los sitios protegidos siempre han sido los preferidos para instalar una granja con jaulas. Son los lugares más sencillos para la práctica de la acuicultura, debido tanto a las bajas inversiones iniciales como al manejo de la granja. Un sitio protegido permite usar jaulas más ligeras que requieren un sistema de amarre sencillo. Debido a que las granjas se encuentran habitualmente cerca de la costa, no se necesitan embarcaciones potentes y rápidas, y las actividades rutinarias pueden realizarse sin gran dificultad. Sin embargo, los sitios protegidos están habitualmente en aguas poco profundas, con corrientes escasas y con una capacidad de carga que puede resultar insuficiente para soportar una actividad acuícola intensiva. Además, estos sitios se encuentran con frecuencia en las cercanías de playas, bahías o zonas muy frecuentadas por los turistas.

Los aspectos destacados más arriba, junto con los continuos avances en la tecnología de jaulas, están llevando a los productores, autoridades encargadas de las licencias y reguladores a trasladar las granjas hacia el mar afuera. Estos sitios, tienen, sin embargo, una serie de desventajas, entre las que se encuentran:

- las jaulas, sistemas de amarre y redes deben ser adecuados para sitios expuestos y por consiguiente, son más costosos;
- rutina operativa de trabajo a mayor profundidad para los submarinistas;
- dificultad para acceder a las jaulas durante las condiciones meteorológicas adversas;
- número reducido de días de alimentación en caso de condiciones meteorológicas adversas y en ausencia de un sistema automático de alimentación;
- costos de transporte más elevados;
- las fuertes corrientes pueden incrementar la pérdida de alimentos;
- mayor riesgo de fuga de peces.

Esta lista de dificultades contribuye sin duda a un aumento en los costos financieros y operativos, sin embargo están compensados por una serie de ventajas. Las jaulas amarradas en aguas más profundas (>35 m) y expuestas a corrientes más fuertes reducirán la sedimentación en el fondo marino y la acumulación de materia orgánica,

promoviendo la dispersión de los desechos y minimizando el riesgo de contaminación y auto contaminación. Es más, una mayor calidad y renovación del agua implica mejores condiciones para el cultivo y mayor bienestar para los peces, con (i) un riesgo más bajo de brote de enfermedades y menor uso de productos químicos, (ii) densidad de poblaciones de peces potencialmente más alta, (iii) mayor saturación de oxígeno, que resulta en un mejor crecimiento y menor tasa de conversión de alimentos, (iv) menor impacto visual y reducción de conflictos con otros usuarios de los recursos, y (v) mayor calidad de peces, con un menor índice grasa/carne.

EL CAMINO A SEGUIR

El desarrollo de la acuicultura en jaulas en el Mediterráneo se basa generalmente en los principios de la conservación de la biodiversidad y el uso sostenible de los recursos naturales. La acuicultura en jaulas se está expandiendo rápidamente por la región y requiere más que nunca de planificación y marcos reguladores para un desarrollo estratégico y controlado del sector. Además, se requiere de estudios científicos adicionales para resolver los problemas biológicos y tecnológicos que actualmente limitan los resultados del sector. A continuación se resumen algunas de las principales acciones que requieren más atención:

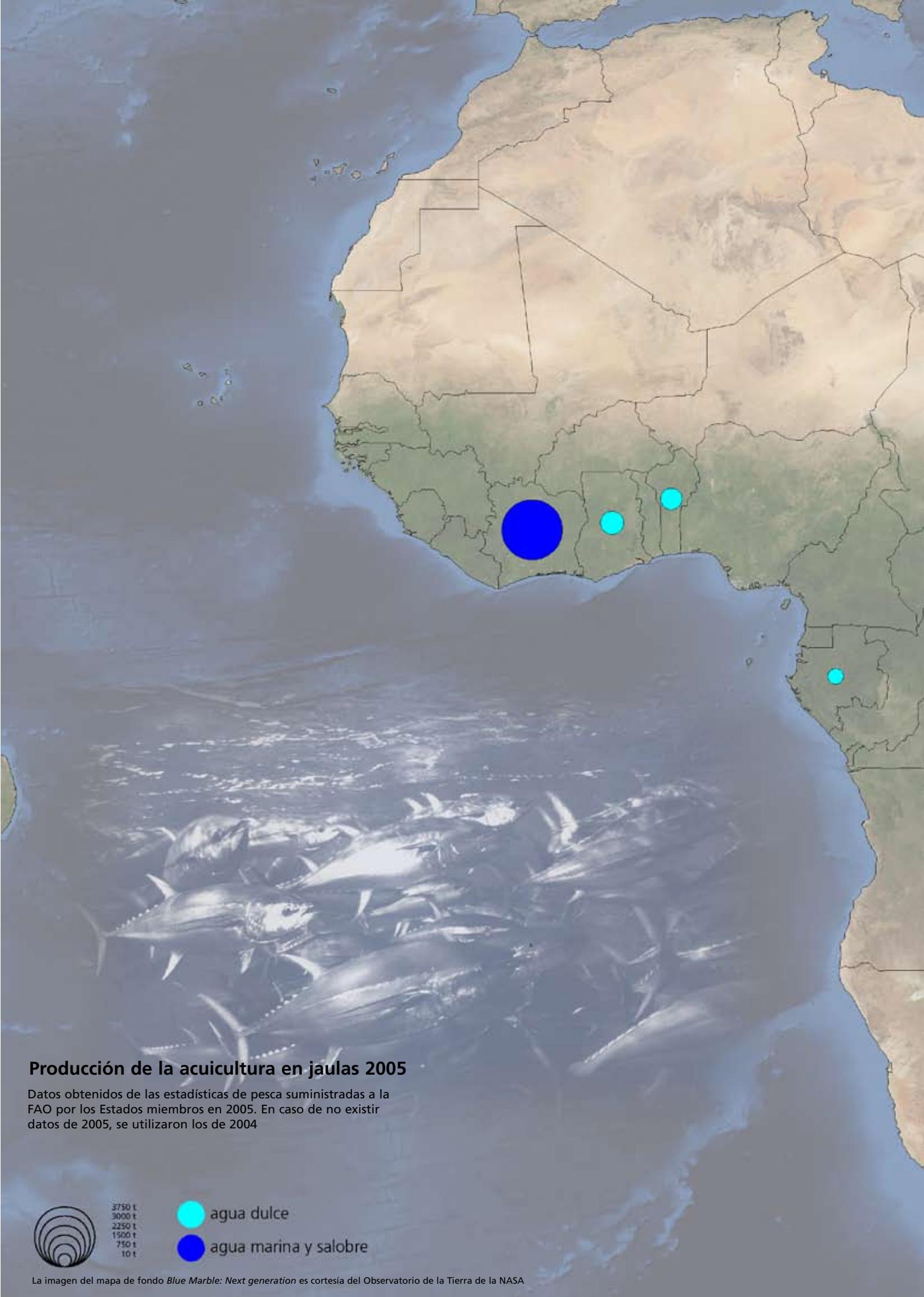
- fortalecer herramientas como el EIA y el EMP y promover su aplicación;
- promover un enfoque basado en la Ordenación Integrada de Zonas Costeras (OIZC) en apoyo a una industria acuícola en desarrollo;
- reducir el uso de antibióticos;
- promover los productos mediterráneos en mercados poco explotados o sin explotar;
- fortalecer la investigación sobre la diversificación de especies para la acuicultura;
- ulterior desarrollo de productos con valor agregado utilizando las especies cultivadas tradicionalmente;
- trabajar en la domesticación del atún rojo del Atlántico y desarrollar un alimento comercial adecuado;
- fortalecer la recolección de información fiable sobre las actividades de cultivo en jaulas;
- apoyar la «migración» al mar abierto en las granjas de jaulas.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a todas aquellas personas que recolectaron, pusieron a disposición o compartieron información. En especial a Nadia Moussi, Anna Giannotaki, Carla Iandoli, Enrico Ingle, Gaspare Barbera, Alessandro Ciattaglia, Fabrizio Di Pol, François Loubere, Roberto Agonigi, Darko Lisack y Angelo Colorni.

REFERENCIAS

- APROMAR.** 2004. *La Acuicultura Marina de Peces en España*. Asociación Empresarial de Productores de Cultivos Marinos (www.apromar.es). May. 2005. 39 pp. (available at: www.apromar.es/Informes/Informe%20APROMAR%202004.pdf).
- Basurco, B.** 1997. Offshore mariculture in Mediterranean countries. In J. Muir & B. Basurco (eds). *Mediterranean offshore mariculture*, pp. 9–18. Zaragoza, Spain, Centre International de Hautes Etudes Agronomiques Méditerranéennes, 2000. Série B: Etudes et Recherches, No. 30, Options Méditerranéennes.
- Beveridge, M.** 2004. *Cage aquaculture*, third edition. Oxford, UK, Blackwell Publishing Ltd. 368 pp.
- CIHEAM,** 2000. Recent advances in Mediterranean aquaculture finfish species diversification. Proceedings of the seminar of the CIHEAM Network on Technology of Aquaculture in the Mediterranean (TECAM), Zaragoza, Spain, 24–28 May 1999. *Options Méditerranéennes, Series Cahiers*, 47. Zaragoza, CIHEAM/FAO. 394 pp
- De la Pomélie, C. & Paquotte, P.** 2000. The experience of offshore fish farming in France. In J. Muir & B. Basurco, (eds) *Mediterranean offshore mariculture*, pp. 25–32. Zaragoza, Spain, Centre International de Hautes Etudes Agronomiques Méditerranéennes, 2000. Série B: Etudes et Recherches, No. 30, Options Méditerranéennes.
- FAO/FIDI.** 2006. “Aquaculture production, quantity 1950–2004” and “Aquaculture production, value 1984–2004”. *FISHSTAT Plus* - Universal software for fishery statistical time series [online or CD-ROM]. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Available at: <http://www.fao.org/fi/statist/FISOFT/FISHPLUS.asp>.
- FAO/GFCM.** 2005. *Report of the Experts Meeting for the Re-establishment of the GFCM Committee on Aquaculture Network on Environment and Aquaculture in the Mediterranean* (2006). Rome, 7–9 December 2005. FAO Fisheries Report. No. 791. Rome, FAO. 60 pp.
- FAO/GFCM/ICCAT.** 2005. *Report of the third meeting of the Ad Hoc GFCM/ICCAT Working Group on Sustainable Bluefin Tuna Farming/ Fattening Practices in the Mediterranean*. Rome, 16–18 March 2005. FAO Fisheries Report. No. 779. Rome, FAO. 108 pp.
- FAO/NASO.** 2006. *National Aquaculture Sector Overview (NASO)*. Mediterranean country profiles. (available at: www.fao.org/figis/servlet/static?dom=root&xml=aquaculture/naso_search.xml).
- IUCN.** 2005. *Sustainable Development of Mediterranean Aquaculture - Conclusions of the Sidi Fredj workshop, Algiers, 25–27 June 2005*. The World Conservation Union, Centre for Mediterranean Cooperation, Spain. (available at: www.iucn.org/places/medoffice/documentos/Aquaculture_sidi.pdf).
- Katavic, I., Herstad, T.-J., Kryvi, H., White, P., Franicevic, V. & Skakelj, N** (eds). 2005. *Guidelines to marine aquaculture planning, integration and monitoring in Croatia*. Zagreb, Croatia, Project “Coastal zone management plan for Croatia”. 78 pp.
- Monfort, M.C.** 2006. *Marketing of Aquacultured Finfish in Europe - Focus on Seabass and Seabream from the Mediterranean Basin*. Globefish Research Programme, 86 (in press).
- Ottolenghi, F., Silvestri, C., Giordano, P., Lovatelli, A. & New, M.B.** 2004. *Capture-based aquaculture. The fattening of eels, groupers, tunas and yellowtails*. FAO, Rome. 308 pp.
- Scott, D.C.B. & Muir, J.F.** 2000. Offshore cage systems: A practical overview. In J. Muir, & B. Basurco (eds). *Mediterranean offshore mariculture*, pp. 79–89. Zaragoza, Spain, Centre International de Hautes Etudes Agronomiques Méditerranéennes, 2000. Série B: Etudes et Recherches, No. 30, Options Méditerranéennes.
- SIPAM.** 2006. *Information System for the Promotion of Aquaculture in the Mediterranean*. Production statistics available at www.faosipam.org.
- Stirling University.** 2004. *Study of the market for aquaculture produced seabass and seabream species*. Report to the European Commission, DG Fisheries, Final Report 23rd April 2004. (available at: govdocs.aquake.org/cgi/reprint/2004/1017/10170030.pdf).
- UNEP/MAP/MED POL,** 2004. *Mariculture in the Mediterranean*. MAP Technical Reports. Series No. 140. Athens, UNEP/MAP.



Producción de la acuicultura en jaulas 2005

Datos obtenidos de las estadísticas de pesca suministradas a la FAO por los Estados miembros en 2005. En caso de no existir datos de 2005, se utilizaron los de 2004

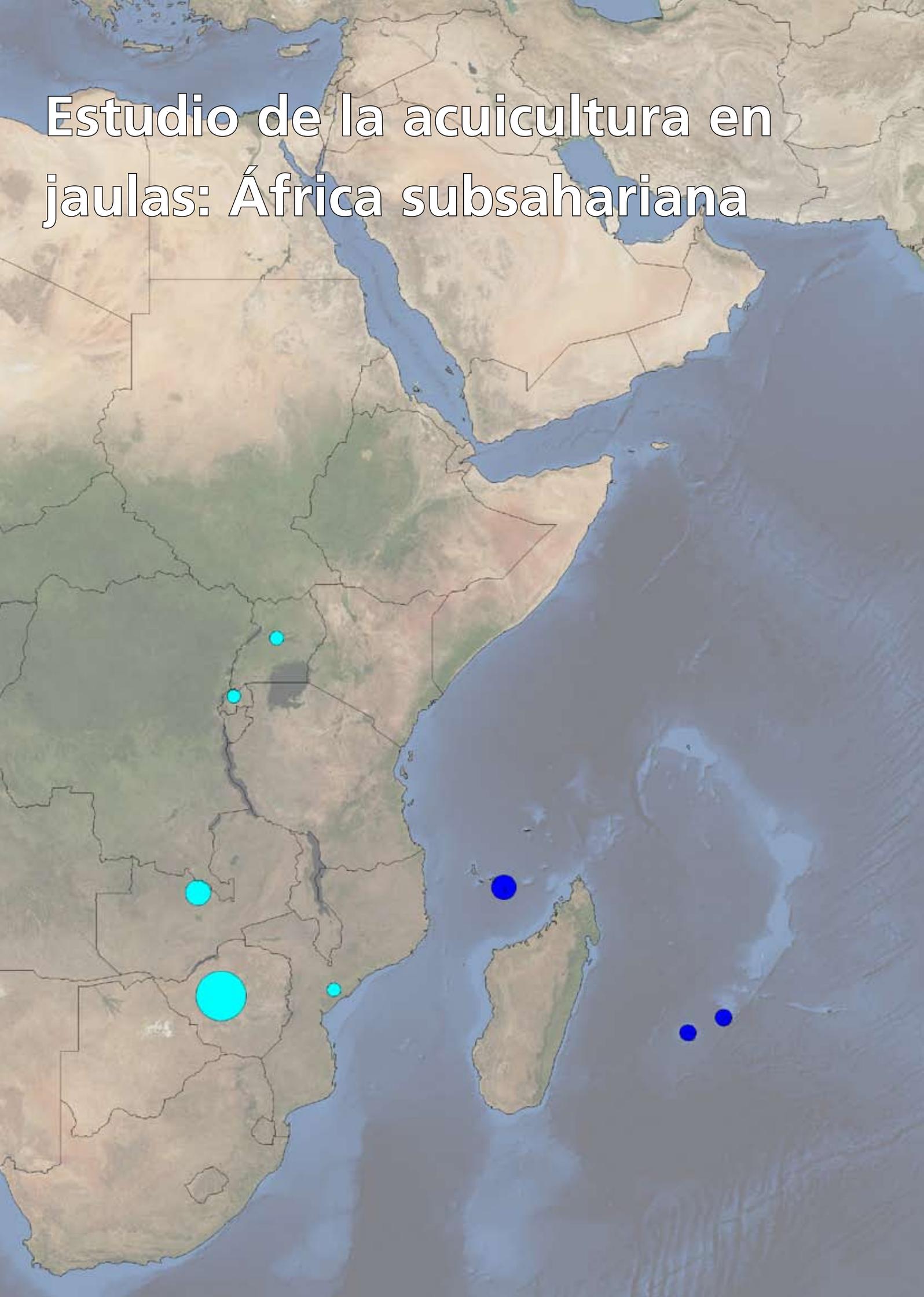


3750 t
3000 t
2250 t
1500 t
750 t
10 t

 agua dulce

 agua marina y salobre

Estudio de la acuicultura en jaulas: África subsahariana





Estudio de la acuicultura en jaulas: África subsahariana

Patrick Blow¹ y Shivaun Leonard²

Blow, P. y Leonard, S.

Estudio de la acuicultura en jaulas: África subsahariana. En M. Halwart, D. Soto y J.R. Arthur (eds). Acuicultura en jaulas – Estudios regionales y panorama mundial. FAO Documento Técnico de Pesca. No. 498. Roma, FAO. 2008. pp. 199–219.

RESUMEN

El cultivo en jaulas es una actividad emergente en el África subsahariana, y existen unos pocos ejemplos exitosos. Sin embargo, la región ofrece bastantes oportunidades para el desarrollo en escala industrial del cultivo en jaulas en agua dulce, especialmente en la región de los grandes lagos y en el África occidental tropical. Existe también gran potencial para el cultivo en jaulas en agua salobre y marina, pero aún no ha habido un desarrollo comercial sostenible en este subsector.

Se encuentran ejemplos exitosos de cultivo en jaulas en la región, en las granjas de tilapia en Ghana, Kenya, Malawi, Uganda, Zambia y Zimbabwe. Todas las granjas crían tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*) con la excepción de aquellas en Malawi, que crían las especies locales *O. shiranus* y *O. karongae*, conocidas como «chambo». Es poco probable que, por el rendimiento en crecimiento que presentan las tilapias, excluyendo a las *O. niloticus* y de las variedades silvestres de *O. niloticus*, sean competitivas a nivel mundial. Por tanto, se debería examinar el uso de variedades mejoradas de la tilapia del Nilo a lo largo del África subsahariana y mitigar las restricciones. Se deberían establecer centros de reproducción conjuntamente con entrenamientos prácticos.

Sin embargo, el principal obstáculo para un desarrollo competitivo del cultivo en jaulas en la región es la falta de disponibilidad de alimentos extruidos, producidos localmente, de alta calidad y a precios competitivos. Se debería utilizar la materia prima local. Este asunto, como también la falta de una economía de escala en la actualidad, son las fuerzas principales detrás de los altos costos de producción en la acuicultura en jaulas en África.

En algunos países, otros obstáculos incluyen la falta de capacitación para el cultivo en jaulas, falta de procesamiento y de rutas a mercados más desarrollados, precios altos y mala calidad de peces capturados en forma silvestre, falta de inversionistas dispuestos a correr el riesgo de invertir a largo plazo, falta de entendimiento y compromiso con el desarrollo de la acuicultura por parte del gobierno y falta de conocimientos para la identificación de las enfermedades y gerencia.

Los países necesitarán tratar estos asuntos y crear un ambiente que haga posible el cultivo en jaulas reconociendo los aspectos sociales y ambientales. Las estrategias y planes nacionales, el desarrollo de zonas acuícolas y campañas de concientización pública, incluyendo a los proveedores de capital, jugarán un papel importante.

¹ Lake Harvest, Box 322, Kariba, Zimbabwe.

² Consultor de acuicultura, 68 Jones Circle, Chocowinity, NC 27817 Estados Unidos de América.

INTRODUCCIÓN

Esta revisión es parte de un estudio encomendado por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) sobre el estado mundial del cultivo en jaulas en 2006. El documento estudia la historia del cultivo en jaulas en agua dulce en África subsahariana³, destaca ejemplos exitosos en la región (especialmente en Ghana, Kenya, Malawi, Uganda, Zambia y Zimbabwe), identifica los problemas que enfrenta el desarrollo de la industria y ofrece recomendaciones en cuanto a los caminos que podría seguir.

La trayectoria de la acuicultura en África ha sido inconsistente, y desde los años cincuenta su desarrollo se ha enfocado en los sistemas a nivel de subsistencia en estanques. La acuicultura comercial no ha estado bien promocionada en la región y por lo tanto fue lenta en desarrollarse. El cultivo en jaulas en África probablemente empezó como un medio que usaban los pescadores para mantener vivos a una cierta cantidad de peces antes de llegar al mercado (Masser, 1988). Inicialmente, las jaulas se fabricaban de madera o follaje, y los peces eran alimentados con sobras de comida o posiblemente basura o con peces capturados incidentalmente. El cultivo en jaulas más avanzado se inició en los años cincuenta cuando se empezó a utilizar material sintético en la construcción y amarre de las jaulas. Los estudios sobre el cultivo en jaulas se iniciaron recién en la década de 1960, ya que anteriormente el cultivo en estanques era económicamente viable y más popular y, por tanto, fue el foco de estudio en las instituciones académicas.

La acuicultura en jaulas fue introducida a modo de prueba en la década de 1980 cuando se presentó el momentum para el desarrollo de la acuicultura y el gobierno apoyó la realización de investigaciones acuícolas como parte de los planes de desarrollo nacionales (Masser, 1988). Donantes bilaterales y multilaterales incrementaron su asistencia técnica y la acuicultura empezó a desarrollarse sólidamente. Recientemente, las políticas de desarrollo de varios países de África fueron modificadas para reconocer que la acuicultura tiene su propio sector independiente (FAO, 2001).

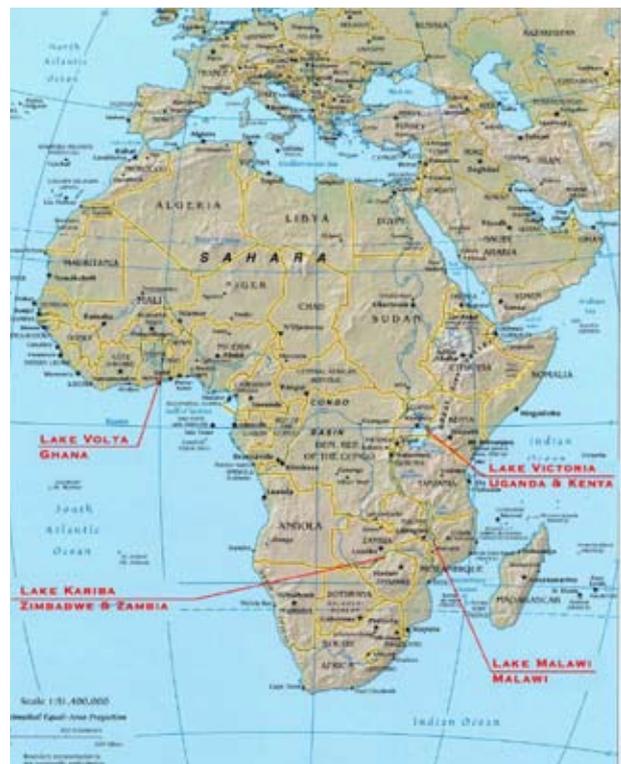
Las jaulas se han experimentado en forma piloto en Côte d'Ivoire, Ghana, Kenya, Malawi, Rwanda, Sudáfrica, Uganda, Zambia y Zimbabwe y el cultivo comercial en jaulas se está desarrollando actualmente en Ghana, Kenya, Malawi, Uganda, Zambia y Zimbabwe (los autores no pudieron verificar el estado del cultivo en jaulas en Côte d'Ivoire).

En la región no existen grandes ejemplos de cultivo en corrales o de cultivo en jaulas en agua marina o salobre. Se encuentran algunos proyectos piloto de menor escala de cultivo en corrales de ostras y abalon gigante en Namibia y Sudáfrica. Es así que el enfoque principal de este documento es el cultivo en jaulas en agua dulce en cuerpos de agua interiores.

Las tilapias son los únicos peces que han sido criados en jaulas en la región (principalmente la tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*), y «chambo» (*O. shiranus* y *O. karongae*). Han habido una o dos pruebas con el bagre (*Clarias gariepinus*) pero como no se cuentan con datos específicos, no se mencionan en este documento.

LA SITUACIÓN ACTUAL

El cultivo en jaulas se practica actualmente en Ghana, Kenya, Malawi, Uganda, Zambia y Zimbabwe.



Sitios de acuicultura en jaulas en África

³ La región del África subsahariana cubre Benin, Burkina Faso, Burundi, Camerún, Congo, Côte d'Ivoire, Etiopía, Gabón, Gambia, Ghana, Guinea, Kenya, Lesotho, Liberia, Madagascar, Malawi, Malí, Mauritius, Mozambique, Namibia, Níger, Nigeria, República Centroafricana, República Unida de Tanzania, Reunión, Rwanda, Senegal, Seychelles, Sierra Leona, Sudáfrica, Sudán, Swazilandia, Togo, Uganda, Zaire, Zambia y Zimbabwe.

Ghana

Existen dos compañías de cultivo en jaulas en Ghana: la *Crystal Lake Fish Ltd.* y la *Tropo Farms Ltd.* Ambas están situadas en el Lago Volta, uno de los lagos artificiales más grande del mundo. Establecida a finales de la década de los noventa en el distrito de Asuogyaman en la región oriental de Ghana, la *Crystal Lake Fish Ltd.* cría la tilapia nativa (*O. niloticus*) en estanques y tanques de concreto (crías y juveniles) y jaulas (desde alevines hasta el tamaño de mercado). La granja cuenta con 24 tanques circulares (8 m de diámetro cada uno) con fines de reproducción (8) y cría (16). Cuando los alevines alcanzan un peso individual de 5–8 g, son transferidos a una de las nueve jaulas (32 m de diámetro y 5 m de profundidad) que están situadas a alrededor 1 km de la costa en aguas con 25 m de profundidad. La densidad de siembra es de hasta 100 000 peces por jaula o de 0,5 a 1,0 kg/m³. Los peces son alimentados con pienso en polvo durante los primeros dos meses hasta alcanzar un tamaño de 40–50 g, luego, se les transfieren a otra jaula a una densidad de 50 000 a 60 000 peces por jaula por tres meses hasta alcanzar un tamaño individual de venta de 250 g. El ciclo de producción total es de cinco meses. La producción anual en 2006 fue de alrededor 340 toneladas por pescado entero, aunque



Inicio de actividades para una nueva empresa acuícola en el Lago Volta, Ghana



Alimentación de peces en la *Crystal Lake Fish Ltd.*, Lago Volta, Ghana

la compañía quiere ampliar la producción a unas 1 000 toneladas por año. La *Crystal Lake* tiene un acuerdo con las compañías distribuidoras locales. Todos los peces son eviscerados y transferidos a la capital para su futura distribución.

La *Tropo Farms* ha estado cultivando en estanques por seis años y en 2005 desarrolló un sitio piloto en el Lago Volta cerca de la represa Akosombo. La *Tropo* cría *O. niloticus* nativas en estanques (crías y juveniles) y en jaulas (desde alevines hasta el tamaño de mercado). La producción actual proveniente de jaulas es de alrededor 10 toneladas de tilapia entera por año, aunque la *Tropo* planea expandir sus operaciones de cultivo en jaulas. La *Tropo* vende pescado fresco de la granja al mercado de Ghana.

Información específica de las especies

La *Oreochromis niloticus* es nativa de Ghana pero la variedad local no es considerada favorablemente por algunos piscicultores debido a su lento índice de crecimiento. Se está llevando a cabo la cría selectiva de la variedad local como un intento de aumentar su rendimiento. Variedades introducidas como el GIFT (Mejoramiento Genético de Tilapias de Granja GIFT) no se permiten cultivar actualmente en jaulas en el país.

Tipo de Jaulas/corrales y tamaño y número de jaulas

La *Crystal Lake* cuenta con jaulas circulares de plástico que fueron adquiridas de Europa. Existen alrededor de 8 jaulas instaladas aproximadamente a 25 m en las aguas profundas del lago Crystal, cada una con un diámetro de 15 m y una profundidad de 4 m. Cada jaula está poblada con 50 000 alevines de la especie *O. niloticus* de 30 g los cuales son cultivados por espacio de seis meses.

La *Tropo* tiene un sitio piloto con ocho jaulas de 40 m³ cada una. Las redes de producción se fabrican localmente. Los juveniles de 10 g son transferidos desde los sitios de estanques de *Tropo* a los sitios de las jaulas, ubicado a una hora por buena carretera, y actualmente están siendo criados hasta alcanzar el peso de mercado de unos 350 g.

En la *Tropo*, el ritmo de intercambio del agua es muy bueno y la profundidad del agua es de alrededor 20 m.

Densidad de poblamiento

En la cosecha, se espera que la densidad de poblamiento sea de alrededor 40 kg/m³ en ambas granjas.

Producción por jaula por unidad de tiempo

La producción anual de la *Crystal Lake Fish Ltd.* es de alrededor 340 toneladas de pescado entero, mientras que la actual producción anual de la *Tropo* es de alrededor 10 toneladas de tilapia entera.

Tamaño de mercado y precio

El tamaño de mercado de la *Tropo* es de alrededor 350 g, mientras que en la *Crystal Lake* se crían hasta alcanzar un tamaño de mercado de alrededor 250 g.

Asuntos técnicos

Suministro de semillas

Ambas granjas piscícolas producen sus propios alevines. La *Crystal Lake* cuenta con su propio criadero con tanques de concreto y cría alevines en estanques más grandes de tierra forrados en plástico antes de ser transferidos a jaulas flotantes en el lago.

Alimentos y alimentación

La mayor restricción al cultivo comercial en jaulas en Ghana es la obtención de alimentos de alta calidad fabricados localmente, no existen alimentos extruídos locales. La *Tropo* prepara su propio alimento húmedo sumergible en el sitio y está en el proceso de obtener piensos pelletizados fabricados localmente. Mientras tanto, importa alimentos extruídos de alta calidad desde Europa a modo de prueba. El precio de los alimentos producidos localmente exceden los 400 \$EE.UU./tonelada debido a los precios relativamente altos de las materias primas. La *Tropo* ha informado que la tasa de conversión de alimento (TCA), utilizando sus propios alimentos, fue de 1,7 a 2,2, pero estos resultados son de estanques.



Jaulas de la Tropo Farms en el Lago Volta, Ghana

Enfermedades

No se han encontrado casos serios de enfermedades, aunque sí se han reportado casos de infecciones bacterianas externas (*Columnaris*) y piojo de peces (*Argulus*).

Asuntos socioeconómicos

La contribución total de la acuicultura a la economía de Ghana no ha sido separada de la contribución a la pesca en general. Las oportunidades de sustento identificadas están ligadas a la pesca de captura marina y continental. El diez por ciento de la población está involucrada en la industria pesquera tanto de áreas urbanas como rurales (IMM, 2004a; 2004b). En el caso de la *Crystal Lake*, la granja recluta a trabajadores de los pueblos y cerca de 15 trabajadores viven dentro de la misma.

Costos de producción

Los costos de producción deberían de estar por debajo de 1 \$EE.UU./kg de pescado entero para una granja grande de jaulas de tilapia en Ghana. Sin embargo, el precio de los alimentos es elevado de alrededor 400 \$EE.UU./tonelada y la variedad local *O. niloticus* es de crecimiento lento, según algunos productores. Con economías de escala mejoradas, se llegará a mejorar el rendimiento de crecimiento y la disponibilidad de alimentos extruídos de calidad a precios razonables. El cultivo en jaulas de tilapia puede llegar a ser una importante industria en Ghana.

Precio y mercadeo

La demanda de tilapia es grande y va en aumento en Ghana y Nigeria, con un precio a nivel de explotación de alrededor 2.20 \$EE.UU./kg. Las granjas venden el pescado entero o eviscerado en la puerta de granja pero se espera que el procesamiento y mercadeo se vuelva más sofisticado al aumentar

el volumen de producción. El pescado representa alrededor de la mitad del consumo de proteína animal del país. La mayoría de los productos piscícolas en Ghana se comercializan localmente y son frescos, compensando la disminución de suministros de las capturas pesqueras tradicionales. En el futuro, la *Crystal Lake* planea exportar filetes a la Unión Europea (UE).

Empleo

La *Tropo* emplea a 40 empleados en sus operaciones de estanques y jaulas, mientras que en 2005 la *Crystal Lake Fish* empleó a 50 trabajadores de los pueblos vecinos. La *Crystal Lake* ha demostrado cómo la acuicultura puede ayudar a los africanos a luchar contra la pobreza por medio de la creación de empleos y el mejoramiento de la calidad de vida.

El lago Volta apoya el medio de vida de 300 000 personas, entre las cuales 80 000 son pescadores y 20 000 son procesadores de pescado o comerciantes. Existen 1 000 personas involucradas en el subsector de la acuicultura, las cuales trabajan principalmente en cultivo en estanque (Mensah *et al.*, 2006).

Asuntos ambientales

El lago Volta es un gran embalse hidroeléctrico de agua dulce alimentado por el río Volta. La calidad del agua es óptima para el cultivo de tilapia, con temperaturas templadas durante todo el año. Se requiere de una evaluación del impacto ambiental (EIA) antes de permitir cualquier cultivo en jaulas en Ghana.

Contaminación

El lago Volta está libre de contaminación y la calidad del agua es excepcionalmente óptima para la acuicultura.

Escapes

No se ha reportado ningún escape.

Impactos ecológicos

En el lago Crystal, el agua efluente del criadero de peces es utilizada para producir hortalizas en una parcela de una hectárea y son distribuidas sin costo a la gente local.

Asuntos institucionales

Marco legal y de política

La acuicultura es regulada por la Junta Directiva de Pesca (DoF), la Agencia de Protección Ambiental, la Comisión de Recursos del Agua y Asambleas

locales. DoF es la agencia líder encargada del control administrativo de la acuicultura, es también la principal institución responsable del planeamiento y desarrollo del subsector acuícola. El Consejo de investigación científica e industrial (CSIR), una organización paraguas que supervisa a todas las organizaciones de investigación, es la encargada de llevar a cabo los estudios sobre la acuicultura. Ambas agencias son solventadas por el gobierno. El lago Crystal es de propiedad privada y ha obtenido asistencia de la Corporación Internacional de Finanzas (*Africa Project Development Facility*).

Capacitación

Existen varias instituciones gubernamentales relacionadas con el estudio de la acuicultura y la capacitación. Esto incluye a la Junta Directiva de Pesca, la Universidad de Ciencia y Tecnología Kwame Nkrumah, la Universidad de Ghana, la Universidad de Cape Coast y el Instituto de Agricultura Kwadaso. Se emplean consultores a medio tiempo para capacitar a los supervisores locales y trabajadores en las operaciones de las granjas piscícolas.

Organizaciones no gubernamentales (ONG)

Varias ONG están involucradas en la acuicultura pero ninguna está promoviendo específicamente el cultivo en jaulas en Ghana.

Otros

Recientemente, el Banco Mundial estuvo comprometido con el financiamiento de algunos proyectos de pesca y acuicultura.

Kenya

El cultivo comercial en jaulas se inició en Kenya en 2005. Hubo un sitio piloto de jaulas en la década de 1980 que ya dejó de existir. Las únicas jaulas



Jaulas piloto en Kenya, década de 1980

existentes son para la tilapia (*Oreochromis niloticus*) y son operadas por la empresa *Dominion Farms Ltd.* en Yala, cerca del Lago Victoria en Kenya.

Información específica de las especies

La tilapia del Nilo no es nativa de Kenya pero se permite para la acuicultura en el lago Victoria porque fue introducida allí en el año 1970 y ha tenido éxito. No se han introducido con posterioridad ningún otro material genético. Actualmente se está llevando a cabo un programa de cría selectiva en Yala con el propósito de mejorar el comportamiento de la población local de peces bajo las condiciones de cultivo.

Tipo de jaulas/corrales y tamaño y número de jaulas

Las jaulas existentes son pequeñas (4 m³), están fuertemente pobladas y consisten en jaulas con marco de madera tipo hapa ubicadas en áreas de represas y canales de irrigación en la nueva zona arable en el *Dominion*, en Yala. Actualmente existen 30 de estas jaulas. Las redes de producción se fabrican localmente en Kenya.

Densidad de población

Se espera que la densidad de la siembra alcance los 200 kg/m³.

Asuntos técnicos

Suministro de semilla

Los alevines de tilapia son producidos por la *Dominion Farms* y las jaulas se pueblan con los juveniles del propio criadero de tilapia de la *Dominion*. El Departamento de Pesca ha estado produciendo alevines de varias especies (principalmente tilapia) en sus centros de producción de alevines (*Lake Basin Fry Production Centres*).

Alimento y alimentación

Obtener buena calidad de alimento fabricado localmente es uno de los obstáculos más difíciles para la acuicultura comercial en jaulas en el país. Las materias primas se encuentran localmente a precios razonables (Radull, 2005) pero la extrusión no es posible actualmente. *Dominion* planea implementar su propio extrusor. Actualmente, el precio de los alimentos es de alrededor 350 \$EE.UU./tonelada en Kenya para los alimentos de juveniles de tilapia.

Enfermedades

No se han reportado casos de enfermedades.

Asuntos socioeconómicos

La acuicultura ha llegado a ser recientemente la fuente de proteína animal en varias partes de Kenya. Un número de piscicultores a nivel de subsistencia se volvieron piscicultores comerciales de pequeña escala. Algunos de los acuicultores comerciales que están iniciándose en la producción, quieren producir para el mercado local y de exportación; de allí que sea probable que en los próximos años la acuicultura haga una contribución importante a la seguridad alimentaria y a las ganancias en moneda extranjera.

Costos de producción

Los costos de producción deberían ser menos de 1 \$EE.UU./kg de pescado entero para una granja grande de jaulas de tilapia. Sin embargo, las actuales economías de pequeña escala y con una baja calidad en los alimentos hacen subir los costos de producción.

Precio y mercadeo

Las tilapias silvestres capturadas y la perca del Nilo (*Lates niloticus*) se encuentran en Kenya a un precio accesible. Sin embargo, la disponibilidad está disminuyendo debido a que la sobrepesca y los precios están en constante aumento. Actualmente, el cultivo en jaulas está enfocándose en el pescado entero y filetes frescos o congelados para el mercado local.

Empleo

Actualmente, el cultivo en jaulas en Kenya emplea menos de 10 personas.

Asuntos ambientales

Los lagos Victoria y Turkana ofrecen gran potencial para el cultivo en jaulas. La calidad del agua es buena y las temperaturas del agua son templadas durante todo el año, pero la cuenca oriental del lago Victoria es relativamente poco profunda y el lago Turkana está distante. Estos factores conspiran para retrasar el desarrollo del cultivo en jaulas.

Contaminación

Se requiere de una evaluación del impacto ambiental (EIA) antes de permitir cualquier actividad de cultivo en jaulas.

Escapes

No se han reportado casos de escapes.

Impactos ecológicos

Los lagos brindan una importante fuente de pesca comunal y, como en Uganda, hay cierta resistencia a la idea del cultivo en jaulas y esto se debe probablemente a que esta actividad es desconocida o no bien entendida. Es probable que esta situación cambie en los próximos cinco años.

Asuntos institucionales

Marcos legales y de políticas

La acuicultura está controlada por el Departamento de Pesca en el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. El departamento es responsable de la administración y desarrollo de la pesca y la acuicultura, la aplicación de las regulaciones de pesca incluyendo la autorización, colección e informe de las estadísticas de pesca, encuestas de mercado, seguridad en la calidad del pescado y control en las importaciones y exportaciones de pescado y productos pesqueros (FAO, 2004a).

Capacitación

Se ofrecen ocasionalmente cursos de capacitación acuícola en Kenya. El Departamento de Pesca, en colaboración con la Universidad de Moi también emprende programas extensivos en acuicultura. El Departamento de Pesca de la Universidad de Moi ha desarrollado instalaciones acuícolas que serán utilizadas para servicios de capacitación, investigación, demostración y extensión en la región (FAO, 2004a). Sin embargo, esto es básicamente cultivo en estanques y los autores no tienen información directa sobre la capacitación para el cultivo en jaulas.

Organizaciones no gubernamentales

Existen varias ONG involucradas en la acuicultura en Kenya, a pesar de que ninguna está promoviendo específicamente el cultivo en jaulas. La Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID) se ha involucrado activamente en el desarrollo acuícola rural desde los años noventa.

Malawi

La *Maldeco Ltd.*, una antigua y sólida compañía de pesca y procesamiento de peces que se extendió al cultivo en jaulas en 2004 en el Lago Malawi, cuenta con la única jaula en el país. Cría *Oreochromis shiranus* (conocida localmente como «chambo») en estanques (reproducción y juveniles) y en jaulas (desde alevines hasta el tamaño de mercado). La producción anual actual es de alrededor

100 toneladas de pescado entero, pero en cinco años, *Maldeco* planea producir 3 000 toneladas por año. La compañía procesa los pescados en un sitio cerca de Mangochi y comercializa sus productos en Malawi como pescado entero y filetes congelados.

Información específica sobre especies

Oreochromis shiranus, *O. karongae* y tilapia de pecho colorado (*Tilapia rendalli*) son especies nativas del Lago de Malawi. La especie *Oreochromis niloticus* no es nativa de Malawi y las políticas actuales prohíben su introducción, como también la de otras especies exóticas.

La búsqueda de especies exóticas aptas para la acuicultura es una actividad que se viene desarrollando desde 1960, apoyada por varios proyectos. Se fomenta también la mejora genética de especies exóticas. La cría selectiva del *O. shiranus* y de la *T. rendalli* con respeto a su rendimiento genético, se está llevando a cabo en el Centro Nacional de Acuicultura de Malawi (Chimatiro y Chirwa, 2005).

Tipos de jaula/corral, tamaño y número de jaulas

La *Maldeco Ltd.* se encuentra en el Distrito de Mangochi, en la región del sur del país. Cuenta con jaulas cuadradas de acero, de 6 m de profundidad y son importadas de Europa. El sitio de cultivo se encuentra a 200 m de la costa aproximadamente y en aguas profundas, con buenas corrientes causadas por el inicio del flujo desde el lago al Río Shire. Las redes de producción están hechas de nylon y son importadas de Europa.

Actualmente *Maldeco* cuenta con un sólo sitio con 10 jaulas. Los juveniles son transferidos de los estanques y criados hasta los 300 g o más, lo que viene a ser el tamaño de la tilapia entera en gran demanda en África.

Nivel de producción

Maldeco tiene la intención de producir alrededor de 3 000 toneladas de tanques y jaulas.

Mercado

Existe una gran demanda por los peces cultivados en las áreas altas lejos de los lagos y centros urbanos (Chimatiro y Chirwa, 2005).

Asuntos Técnicos

Suministro de semillas

Maldeco reproduce sus propios alevines en estanques de tierra a 13 km del sitio de las jaulas.

Alimento y alimentación

El mayor obstáculo que tiene el cultivo en jaulas en Malawi es la obtención de alimentos de alta calidad y manufacturados localmente. Los alimentos extruídos no se producen localmente.

Enfermedades

No se han encontrado problemas de enfermedades.

Asuntos socioeconómicos

La acuicultura en Malawi contribuye a la seguridad alimentaria en términos de acceso a los alimentos, incremento en la producción, mejora en la capacidad de los hogares para adquirir alimentos y mejora en la utilización de las tierras agrícolas para la producción de los mismos (Jamu y Chimatiro, 2004). Los recursos de pesca contribuyen con el 4 por ciento del producto interno bruto (PIB). La acuicultura es responsable del alrededor 2 por ciento de la producción de pescado de la nación (Chimatiro y Chirwa, 2005).

Costos de producción

Los costos de producción deberían estar por debajo de 1 \$EE.UU./kg de tilapia entera para una granja grande de jaulas en Malawi. Sin embargo, la mala calidad de los alimentos, la escasa economía de escala y los costos de investigación y desarrollo que implica el desarrollar nuevas tilapias para el cultivo en jaulas, hacen aumentar los costos de producción. Los datos sobre los costos de producción actual no estaban disponibles.

Precio y mercadeo

Maldeco comercializa su propio pescado ya sea entero o en filetes congelados a las cadenas de supermercados locales y otros puntos de venta. Los precios de la tilapia entera se venden a más de 2 \$EE.UU./kg.

Asuntos ambientales

El lago Malawi es uno de los grandes lagos de África. La calidad del agua es buena para el cultivo en jaulas, aunque, al igual que Zimbabwe, Malawi tiene tres meses de frío (de junio a agosto) lo que hace retrasar el índice de crecimiento de los peces. Algunas veces, se reportan muertes de peces debido a la mezcla del agua del lago Malawi.

Contaminación

Maldeco lleva a cabo una EIA antes de iniciar con las operaciones de cultivo en jaulas.

*Asuntos institucionales**Políticas y marcos legales*

La pesca y la acuicultura son controladas por el Departamento de Pesca. La pesca es un sector importante en la economía de Malawi a pesar de la disminución de los recursos naturales pesquera del lago en los últimos 20 años. Por razones de seguridad alimentaria, la acuicultura está entre los objetivos de desarrollo del país, porque el pescado es la fuente selecta de proteínas y porque el lago Malawi ofrece grandes oportunidades para el cultivo en jaulas. Una vez que la industria se haya establecido, Malawi tiene también en la mira la exportación de pescados cultivados.

El Departamento de Pesca de Malawi, del Ministerio de Minas, Recursos Naturales y Asuntos Ambientales, es responsable de la gestión y desarrollo del sector acuícola.

Maldeco arrienda áreas del gobierno en el Lago Malawi para el amarre y las operaciones en jaulas.

Capacitación

Se ofrece capacitación en el Centro Nacional de Acuicultura y el Instituto Bundu. El Sistema de Producción Acuícola de Malawi «Gold Standard» es un modelo tanto para el cultivo comercial rentable de peces en pequeña escala como para una serie de materiales para capacitación de extensión a fin de diseminar el modelo entre los piscicultores en las áreas adecuadas de Malawi. Esto fue desarrollado por un grupo de 10 expertos técnicos del Centro Mundial de Pesca (*WorldFish Centre*, WFC), rectores de institutos y el Departamento de Pesca, con el apoyo de la USAID/Malawi – dirigirse a: <http://www.usaid.gov/mw/pressandinfo/aquaculture.htm>.

Organizaciones no gubernamentales

Existen varias ONG involucradas en la acuicultura, pero ninguna está promoviendo el cultivo en jaulas específicamente. El WFC está trabajando con el Departamento de Pesca de Malawi para ayudar a los acuicultores a aprovechar más sus tierras, aunque esto generalmente sea una acuicultura de subsistencia o rural. USAID ha estado apoyando al sector pesquero en Malawi.

Uganda

El cultivo en jaulas es una nueva actividad en Uganda, se ha iniciado a comienzos de 2006 y es una prioridad de desarrollo para el gobierno. Esto es porque los ingresos de la escasa pesca silvestre

son una fuente importante de divisa extranjera para el país y el gobierno cree que la acuicultura complementará estos ingresos. Actualmente existen sólo tres sitios de jaulas piloto en el Lago Victoria, y en las áreas Entebbe y Jinja. Estos sitios son administrados por la *Son Fish Farm Ltd*, *United Fish Packers Ltd* y forman parte del programa de desarrollo para la acuicultura, financiado por la USAID, por tres años hasta el 2008. Aún no se tienen datos del funcionamiento de las jaulas.

Información específica de las especies

La *Oreochromis niloticus* es una especie nativa en varias partes de Uganda, aunque fue introducida al Lago Victoria en la década de 1970, donde ha prosperado.

No se ha introducido posteriormente otro material genético importado. Actualmente se está llevando a cabo un programa de cría selectiva que tiene como objetivo mejorar el rendimiento de la población local bajo condiciones de cultivo. Aunque la información disponible sugiere que el índice de crecimiento es satisfactorio, se está considerando la introducción de variedades mejoradas del exterior porque Uganda desea acelerar el desarrollo de la acuicultura.

Tipo de jaulas/corrales y tamaño y número de las jaulas

Los sitios pilotos cuentan con jaulas muy poco pobladas de no más de 5 m³ cada una. Actualmente, existen 15 de estas jaulas en el país. Todos los sitios están en la costa y en áreas poco profundas (<5 m de profundidad). Los marcos de las jaulas están contruidos localmente y utilizan flotadores de poliestireno y veredas de madera. Las redes de producción son de nylon y están hechas en Uganda. Las redes anti predadores se utilizan como medida preventiva, aunque el riesgo de depredación no se ha determinado aun.

Los juveniles (10 g) son trasladados de un criadero público, y su crianza comercial será desarrollada en la granja *Son Fish Farm* en Jinja. Los peces son engordados hasta el tamaño de mercado de exportación de 700 g y serán procesados para exportación en cualquiera de las 17 plantas de pescado aprobadas por la UE.

Densidad de poblamiento

La densidad de poblamiento es de 200 peces por m³ en jaulas experimentales. Se espera obtener 100 kg/m³ en la cosecha.

Asuntos Técnicos

Suministro de semillas

Los alevines de tilapia se producen en un criadero público ubicado en Kajjansi (cerca de Kampala) y se espera que luego sean producidos por la *Son Fish Farm Ltd* en Jinja.

Alimentos y alimentación

El obstáculo más difícil para el cultivo comercial en jaulas es el obtener alimentos de buena calidad elaborados localmente. Las materias primas están disponibles localmente a precios razonables pero la extrusión no se encuentra actualmente disponible.

Enfermedades

No se han informado casos de enfermedades.

Asuntos socioeconómicos

Costos de producción

Los costos de producción deberían estar por debajo de 1 \$EE.UU./kg de pescado entero para una granja grande de tilapia pero esto no se ha podido comprobar.

Precio y mercadeo

La tilapia silvestre y la perca del Nilo se venden en Uganda a precios relativamente razonables. Sin embargo, su disponibilidad está decayendo debido a la sobrepesca y la constante subida de los precios. Actualmente el cultivo en jaulas tiene en la mira al mercado europeo para los filetes frescos, aunque es probable que el mercado regional, especialmente la República Democrática del Congo, Kenya y Uganda misma, se vuelvan importantes dentro de cinco años.

Empleo

El cultivo en jaulas emplea actualmente a menos de 20 personas pero se espera que se convierta en una actividad importante dentro de cinco o diez años.

Otros

Los lagos cuentan con una pesca de captura importante y de propiedad comun. Existe resistencia a la idea de cultivo en jaulas probablemente porque esta actividad es nueva y malentendida. Se espera que esta situación cambie dentro de cinco años.

Asuntos ambientales

Los lagos Victoria, Kyoga y Albert y el río Nilo ofrecen un enorme potencial para el cultivo en jaulas. La calidad del agua es buena y porque

Uganda se encuentra en el ecuador, las temperaturas son templadas durante todo el año.

Contaminación

Antes de que se permita cualquier actividad de cultivo en jaulas se requiere una EIA.

Escapes

Hasta la fecha no se han reportado casos de escapes.

Asuntos institucionales

La acuicultura está controlada por la Unidad de Acuicultura del Departamento de Pesca. La más importante fuente de divisa extranjera lo provee la exportación pesquera del país.

La captura silvestre ha alcanzado su rendimiento sostenible máximo y la acuicultura está siendo promovida con gran fuerza no sólo por razones de seguridad alimentaria sino también para complementar los volúmenes y asegurar los ingresos futuros de exportación.

El Departamento de Pesca es la autoridad competente responsable de la calidad del pescado para la exportación.

Capacitación

Ocasionalmente se ofrecen cursos de capacitación en el país. La ley del Sistema Nacional de la Investigación Agrícola (*National Agriculture Research System Act*) ha hecho que la investigación de la acuicultura esté abierta para las instituciones públicas y privadas y para aquellas entidades capaces de llevar a cabo las tareas de investigación requeridas, como universidades e instituciones de consultoría y entrenamiento.

El Centro de Desarrollo e Investigación Acuícola de Kajjansi (*Kajjansi Aquaculture Research and Development Centre*) es el instituto principal para las investigaciones estratégicas en el país. «Las prácticas en la granja» y las «investigaciones participativas del acuicultor» han sido la regla.

Las investigaciones acuícolas han sido financiadas por organizaciones y entidades, incluyendo ONG, universidades, agencias donantes y gobiernos locales y, tanto estudiantes como acuicultores están interesados en entender y resolver las cuestiones relativas a la acuicultura comercial.

El Instituto de capacitación pesquera en Entebbe brinda oportunidades para la investigación, ofreciendo diplomas y capacitación certificada (Mwanja, 2005).



Una de las tres granjas de jaulas en el Lago Kariba, Zambia

Organizaciones no gubernamentales

Existen varias ONG involucradas en la acuicultura en Uganda aunque ninguna de ellas fomenta el cultivo en jaulas específicamente.

Zambia

Existen tres granjas de jaulas pequeñas en Zambia que operan en el Lago Kariba, en el área de Siavonga, establecidas en la década de 1990. Ninguna produce más de 10 toneladas de pescado entero por año. Todas cultivan *Oreochromis niloticus* y todas producen sus propios alevines y juveniles⁴.

La empresa *Lake Harvest Aquaculture* en Zimbabwe está investigando actualmente el establecimiento de una granja satélite de jaulas en Zambia.

Información específica de las especies

La *Oreochromis niloticus* no es nativa de Zambia y fue introducida en la década de 1980 para la cría a lo largo de la ribera del Kambezi. No se han introducido posteriormente ninguna especie mejorada y es probable que exista un alto nivel de endogamia entre la población cultivada. Se está considerando la introducción de variedades mejoradas.

Tipo de jaulas/corrales y tamaño y número de jaulas

Las tres granjas cuentan con jaulas cuadradas de alrededor 40 m², con veredas de madera. Las redes de producción son de nylon y están hechas en Zimbabwe o son importadas. No se utilizan redes

⁴ Nota del editor: según Maguswi (2003) habían 4 empresas comerciales practicando cultivo en jaulas en el Lago Kariba. Cada una de ellas contaba con 44 jaulas de 6 m x 6 m x 6 m (216 m³) y 10 corrales para criar *Oreochromis niloticus* y utilizaban pienso en gránulos.



Jaulas de madera en el Lago Kariba, Zambia

anti predadores. Los tres sitios se sitúan en áreas costeras poco profundas (< 5 m de profundidad) y se encuentran lo suficientemente cerca de la costa para contar con veredas que llegan hasta los sitios. El número total de jaulas son de alrededor 30. Los juveniles son transferidos desde los sitios de los estanques a las jaulas, donde son engordados hasta alcanzar un tamaño de mercado de 350 g.

Densidad de poblamiento

En el momento de la cosecha, la densidad de reproducción es de alrededor 20 kg/m³.

Producción por jaula por unidad de tiempo

El volumen promedio de la producción de jaulas más grandes (216 m³) es de 3.5 toneladas (Maguswi, 2003).

Asuntos técnicos

Suministro de semillas

Las tres granjas de jaulas producen sus propios alevines.

Alimentos y alimentación

En Zambia se encuentran alimentos extruídos de bastante buena calidad, manufacturados localmente, pero el precio es elevado, más de 400 \$EE.UU./tonelada y no todos los acuicultores los usan.

Tiger Animal Feeds es el productor más grande de Zambia especializado en alimento animal. Mientras que las aves de corral, los cerdos y los alimentos lácteos constituyen el grueso de su producción, la compañía está también involucrada con la preparación y fabricación de alimentos para peces y cocodrilos. La compañía se beneficia de sus empleados altamente cualificados, de su equipo de fábrica de piensos y de los acuerdos con compañías europeas de alimentos para peces. Los niveles de producción varían con la demanda, y las aves de

corral encabezan la lista. La compañía se enfoca en desarrollar la mezcla para varios alimentos con el fin de asegurar una calidad continua y consistente de los productos. Todos los alimentos se preparan con el 95 por ciento de ingredientes de alta calidad y materia prima local controlados en laboratorio (P.ej. harina de trigo, harina de maíz, aceite de cocinar) (FAO, 2004b; Bentley y Bentley, 2005).

Enfermedades

No se han reportado casos de enfermedades.

Asuntos socioeconómicos

La producción de pescado es importante para la economía nacional y contribuye significativamente con el empleo, los ingresos y a la producción de alimentos. Se estima que el 55 por ciento del consumo promedio nacional de proteína proviene del pescado. En Zambia, la presencia del pescado entre los gastos alimenticios del hogar aumenta en directa proporción con el aumento de los niveles de pobreza. Se estima que la contribución del pescado en el producto interno bruto (PIB) alcance el 3,8 por ciento. Esta estimación se basa en gran parte en la contribución de la pesca de captura porque la producción de la piscicultura no se reporta con regularidad (Maguswi, 2003).

Costos de producción

Los costos de producción deberían ser menos de 1 \$EE.UU./kg por pescado entero para una granja grande de tilapia. Sin embargo, el costo relativamente elevado de los alimentos como también la escasa economía de escala producen una rentabilidad marginal.

Precio y mercadeo

Las tres granjas de jaulas venden sus pescados frescos en la puerta de granja para el mercado de Zambia. Los mercados de suministro existen en las principales ciudades. La demanda y los precios son intensos en el país.

Empleo

No se dispone de estadísticas.

Asuntos ambientales

El Lago Kariba es un lago de 5 000 km² de agua dulce con una represa hidroeléctrica alimentada por el río Zambezi. La calidad del agua es buena para el cultivo en jaulas, aunque los tres meses de clima frío (de junio a agosto) hacen retardar el crecimiento de los peces.

Contaminación

Se requiere un EIA antes de cualquier operación piscícola de jaulas.

Escapes

No se han informado de casos de escapes.

Asuntos institucionales

Políticas y marco legal

La acuicultura en Zambia está regulada por el Departamento de Pesca del Ministerio de Agricultura y Cooperativas. Para tener una clara idea de los objetivos del desarrollo de la acuicultura, en 2004 se preparó una Estrategia Nacional de Desarrollo Acuícola (NADS).

Zambia es un país consumidor de pescado y por ello se fomenta el cultivo en jaulas y en estanques. El lago Kariba ofrece grandes oportunidades de expansión industrial.

Capacitación e investigación

Se ofrece poca capacitación formal en acuicultura. Existen cinco centros de investigación acuícola en el país que son administrados por el Departamento de Pesca. Estos son los únicos centros del país en donde se llevan a cabo estudios sobre la acuicultura.

Los programas se delimitan en estrecha colaboración con los granjeros y los oficiales de extensión. Los centros reciben donaciones del gobierno y de agencias. Se presentan reportes mensuales, trimestrales y anuales para la revisión de las actividades, seguimiento y verificación de los resultados.

El Instituto de Desarrollo de los Recursos Naturales (NRDC) en la Provincia de Kasaka ofrece un curso de pesca de tres años que incluye la acuicultura. El Instituto de Capacitación Pesquera de Kasaka en la ciudad de Kafue (Provincia de Lusaka) ofrece un curso sobre pesca y acuicultura para los técnicos que trabajan con piscicultores (Maguswi, 2003).

Otros

El proyecto Promoción Rural de la Acuicultura (RAP) es el resultado de un esfuerzo conjunto entre el Departamento de Pesca de Zambia (DOF) y el Cuerpo de Paz de los Estados Unidos desde 1996.

Como parte de los esfuerzos para desarrollar la acuicultura, el Gobierno de la República de Zambia solicitó al gobierno de Japón apoyar la capacitación de servicios para los oficiales de pesca por medio de la Agencia de Cooperación Internacional de Japón (JICA).

Zimbabwe

La única operación de cultivo en jaulas en Zimbabwe la lleva a cabo la *Lake Harvest Aquaculture (Pvt) Ltd (Lake Harvest)*. Establecida en 1997 en el lago Kariba al norte de Zimbabwe, la *Lake Harvest* es una granja moderna integrada verticalmente que cultiva *Oreochromis niloticus* en estanques (cría y juveniles) y en jaulas (cría desde los 10 g hasta el tamaño de mercado). La producción anual es de alrededor 3 500 toneladas de pescado entero. La *Lake Harvest* procesa su pescado en el sitio y comercializa sus productos en Europa, principalmente como filetes frescos, y en la región, como filetes congelados y como pescado entero. Los subproductos se venden localmente para el consumo de la población y son utilizados por la propia granja de cocodrilos de la *Lake Harvest*.

Información específica de las especies

La *Oreochromis niloticus* no es nativa de Zimbabwe y fue introducida por el gobierno en la década de 1980 para su cría a lo largo de la ribera del río Zambezi. No se ha introducido ningún material genético fresco con posterioridad y se presume que exista un alto nivel de endogamia entre la población cultivada pero esto no ha sido confirmado aún. La introducción de variedades mejoradas del exterior está siendo considerada y mientras tanto, está en progreso la cría selectiva.

Tipo de jaulas/corrales y tamaño y número de jaulas

La *Lake Harvest* utiliza jaulas circulares de plástico adaptadas del diseño europeo para el salmón del Atlántico. Fabrica sus propias jaulas con capacidad de 1 000 m³, aunque actualmente está experimentando con jaulas más pequeñas. Las redes de producción son de nylon y fabricadas en el sitio con paneles de redes importadas. Cada jaula cuenta con una red contra depredadores hecha de redes de arrastre de polietileno, y esta es necesaria ya que el lago Kariba hospeda al pez depredador tigre (*Hydrocynus* spp.) y a cocodrilos. La *Lake Harvest* entrena a un equipo interno de buzos quienes se sumergen en las redes en busca de agujeros, escapes y controlan la integridad de las redes y amarres. Cada sitio cuenta con 14 jaulas. Existen seis sitios ubicados a una distancia de 1 km y hay un total de 84 jaulas. La profundidad del agua en los sitios varía entre 20 y 50 m. Los juveniles que pesan 10 g son transferidos de los estanques de la *Lake Harvest* a las «jaulas de juveniles» donde se crían hasta los 80 g. Luego, son transferidos a las «jaulas de producción» y criadas

hasta alcanzar un tamaño de mercado de alrededor 600 g, un buen peso promedio para el comercio de filetes y pescado entero.

Densidad de poblamiento

La densidad de repoblación es de 250 juveniles por m³ y 80 ejemplares crecidos por m³. La densidad de cosecha es de 45 kg/m³.

Asuntos técnicos

Suministro de semillas

La *Lake Harvest* produce sus propios alevines (hasta 5 millones por mes) y ha desarrollado un programa de cría selectiva para mejorar el rendimiento del crecimiento. La compañía sobreproduce alevines y elimina a los de crecimiento lento a los 3 g. Actualmente, se busca nuevos materiales genéticos. La *Lake Harvest* también vende alevines a terceros países para sus programas de repoblación en sus lagos represados, aunque la demanda es baja hoy en día.

Alimentos y alimentación

El obstáculo más grande del cultivo comercial en jaulas en Zimbabwe es el obtener alta calidad de alimentos fabricados localmente. Desde los inicios de la *Lake Harvest* han surgido problemas con la disponibilidad local de materia prima, altos precios y calidad de producto. Se dispone de extrusión pero de baja calidad. Los precios varían entre 275 \$EE.UU./tonelada y 400 \$EE.UU./tonelada para los piensos tipo «finalizado» (*finisher*) para la tilapia. Se ha reportado un factor de conversión alimenticia (TCA) de 2.1 a 2.4.

Enfermedades

No se han dado casos serios de enfermedades, aunque de vez en cuando algunos peces presentan lesiones en la piel que están infectadas con *Aeromonas hydrophila*. Este problema se está controlando.

Asuntos socioeconómicos

Costos de producción

Los costos de producción deberían ser menos que 1 \$EE.UU./kg de pescado entero para una granja grande de tilapia. Sin embargo la hiperinflación y el difícil ambiente económico han hecho subir los costos de producción, haciéndola poco rentable.

Precio y mercadeo

La *Lake Harvest* tiene su propia oficina de venta y comercio en Luxemburgo que vende principalmente filetes frescos a grandes distribuidores a lo largo de

Europa. Los principales puntos de venta son los mostradores para el pescado fresco y las cadenas de supermercado para los preempaquetados. La *Lake Harvest* vende también el 45 por ciento de su producción como filetes congelados y pescado entero en Zambia, Zimbabwe, Botswana, Malawi y Sudáfrica. La demanda está creciendo y los precios se mantienen firmes en estos mercados.

Empleo

La *Lake Harvest* emplea a alrededor 200 personas en sus operaciones pesqueras, 90 empleados en las operaciones de jaulas y el resto en operaciones de estanques, fabricación de redes, reparación, mantenimiento y administración.

Asuntos ambientales

El Lago Kariba es un lago con una represa hidroeléctrica de 5 000 km² de agua dulce alimentada por el río Zambezi. La calidad del agua es buena para el cultivo en jaulas, aunque los tres meses de clima frío (de junio a agosto) hacen retardar el crecimiento de los peces.

Contaminación

Las operaciones en el lago Harvest no han tenido un impacto adverso sobre el medioambiente del lago, lo cual se puede confirmar con el Programa de Vigilancia Ambiental.

Escapes

La *Lake Harvest* utiliza un sistema de redes doble en sus jaulas para reducir el escape directo de los peces al lago.

Impactos ecológicos

La *Lake Harvest* ha llevado a cabo un detallado EIA antes de instalar las jaulas. La Universidad de Zimbabwe realiza auditorías ambientales semestrales, cuyo resultados se presentaron a las autoridades pertinentes. El lago Kariba se encuentra en un parque nacional operado por la Autoridad de Parques y Flora y Fauna Silvestres de Zimbabwe. Desde que comenzaron las operaciones en jaulas hace más de nueve años, la auditoría no ha identificado ningún cambio ambiental. Se ha observado un aumento en la captura de peces silvestres alrededor de las jaulas, así como también un aumento en la abundancia relativa de *Oreochromis niloticus* en la cuenca oriental del lago donde se sitúan las jaulas. Esto podría deberse a que los alimentos para peces en el área atraen la población natural de *O. niloticus*.

Asuntos institucionales

Marco legal y de política

La acuicultura está controlada en última instancia por la Autoridad de Parques y Flora y Fauna Silvestres, aunque los asuntos sanitarios en el procesamiento de pescado son controlados por el Departamento de Ganadería y Servicios Veterinarios. La acuicultura es un sector emergente en la economía del país pero aún no es muy conocida por las instituciones a pesar de su alto potencial de expansión en el lago Kariba y el valle Zambezi. La *Lake Harvest* arrienda áreas del lago Kariba a la Autoridad de Parques y Flora y Fauna Silvestres para las operaciones en jaulas y amarre.

Capacitación

No existe capacitación en acuicultura en el país, sólo entrenamiento en el trabajo en la *Lake Harvest*.

Organizaciones no gubernamentales

No existe ninguna ONG involucrada en el cultivo en jaulas en Zimbabwe.

EL CAMINO A SEGUIR

Socioeconomía y mercadeo

Objetivos y planes nacionales

Un reciente taller técnico ha concluido que la acuicultura en jaulas representa una oportunidad de desarrollo importante para varios países africanos, pero requerirá de un marco de política efectiva para asegurar que se superen los obstáculos estructurales al desarrollo y que el desarrollo sea equitativo y sostenible. El progreso exitoso de la acuicultura en jaulas dependerá de muchos factores. El desafío para el gobierno y el sector privado es el de trabajar juntos para tratar estos asuntos en forma detallada a nivel de granja, local, nacional y regional (Halwart y Moehl, 2006).

La acuicultura comercial se está desarrollando lentamente en los países mencionados. Existe un creciente interés en el cultivo en jaulas pero se requiere del apoyo de inversionistas. Se necesita mejorar el desarrollo y la aplicación de políticas, estrategias y marcos legales y reglamentarios para dar paso no sólo al cultivo en jaulas sino a todas las formas de acuicultura comercial en el África subsahariana.

La acuicultura comercial surgió en los últimos cinco años, y esto se pudo haber debido al aumento en el precio del pescado (Hecht, 2006). El Panorama General del Sector Acuícola Nacional de África subsahariana de la FAO revela que el sector comercial contribuye aproximadamente con

el 65 por ciento del total de la producción pesquera en agua dulce y salobre, mientras que cerca del 100 por ciento de la producción del cultivo marino del sector comercial (Awity, 2005; Chimatiro y Chirwa, 2005; Maguswi, 2003; Mwanja, 2005). Se ha comprobado que las aguas interiores como el lago Kariba, lago Malawi y el lago Victoria tienen un gran potencial para el cultivo y producción en jaulas y la industria está lista para crecer.

Ya se ha establecido el cultivo marino de camarones en Mozambique, de ostras en Sudáfrica y Namibia y de abalon gigante en Namibia y esto ha sentado las bases para un incremento en la producción y la comercialización de otras especies.

En Zimbabwe, la hiperinflación y el complejo ambiente económico ha hecho aumentar los costos de producción, haciendo difícil la rentabilidad y la expansión de sus operaciones de cultivo en jaulas.

Con el fin de proveer una plataforma sólida para la acuicultura comercial, se requiere del apoyo del sector público para la capacitación del personal, de la investigación y desarrollo, del desarrollo y transferencia de la tecnología, de la zonificación de áreas acuícolas, de marcos reguladores y de certificaciones de productos, del facilitamiento de los procesos de evaluación ambiental para los proyectos importantes, del estudio y selección de especies, del acceso a créditos de largo plazo y de la coordinación en las decisiones del sector público.

Producción para el consumo doméstico o para la exportación

Debido al alto costo de producción en la mayoría de los sistemas de cultivo en jaulas, la mayoría de las granjas comerciales desearían exportar sus productos al mercado internacional como la UE, en donde, probablemente, obtendrían mejores márgenes de ganancias. Por ejemplo, la *Lake Harvest* exporta filetes a la UE y los criadores de ostras de Namibia exportan al Lejano Oriente. Debido a sus bajos volúmenes e intensidad de producción, generalmente los granjeros de jaulas de pequeña escala tienen en la mira al mercado doméstico.

Las actuales plantas procesadoras de filetes que existen en Uganda, Ghana, Tanzania y Malawi, actúan como una ventaja para la exportación.

Existe un gran interés en los productos acuícolas dentro de la región y se cree que la demanda ha sobrepasado las provisiones. Los países con una mejor economía o en crecimiento (como Sudáfrica, Nigeria y la República Democrática del Congo) se están convirtiendo en grandes mercados para los productos acuícolas dentro de la región.

Fijación de precio y valor agregado de los productos acuícolas

La tilapia ha sido introducida recientemente al mercado mundial, principalmente como una alternativa al pez blanco y se ha convertido en un popular pescado comestible, no sólo en países en desarrollo sino también en los desarrollados. El mercado mundial de tilapia se está expandiendo rápidamente, y los Estados Unidos es el principal mercado.

Debido a la fácil adaptación de la tilapia al medioambiente y los métodos relativamente simples en que pueden ser cultivados, la industria ha ganado nuevos adherentes y la competencia internacional está creciendo.

Los productos procesados son comercializados generalmente como filetes frescos, refrigerados, congelados y como pescado entero/completo/eviscerado.

Empleo y asuntos de género

Como todavía el cultivo en jaulas es una actividad incipiente en el África subsahariana, el empleo es muy bajo aunque con un gran potencial de desarrollo.

Las mujeres se involucran cada vez más en los trabajos livianos de producción como por ejemplo, en la reparación de redes y son también muy activas en las plantas de procesamiento y en las operaciones de cultivo en tierra. Sin embargo, las tareas en el mar abierto están todavía dominadas por los hombres.

Asuntos técnicos y ambientales

Sitio y elección de un cuerpo de agua

En todos los países mencionados, los cuerpos de agua interiores son ideales para el cultivo en jaulas, ya que poseen las temperaturas y calidad de agua adecuadas.

El EIA debería tratar los asuntos en el ambiente físico e identificar los lugares para ubicar las jaulas en los lagos y estanques. La Lake Harvest cuenta con su propio programa de control ambiental. Todos los acuicultores deben desarrollar su propio programa para ajustar el impacto ambiental a la capacidad de carga local.

Algunos de los sitios de jaulas que se estudian en este documento han llevado a cabo una EIA antes de asentar las granjas, lo que demuestra que los asuntos ambientales se toman seriamente. Las jaulas se han establecido en aquellas áreas sin vegetación acuática y con buen flujo de corriente, ya que las corrientes ayudan a remover los sedimentos y renuevan el oxígeno.

Se debe tener mucho cuidado al planear el cultivo en jaulas en cuerpos de agua interiores que son también recursos para otros usuarios. El lago Victoria alberga a la población comercialmente viable de la perca del Nilo, la cual provee una fuente de sustento para muchos pescadores artesanales. El lago Kariba y el Lago Malawi cuentan con atracciones turísticas, y por lo tanto el cultivo en jaulas debería estar en armonía con estas otras operaciones.

Los proyectos de cultivo en jaulas deberían estar diseñados para trabajar acorde con el ambiente local y necesita seguir las regulaciones operacionales estipuladas con el fin de contar con un negocio sostenible. Deberían cumplir con todas las leyes y regulaciones ambientales, esforzarse para alcanzar estándares internacionales y mantener siempre un diálogo constructivo con las autoridades legislativas.

Control de residuos y gestión de aguas residuales

Los residuos de las granjas de jaulas son generalmente en la forma de alimentos no consumidos y heces. Los piensos son la principal inversión en las operaciones de las granjas de jaulas. Los proveedores de alimentos deberían enfocarse en cumplir con los estándares de calidad para asegurar que se minimicen los desperdicios de comida. Muchos operarios utilizan en la actualidad dietas a base de piensos extruídos con mejor digeribilidad para maximizar la asimilación y minimizar las pérdidas al ambiente. El uso de alimentos flotantes es vital para las operaciones en jaulas.

El fondeo de jaulas en aguas profundas y donde existen buen flujo de corrientes hace que los residuos de las jaulas sean expulsados, y así evitan la acumulación orgánica debajo de las jaulas.

Selección de las especies y movimientos de animales acuáticos

Lucas y Southgate (2003) definen la elección de las especies para la acuicultura como el balance entre el conocimiento biológico y económico de las especies. Es interesante notar que la mayoría de los sitios de jaulas visitados, crían tilapia del Nilo (*O. niloticus*), la cual se ha convertido en la especie comercial más importante de los peces cultivados en agua dulce. En 2004 la producción global de tilapia del Nilo constituyó alrededor del 82 por ciento de la producción total de todas las tilapias.

La tilapia del Nilo es un buen pez para la acuicultura en aguas templadas, ya que se desova fácilmente, consume tanto una gran variedad de

alimentos naturales como también piensos artificiales, tolera baja calidad del agua y crece rápidamente en temperaturas templadas. Estos atributos, junto con los costos de inversión relativamente bajos, han hecho que la tilapia sea el pez más ampliamente cultivado en aguas dulces en los países tropicales y subtropicales en la actualidad. A los consumidores les gusta la tilapia por su carne firme y su sabor delicado, de ahí que, en los últimos 10 años, se haya expandido rápidamente a los mercados de los Estados Unidos de América, la UE y Asia generalmente para la importación extranjera.

Gestión de alimentos y alimentación

La disponibilidad de alimentos de buena calidad a precio competitivo es un gran problema para la acuicultura comercial en el África subsahariana. En el sur de África existen unas pocas fábricas de alimentos acuícolas. *AquaNutro* en Sudáfrica es la única dedicada a la fabricación de alimentos para la acuicultura proveyendo el 80 por ciento de los alimentos acuícolas de Sudáfrica. *Tiger Animal Feeds* en Zambia es el productor especializado más grande de alimentos acuáticos y está equipado también para producir alimentos flotantes (Bentley y Bentley, 2005).

Los criadores de jaulas deben estar bien entrenados e informados en las prácticas de gestión de alimentación, formulación de alimentos y tendencias en la distribución y fabricación de alimentos. Necesitan un mejor entendimiento de los tipos y tablas de alimentos diarios, métodos prácticos de alimentación (alimentación manual y alimentador de peces) y la reacción alimentaria del pez.

Enfermedades de peces y gestión sanitaria

Las enfermedades no presentaban una amenaza en ningún sitio visitado. La mayoría de las enfermedades son causadas por la sobrepoblación, desnutrición, calidad desfavorable del agua o pobres técnicas de manejo. De esta manera, se deberían adoptar buenas prácticas acuícolas para evitar enfermedades (P. ej. utilización de una conocida población de reproductores en el inicio de la producción de alevines). Además, se requiere un programa consecuente en el control de enfermedades que incluya medidas de prevención, regulación y control de enfermedades. Es también de vital importancia, en caso del brote de una seria enfermedad, la coordinación con las organizaciones sanitarias de animales acuáticos tanto nacionales como internacionales.

CONCLUSIONES

A pesar de que la acuicultura no es una actividad tradicional en África, el África subsahariana posee un enorme potencial para el cultivo en jaulas en aguas dulces, salobres y marinas. Algunos países ofrecen más potencial que otros especialmente aquellos con grandes recursos de agua dulce templada (>25 °C) (P.ej. la región de los grandes lagos y África del Oeste).

El cultivo en jaulas en aguas dulces se ha estado desarrollando en los últimos 20 años pero sólo algunas de esas operaciones han tenido éxito (P. ej. ciertas granjas en Ghana, Kenya, Malawi, Uganda, Zambia, y Zimbabwe) y la escala es todavía pequeña excepto en el caso de Zimbabwe. El cultivo en jaulas en aguas dulces y marinas aún no se ha desarrollado en la región.

Asuntos generales del desarrollo de la acuicultura

Los problemas técnicos a los cuales se enfrentan el cultivo en jaulas en África subsahariana son, en orden de importancia, falta de buenos sitios con potencial para la expansión a escala industrial y temperaturas templadas del agua (>25 °C); falta de tilapia de buena calidad y de rápido crecimiento y de alevines de bagre; falta de alimentos extruídos de buena calidad a precios accesibles (es decir, 350 \$EE.UU./tonelada y más bajo para la tilapia); y falta de acceso a la exportación y mercados de alto valor, lo que actualmente se encuentra limitado debido a malas logísticas, pobre infraestructura y obstáculos institucionales (P. ej. muchos países no están autorizados para exportar pescado a la UE).

Un problema clave para el cultivo en jaulas en el África subsahariana es el hecho que la introducción de *Oreochromis niloticus* no está permitida para a varios países en donde no es una especie nativa y, con frecuencia por más que sea nativa, no se permite la importación de ciertas variedades con mejor rendimiento. Esto se debe a que normalmente existen preocupaciones sobre los escapes y su efecto sobre la biodiversidad genética. El problema con esta restricción es que la *O. niloticus* (especialmente la variedad GIFT desarrollada en Asia hace aproximadamente veinte años) es conocida por ser la tilapia más productiva en la acuicultura, haciéndose difícil su competición con otras especies y variedades menos productivas. Otras especies de tilapia son un obstáculo para las exportaciones fuera de África porque en la actualidad la *O. niloticus* es la más conocida entre las tilapias en los mercados de Asia, UE y Estados Unidos.

Asuntos socioeconómicos

Entre los problemas socioeconómicos que obstaculizan el desarrollo del cultivo en jaulas en el África subsahariana se incluyen los costos relativamente altos de producción (con frecuencia >1 \$EE.UU. por kg de tilapia entera en la puerta de granja) debido a las malas economías de escala, a los costosos alimentos, y a los tradicionales precios bajos y a la baja calidad del pescado en varios países.

Esto ha hecho que se vuelva difícil penetrar el mercado local y regional con mayores precios/mejor calidad de los peces criados en jaulas, particularmente dada la pobre cadena de distribución frigorífica en varios países, lo que lleva a una rápida pérdida en la calidad del pescado en los puntos de venta minoristas locales.

El secado y salado tiende a no mejorar la calidad del pez cultivado y por ello no es apropiado para los peces criados en jaulas.

Escasez de capital, especialmente de capital circulante

En varios países, las operaciones de cultivo en jaulas necesitan estar integradas verticalmente desde la producción de alevines hasta la comercialización, debido a la falta de proveedores serios, piscifactorías, procesadores de pescado y otros vínculos en la cadena de valores.

Esto requiere grandes inversiones de empresas individuales (más de 8 millones de dólares EE.UU. si se incluye el procesamiento), para alcanzar economías de escala.

Existen muy pocos inversionistas dispuestos a invertir semejantes sumas en la acuicultura en los países africanos porque la acuicultura está considerada como una actividad técnicamente riesgosa que brinda beneficios a mediano y largo plazo.

Capacitación

Pocos países en el África subsahariana ofrecen capacitación en acuicultura a nivel práctico. Las granjas deben hacer sus propias capacitaciones en el lugar de trabajo, lo cual requiere mucho tiempo y grandes gastos para los inversionistas, quienes pueden invertir en otros continentes.

Con mucha frecuencia los piscicultores en África tienen que «empezar de cero», reinventar técnicas conocidas en otras regiones, debido a la falta de entrenamiento técnico en la acuicultura como también una falta de exposición de los piscicultores de la región a operaciones de jaulas exitosas.

Asuntos institucionales

El mayor problema institucional de la acuicultura en jaulas en el África subsahariana es que normalmente está controlada por los departamentos de pesca y a veces no existe una unidad dedicada a la acuicultura dentro de esos departamentos.

El problema es que la acuicultura es una actividad totalmente diferente a la pesca, requiere de diferentes disciplinas que sean más semejantes a la agricultura intensiva como la cría de aves de corral que a la captura de peces. Existe normalmente una falta de entendimiento sobre la acuicultura de parte del personal de pesca en algunos países y esto puede llevar a que la acuicultura a no sea promocionada ni apoyada lo suficiente dentro del diseño de políticas.

Existen pocos ejemplos de una acuicultura exitosa en la región de África subsahariana, y esto lleva a una falta de conocimiento sobre el sector por parte del gobierno de algunos países. Consecuentemente, algunos gobiernos encuentran difícil promover la acuicultura exitosamente.

Pocos países en el África subsahariana han identificado zonas para el desarrollo acuícola y mucho menos, cuentan con el marco legal necesario que comprenda las inversiones en el cultivo de jaulas (P. ej. licitaciones de sitios para jaulas).

RECOMENDACIONES

Las siguientes recomendaciones tienden hacia la promoción y desarrollo del cultivo en jaulas en aguas dulces en África subsahariana:

Recomendaciones técnicas

- El uso de *Oreochromis niloticus* y sus variedades mejoradas (especialmente GIFT) necesita ser revisado en toda África subsahariana. A menos que las restricciones en el uso de estas especies se aflojen, le será difícil a África ser competitiva en el cultivo de tilapia en jaulas. Existen ya ejemplos de tilapia cultivada en Asia que han penetrado el mercado de África a menores precios que los costos de producción locales. Esos países que continúan prohibiendo el uso de *O. niloticus* deberían considerar el invertir adecuadamente en la cría selectiva y en la cría de variedades locales.
- Los centros de cría necesitan establecerse en África del Este, Oeste, Central y Sur. La cría selectiva no debe estar en manos de granjas individuales, ya que una buena cría requiere de un alto nivel de conocimiento mucho más de lo que puede solventar una granja individual. Los

centros deberían enfocarse en la cría selectiva de tilapia y bagre, y vender u ofrecer sus variedades mejoradas a los múltiples criaderos.

- Se deberían establecer en la región centros de capacitación acuícola que ofrezcan entrenamientos prácticos a niveles de supervisión y gestión.
- El sector requiere de apoyo para desarrollar alimentos extruídos fabricados localmente y de alta calidad. La materia prima local se debería utilizar al máximo para evitar los altos costos de transportes en los países africanos.
- El sector necesita recibir conocimientos de expertos en materia de nutrición, cría y gestión e identificación de enfermedades.

Recomendaciones socioeconómicas

- Se necesita animar a los inversionistas de mayor experiencia acuícola para participar en el sector, ya que esto proveería de una base sólida para que aumente el desarrollo de la acuicultura en jaulas a escala industrial en el África subsahariana. Grandes inversores traerán consigo nuevos criaderos, conocimientos técnicos, rendimiento mejorado de crecimiento, mejoras en la calidad de los alimentos, economías de escala, rutas hacia nuevos mercados, procesamiento, etc.

Recomendaciones medioambientales

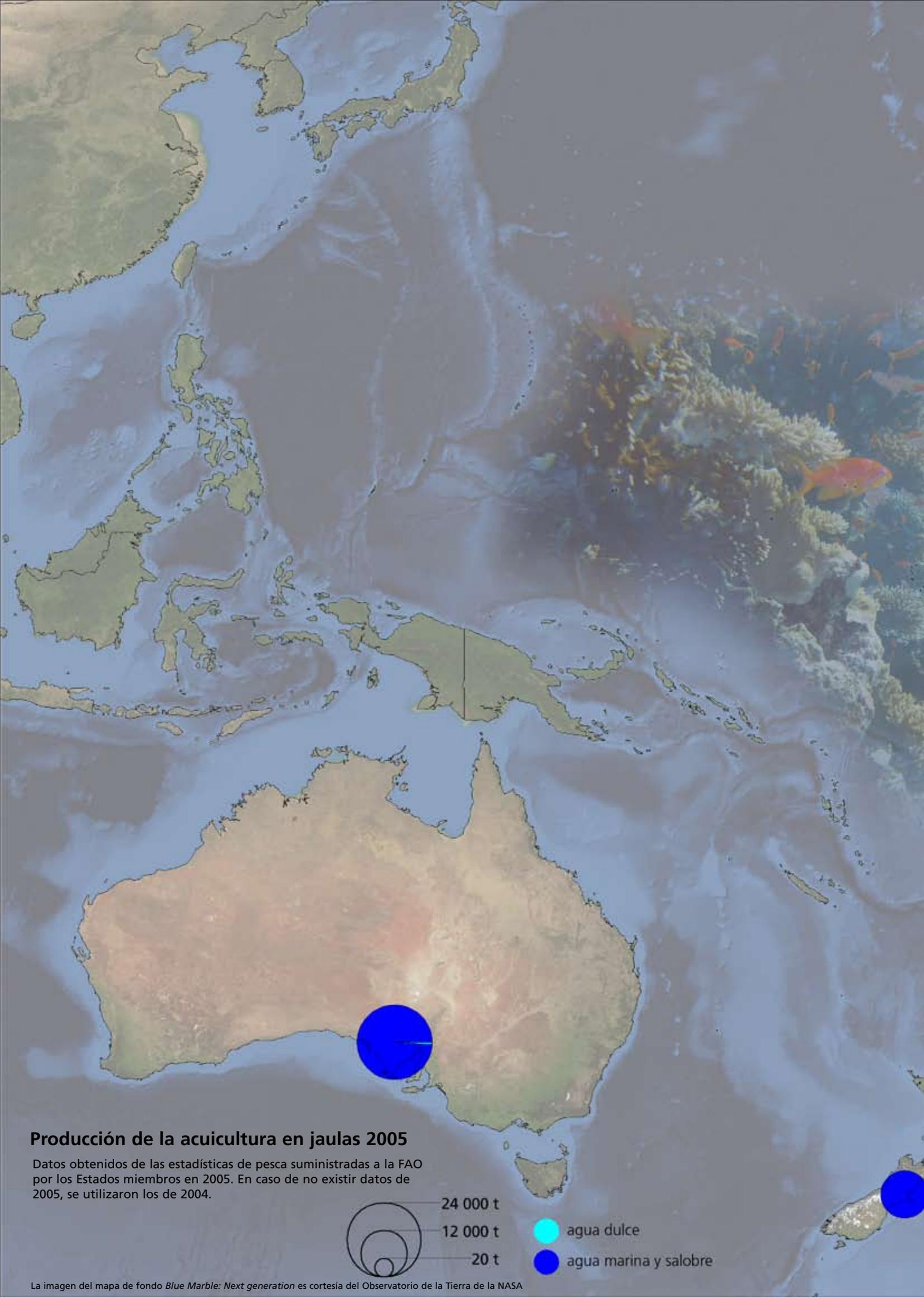
- Se deberían establecer zonas acuícolas. Esto simplificará el proceso de inversión, luego de haberse identificado los sitios dentro de esas zonas, de llevarse a cabo una EIA, simplificación de arrendamiento, etc.
- Las autoridades pertinentes deberían ofrecer un control ambiental y asesoramiento como un servicio para los criaderos de jaulas.

Recomendaciones institucionales

- Se necesita crear un ambiente constructivo de preinversión. Se debería crear departamentos de acuicultura que provean de «una ventana única» para los posibles inversores de cultivo en jaulas.
- Se debería educar a los bancos locales e internacionales en materia de inversión acuícola
- Se debería considerar la reestructuración del apoyo gubernamental; y se debería revisar los derechos y tarifas sobre los equipos importados de acuicultura y alimentos como una forma de fomentar la inversión del cultivo en jaulas.
- En algunos países, se debería llevar a cabo campañas de concientización pública para preparar el camino para la introducción de jaulas en algunos cuerpos de agua (P. ej. el Lago Victoria).

REFERENCIAS

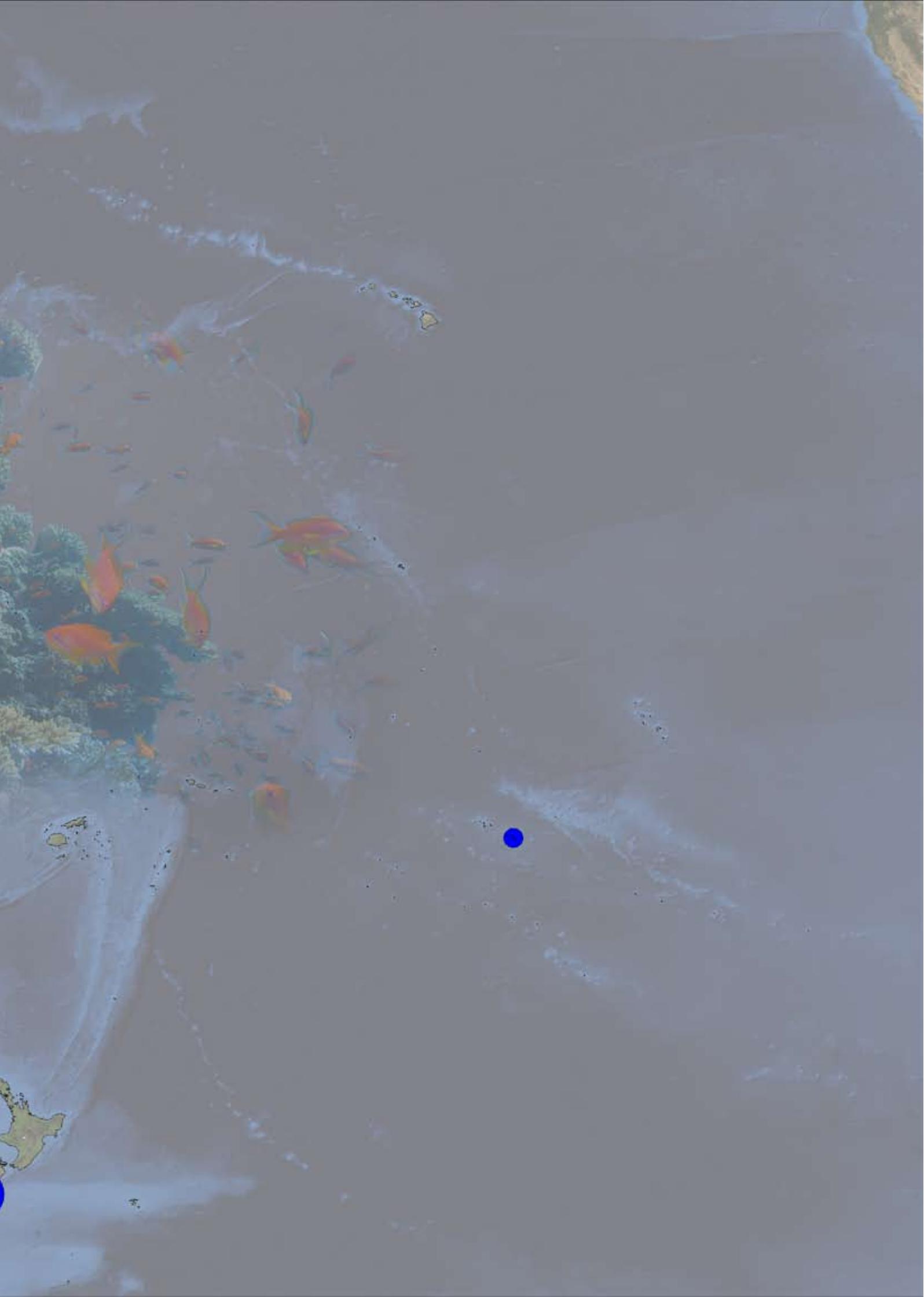
- Awity, L.** 2005. National Aquaculture Sector Overview - Ghana. *National Aquaculture Sector Overview Fact Sheets*. FAO Inland Water Resources and Aquaculture Service (FIRI). Rome, FAO. (available at: http://www.fao.org/figis/servlet/static?dom=countrysector&xml=naso_ghana.xml [Accessed Feb 22 2007]).
- Bentley, G. & Bentley, M.** 2005. A review of the animal and aquafeed industries in Zambia. In: J. Moehl & M. Halwart (eds). *A synthesis of the formulated animal and aquafeeds industries in sub-Saharan Africa*, pp. 50–56. CIFA Occasional Paper No. 26. Rome, FAO. 61 pp.
- Chimatiro, S.K. & Chirwa, B.B.** 2005. National Aquaculture Sector Overview - Malawi. *National Aquaculture Sector Overview Fact Sheets*. FAO Inland Water Resources and Aquaculture Service (FIRI). Rome, FAO. (available at: http://www.fao.org/figis/servlet/static?dom=countrysector&xml=naso_malawi.xml [Accessed Feb 22 2007]).
- FAO.** 2001. *Promotion of sustainable commercial aquaculture in sub-Saharan Africa. Experiences of selected developing countries. Promotion de l'aquaculture commerciale durable en Afrique subsaharienne. Expériences de certains pays en développement*. FAO Fisheries Circular/FAO Circulaire sur les pêches. No. 971. Rome, FAO. 293 pp.
- FAO.** 2004a. *Aquaculture extension in sub-Saharan Africa*. FAO Fisheries Circular No. 1002, Rome. 55 pp.
- FAO.** 2004b. *Report of the Workshop on the Promotion of Sustainable Commercial Aquaculture in Zambia and Malawi*. Lusaka, Zambia, 2-4 October 2002.
- FAO Fisheries Report.** No. 733. Rome, FAO. 46 p.
- Halwart, M. & Moehl, J.** (eds). 2006. *FAO Regional Technical Expert Workshop on Cage Culture in Africa. Entebbe, Uganda, 20-23 October 2004*. FAO Fisheries Proceedings No. 6. Rome, FAO. 113 pp.
- Hecht, T.** 2006. *Regional review on aquaculture development. 4. Sub-Saharan Africa – 2005*. FAO Fisheries Circular No. 1017/4. Rome, FAO. 96 pp.
- IMM.** 2004a. *Post harvest fisheries and poverty in Ghana*. Exeter, UK, IMM Ltd.
- IMM.** 2004b. *Poverty, the poor and post harvest fisheries in Ghana*. Exeter, UK, IMM Ltd.
- Jamu, D. M. & Chimatiro, S.** 2004. Contributing to food and nutritional security in a densely populated country: Sustainable agro-pisciculture in Malawi. *Entwicklung und Ländlicher Raum*, 6: 27–28.
- Lucas J.S. & Southgate, P. C.** 2003. *Aquaculture: Farming aquatic animals and plants*. Oxford, UK, Blackwell Publishing Ltd. 512 pp.
- Maguswi, C.T.** 2003. *National Aquaculture Sector Overview - Zambia*. National Aquaculture Sector Overview Fact Sheets. FAO Inland Water Resources and Aquaculture Service (FIRI). Rome, FAO. (available at: http://www.fao.org/figis/servlet/static?dom=countrysector&xml=naso_zambia.xml [Accessed Feb 22 2007]).
- Masser, M.** 1988. *What is Cage Culture?* Southern Regional Aquaculture Center, Publication No. 160. Division of Agricultural Sciences and Natural Resources. Oklahoma State University.
- Mensah, M.A., Koranteng, K.A., Bortey, A. & Yeboah, D.A.** 2006. *The State of World Fisheries from a Fishworker Perspective: The Ghanaian Situation*. SAMUDRA Monograph, 104 pp. (available at <http://www.icsf.net/jsp/english/pubPages/monographs/mono08.jsp>).
- Mwanja, W.W.** 2005. *National Aquaculture Sector Overview - Uganda*. National Aquaculture Sector Overview Fact Sheets. FAO Inland Water Resources and Aquaculture Service (FIRI). Rome, FAO. (available at: http://www.fao.org/figis/servlet/static?dom=countrysector&xml=naso_uganda.xml [Accessed Feb 22 2007]).
- Radull, J.** 2005. A review of the animal and aquafeed industries in Kenya. In: J. Moehl & M. Halwart (eds). *A synthesis of the formulated animal and aquafeeds industries in sub-Saharan Africa*, pp. 43–49. CIFA Occasional Paper No. 26. Rome, FAO. 61 pp.



Producción de la acuicultura en jaulas 2005

Datos obtenidos de las estadísticas de pesca suministradas a la FAO por los Estados miembros en 2005. En caso de no existir datos de 2005, se utilizaron los de 2004.







Estudio de la acuicultura en jaulas: Oceanía

Michael A. Rimmer¹ y Benjamin Ponia²

Rimmer, M.A. y Ponia, B.

Estudio de la acuicultura en jaulas: Oceanía. En M. Halwart, D. Soto y J.R. Arthur (eds). Acuicultura en jaulas – Estudios regionales y panorama mundial. FAO Documento Técnico de Pesca. No. 498. Roma, FAO. 2008. pp. 221–244.

RESUMEN

Comparada con otras regiones, la acuicultura en jaulas es muy poco practicada en Oceanía. La producción total para la región fue de sólo 24 000 toneladas para 2003 (según las estadísticas de producción de la FAO, que probablemente haya minimizado la producción regional). La mayoría de esta producción proviene de Australia y Nueva Zelandia.

Los productos principales básicos de la producción acuícola en la región de Oceanía son:

- Atún del sur (*Thunnus maccoyii*) cultivado exclusivamente en el sur de Australia.
- Salmónidos, principalmente el salmón del Atlántico (*Salmo salar*) y la trucha arcoiris (*Oncorhynchus mykiss*) en Australia (Tasmania y sur de Australia) y el salmón real (*Oncorhynchus tshawytscha*) en Nueva Zelandia.
- Perca gigante (*Lates calcarifer*) cultivada en jaulas marinas y en jaulas en agua dulce y salobre en Australia (Queensland, Territorio del Norte, Australia occidental), Papua Nueva Guinea y Polinesia Francesa.
- Vidriola (*Seriola lalandi*) en Australia (Australia meridional). Además, se produce dorada (*Pagrus auratus*) y verrugato austral (*Argyrosomus hololepidotus*) en Australia y tilapia (*Oreochromis niloticus*) y carpa (*Cyprinus carpio*) en Papua Nueva Guinea. Algunas de las razones del escaso desarrollo de la acuicultura en jaulas en la región son:
- En Australia, existe una gran preocupación de la comunidad por los impactos de la acuicultura en gran escala. Esta preocupación se ha agravado por el lobby eficaz de los grupos ambientalistas, en perjuicio de la reputación de la acuicultura.
- En Nueva Zelandia, se dio una prórroga al desarrollo de la acuicultura marina desde 1991 lo cual ha hecho detener el crecimiento de la industria.
- Varios países de las Islas del Pacífico cuentan con un bajo índice de población y una infraestructura relativamente insuficiente para sostener una acuicultura básica en jaulas. Además, las conexiones de transportes con los mercados de exportación están relativamente poco desarrolladas y los costos del mismo son elevados.

Una característica importante del desarrollo acuícola en jaulas en Australia y Nueva Zelandia, comparado con otras regiones, es el gran énfasis puesto en el manejo ambiental y en la reducción de los impactos ambientales. Ello refleja un fuerte énfasis por mantener una alta calidad ambiental en Australia y Nueva Zelandia, a expensas del desarrollo industrial si es necesario.

¹ Departamento de Industrias Primarias y Pesca de Queensland, Centro Septentrional de Pesca, PO Box 5396, Cairns, Queensland, Australia;

² Secretaría de la Comunidad del Pacífico, B.P. D5 98848, Noumea Cedex, Nueva Caledonia;

ANTECEDENTES Y OBJETIVO DEL ESTUDIO

Este estudio fue encargado por la Organización de Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) como parte de una serie de informes sobre el estado mundial de la acuicultura en jaulas a ser presentadas durante el Segundo Simposio Internacional de Acuicultura en Jaulas en Asia, llevado a cabo en Hangzhou, China, 3–8 de julio de 2006.

Este documento repasa el estado actual de la acuicultura en jaulas en la región de Oceanía, identifica una serie de cuestiones que afectan el desarrollo de la acuicultura en la región y sintetiza los requisitos para desarrollar la acuicultura en jaulas en la región de manera sostenible.

HISTORIA Y ORIGEN DE LA ACUICULTURA EN JAULAS EN LA REGIÓN

Comparada con otras regiones, en Oceanía se practica muy poco la acuicultura. Según los datos de la FAO (FAO, 2006), la producción total en Oceanía fue de sólo 24 000 toneladas en 2003, aunque esta cifra probablemente minimiza la producción total de la región. El grueso de esta producción proviene de Australia y Nueva Zelanda.

La acuicultura en jaulas se inició en la región en la década de 1980 con el desarrollo acuícola del salmón del Atlántico (*Salmo salar*) en Tasmania. El salmón del Atlántico fue introducido inicialmente en Tasmania por la compañía Acclimatization Societies en los años 1800, aunque sin éxito (Love y Langenkamp, 2003). A mediados de la década de 1960, el salmón del Atlántico fue introducido desde Canadá a Nueva Gales del Sur con propósitos de repoblación. A finales de la década de 1960 el gobierno de la Commonwealth prohibió todas las importaciones de material genético de salmónidos con el fin de prevenir la entrada de enfermedades exóticas en Australia. Tasmania adquirió huevos de un criadero de la Nueva Gales del Sur a comienzos de la década de 1980 y la producción comercial en Tasmania se inició a mediados de la década de 1980 (Love y Langenkamp, 2003).

En Nueva Zelanda, el salmón real (*Oncorhynchus tshawytscha*) fue introducido con éxito por el Departamento Marino con la esperanza de iniciar una industria comercial de captura con caña de pescar y enlatado. En 1875 la Hawkes Bay Acclimatisation Society intentó introducir el salmón real para la pesca recreativa, pero éste, al igual que otros intentos realizados de Nueva Zelanda, no tuvo éxito. El salmón real fue introducido finalmente a través de un criadero en el río Hakataramea

entre los años 1901 y 1907, la cual se abasteció de peces provenientes de la Baird Fish Station en el río McLeod, un afluente del río Sacramento en California. Posteriormente, el salmón real se estableció y manifestó niveles de retornos a los ríos, suficientes para sostener la población, en la costa este de la Isla del sur y en menor escala en la costa oeste de la Isla del sur. Por más de 50 años no se permitió la importación de salmónes vivos a Nueva Zelanda.

El interés por el cultivo de salmón aumentó durante la década de 1970 en Nueva Zelanda coincidiendo con la tendencia mundial hacia la acuicultura comercial. La primera granja comercial de salmón en Nueva Zelanda se estableció en 1976 como una empresa de «suelta con retorno» (*ocean ranching*) en Waikoropupu Springs en Golden Bay, e hizo su primera venta de salmón de agua dulce en 1978. Entre las primeras granjas de «suelta con retorno» se puede mencionar también a la empresa conjunta ICI/Wattie en el río Clutha; al criadero de gran escala en el río Rakaia y al cercano sitio Tentburn en la costa. La primera granja de cría de salmón en jaulas fue establecida en 1983 en la bahía Big Bay de la Isla Stewart por la compañía BP New Zealand Ltd. Lo que fue rápidamente seguido por el desarrollo de granjas en Marlborough Sounds.

La acuicultura del atún del sur (*Thunnus maccoyii*) se inició en 1990 en Australia y para 2002 se convirtió en el sector de acuicultura marina más grande del país (Ottolenghi *et al.*, 2004). El desarrollo de la acuicultura del atún del sur se debió a una disminución en la captura y al deseo de los pescadores de aumentar el valor del escaso volumen de producto disponible criando peces en corrales. A comienzos de la década de 1960 la captura anual mundial del atún del sur alcanzó las 80 000 toneladas. Sin embargo, a mediados de la década de 1980, con la disminución de las capturas y el número de peces, era evidente que se requería de una buena gestión y conservación de las poblaciones de peces. Desde mediados de la década de 1980 Australia, Japón y Nueva Zelanda, en ese tiempo los principales países que pescaban estas especies, empezaron a aplicar cuotas con el fin de reconstruir las poblaciones (Love y Langenkamp, 2003).

Las cuotas individuales transferibles se introdujeron en la industria atunera de Australia en 1984 y para el año 1987 los titulares sudafricanos de cuotas compraron la mayor parte de la cuota de Australia. En 1988 la cuota australiana inicial de 14 500 toneladas fue recortada a 6 250 toneladas y

en 1989 al nivel actual de 5 265 toneladas (Love y Langenkamp, 2003).

Esta gran reducción en el suministro de atún ha provocado un desinterés por el enlatado para aumentar el valor del atún por medio del cultivo, con un enfoque en el mercado japonés de sashimi. La primera granja experimental fue establecida en Port Lincoln en 1991 bajo un acuerdo tripartita entre la Asociación Australiana de Propietarios de Botes Atuneros, la Fundación Japonesa de Cooperación Extranjera de Pesca y el gobierno sudaustraliano. Durante la década pasada, el sector acuícola creció a tal punto que en la actualidad se cultiva alrededor del 98 por ciento de la cuota de atún del sur de Australia (Love y Langenkamp, 2003; Ottolenghi *et al.* 2004).

Debido a la relación tradicional de Australia y Nueva Zelandia con Europa y el Reino Unido, gran parte de la acuicultura en jaulas utiliza tecnología adoptada de la acuicultura europea. Debido a los altos costos de mano de obra en esos países, surgió la necesidad de mecanizar operacionalmente al máximo posible para reducir los costos de producción.

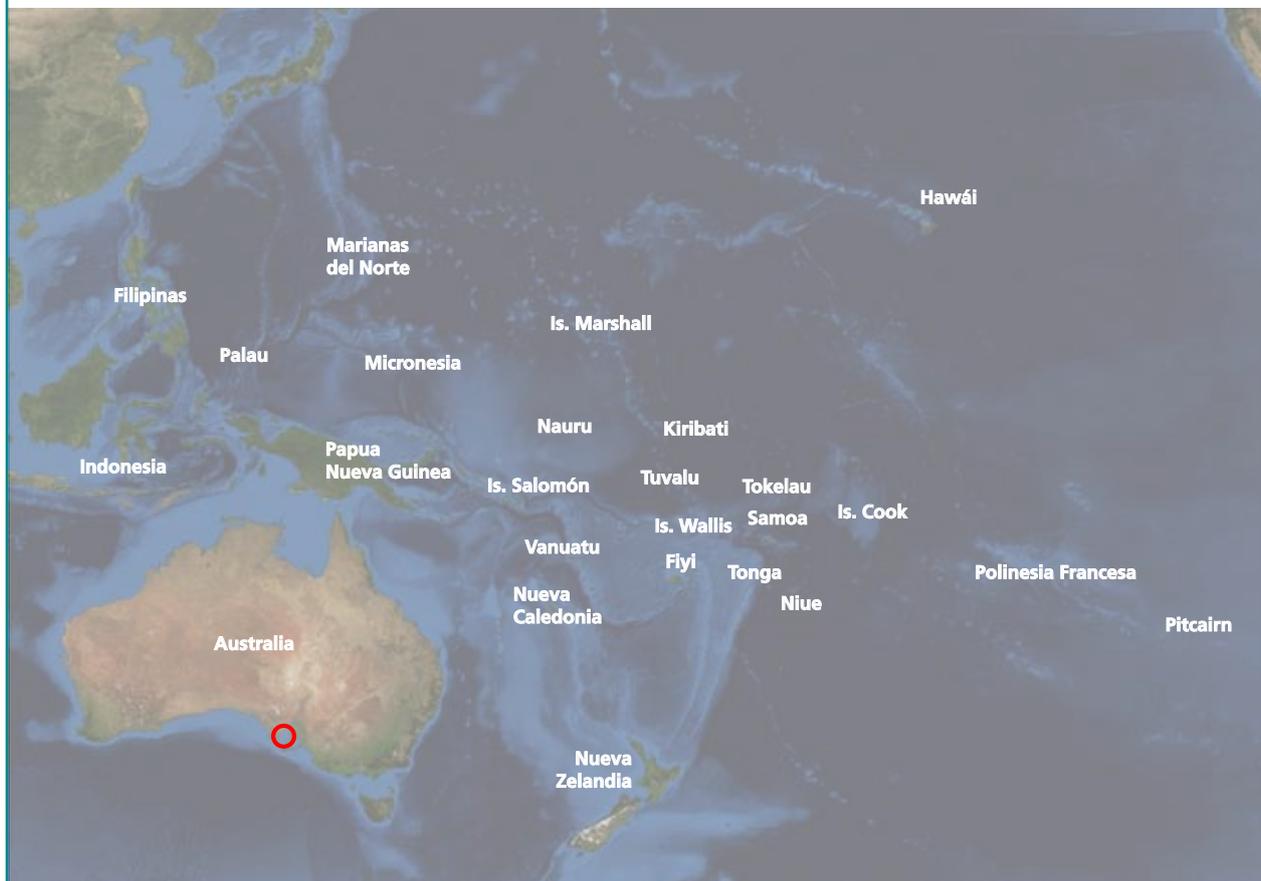
SITUACIÓN ACTUAL

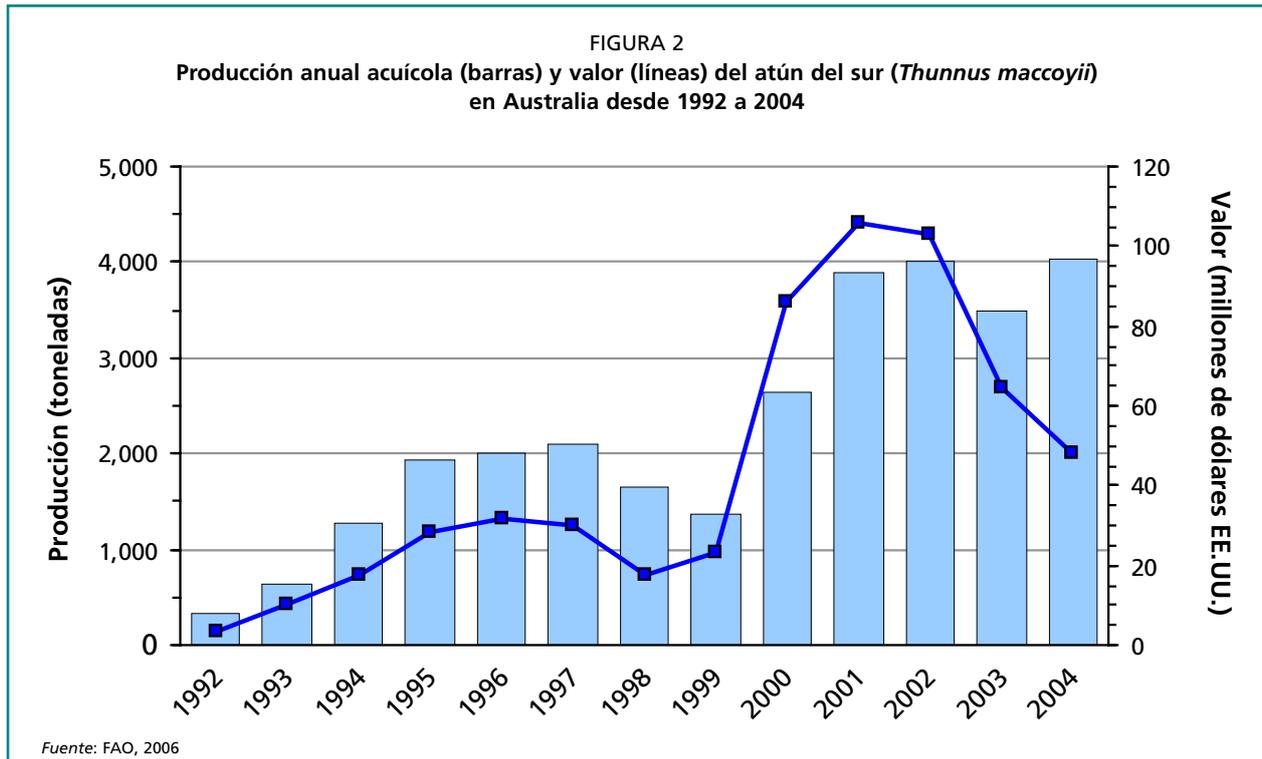
Atún del sur

La acuicultura del atún del sur (*Thunnus maccoyii*) está concentrada en Australia meridional, específicamente en el área de Puerto Lincoln en la Península de Eyre. Una compañía propuso construir una granja de jaulas marinas en Australia occidental, pero hasta el momento no ha tenido lugar (O'Sullivan *et al.*, 2005) (Figure 1).

Inicialmente, estos sitios de jaulas marinas estaban localizados relativamente cerca de la costa, dentro del Puerto Boston en Puerto Lincoln. Sin embargo, en 1996 se produjo una masiva mortalidad lo que resultó en la pérdida de 1 700 toneladas de atún valorados en 40 millones de \$A (30 millones de dólares EE.UU.). Entre las posibles causas de estas mortalidades se incluye la asfixia, debido a sedimentos finos que fueron removidos durante una tormenta y a impactos de microalgas tóxicas. Posteriormente, las jaulas atuneras fueron trasladadas más lejos de la costa en aguas más profundas donde los potenciales impactos de los sedimentos son menores (Ottolenghi *et al.*, 2004; O'Sullivan *et al.*, 2005).

FIGURA 1
Mapa de Oceanía indicando los sitios de cultivo en jaulas del atún del sur





Los datos de la FAO indican una producción récord de 3 500–4 000 toneladas en 2002–2004 (Figura 2). Según EconSearch (2004) en 2001–02 y 2002–03 se produjeron 5 300 y 5 400 toneladas respectivamente (Cuadro 1), mientras que O’Sullivan *et al.* (2005) indican que, «recientemente la producción se ha estabilizado ligeramente por sobre las 9 000 toneladas». El valor de la producción ha sido recientemente de alrededor de 250 millones de dólares australianos (190 millones de dólares EE.UU.) por año, que lo hacen el sector más valorado de la acuicultura en Australia. Sin embargo, en 2003–04 los precios a nivel de

explotación decayeron de 28 AUD (21 dólares EE.UU.) a alrededor 16 AUD (12 \$EE.UU.)/kg debido un dólar australiano fuerte y a una creciente competencia de producto del exterior, lo que hizo reducir el valor de producción a 151 m de AUD (O’Sullivan *et al.*, 2005).

Los atunes del sur son capturados en la gran bahía de Australia en el Océano Índico (*Great Australian Bight*) bajo un estricto sistema internacional de cuotas. Los atunes juveniles miden alrededor de 120 cm de largo y pesan entre 15–20 kg (PIRSA, 2000). Los peces son capturados en redes de cerco y transferidos a «jaulas de arrastre». La jaula de

CUADRO 1

Producción y valor del atún del sur cultivado de Australia meridional, desde 1996–97 a 2002–03 (EconSearch, 2004). La baja producción en 1995–96 se debió a la mortalidad masiva en 1996.

	Entrada a las granjas		Producción de las granjas	
	Peso pescado entero		Peso pescado procesado	
	'000 kg		'000 kg	
				Precio a nivel de explotación millones de AUD
1995–96	3,362	1,170	29.3	
1996–97	2,498	4,069	91.5	
1997–98	3,610	4,927	120.7	
1998–99	4,991	6,805	166.7	
1999–00	5,133	7,750	240.0	
2000–01	5,282	9,051	263.8	
2001–02	5,296	9,245	260.5	
2002–03	5,409	9,102	266.9	

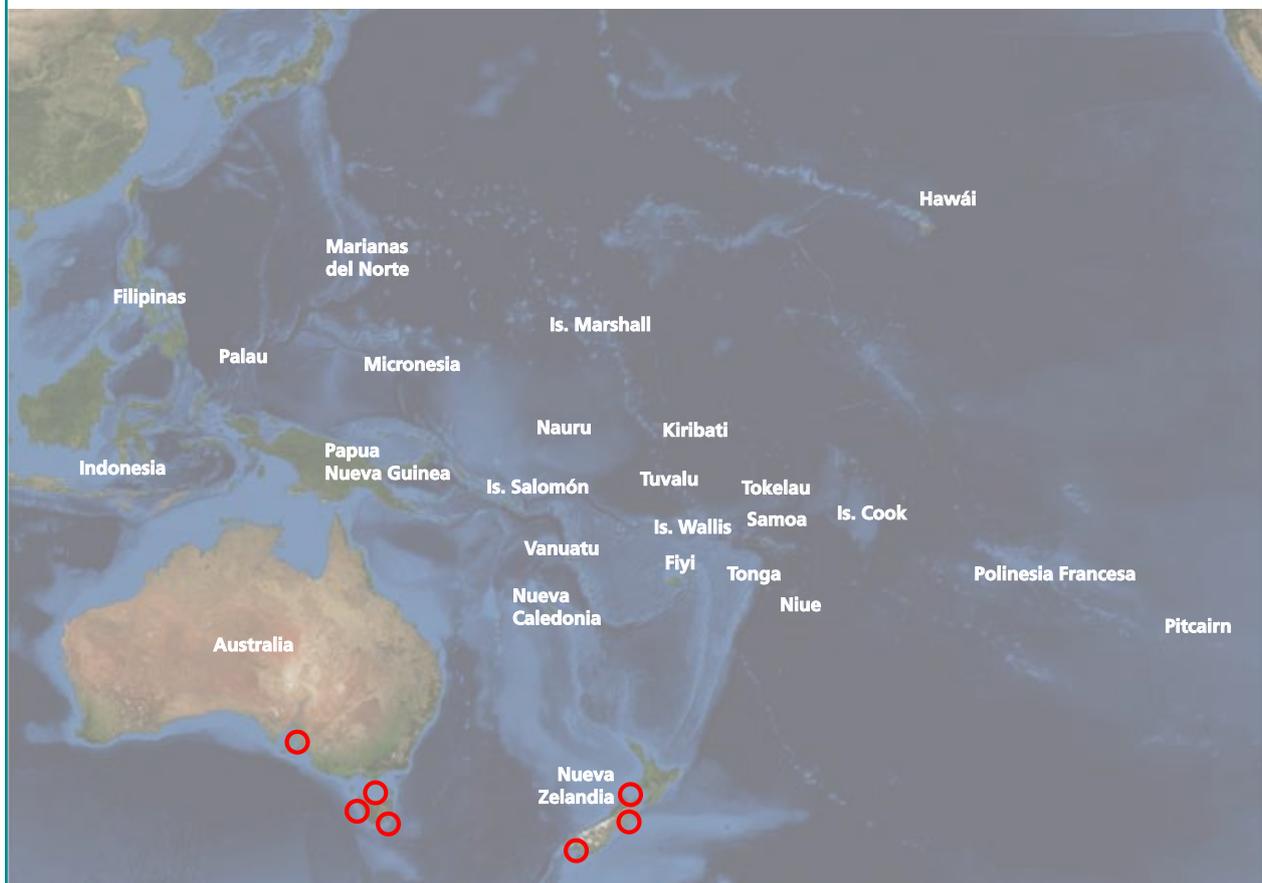
arrastre se remolca lentamente (1–2 nudos) por medio de barcos y es llevada hasta el sitio de las jaulas de engorde – un viaje de alrededor 500 km. Entonces los atunes son transferidos a las jaulas de engorde. Las jaulas atuneras de red oscilan de 30 a 50 metros de diámetro y tienen entre 12 a 20 metros de profundidad. Las redes internas son generalmente de 60–90 cm de tamaño de malla. Si se utiliza una red externa antidepredadora, esta es generalmente de 150–200 cm de tamaño de malla. Los atunes se siembran a alrededor de 4 kg por metro cúbico o alrededor de 2000 peces por jaula (PIRSA, 2000; Ottolenghi *et al.*, 2004).

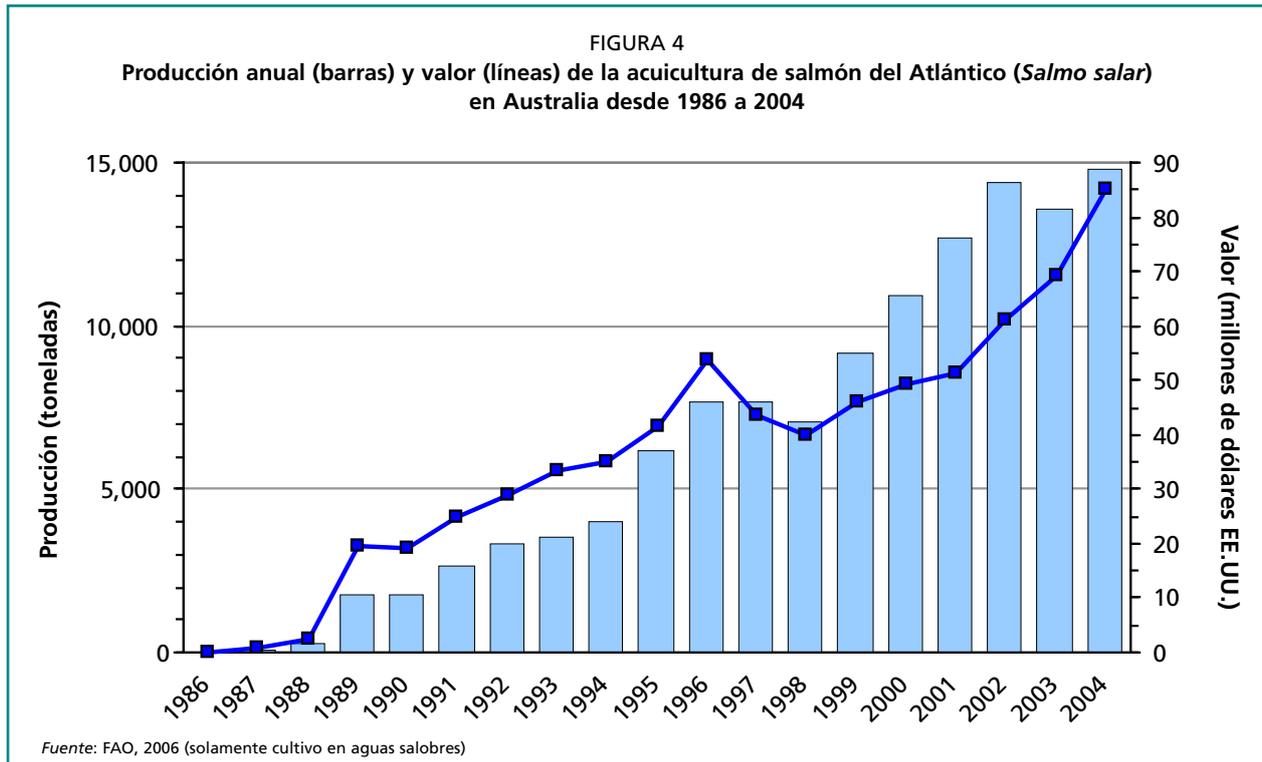
El atún del sur es alimentado con sardinias y caballa una o dos veces al día, seis o siete veces a la semana (PIRSA, 2000). La tasa de conversión de alimento (TCA) es alta: alrededor de 10–15:1 (Ottolenghi *et al.*, 2004). Se sigue intentando desarrollar dietas peletizadas y económicas para el atún del sur, pero hasta ahora el éxito ha sido muy limitado (Ottolenghi *et al.*, 2004). El atún es cultivado por 3–6 meses hasta alcanzar el peso de cosecha de 30 kg (PIRSA, 2000).

El atún australiano cultivado se vende casi exclusivamente a los mercados de sashimi japoneses. Todos los productos congelados, que representan el 75 por ciento de las ventas, y alrededor de la mitad de los productos frescos enfriados, se venden en forma directa y no en subastas (Love y Langenkamp, 2003). A pesar de los recientes altibajos en la economía japonesa, la demanda por el atún del sur sigue alta. Sin embargo, está claro para muchos productores que el depender de un mercado único (Japón) es una estrategia riesgosa (Ottolenghi *et al.*, 2004). Aunque la demanda en Japón sigue alta, los consumidores japoneses quieren pagar precios más bajos y existe, de hecho, una tendencia cada vez mayor a comprar productos menos costosos (Ottolenghi *et al.*, 2004). El atún del sur debe competir con otras especies más económicas como el patudo (*Thunnus obesus*) y el atún aleta amarilla (*Thunnus albacares*) (Ottolenghi *et al.*, 2004).

Se está realizando un gran esfuerzo de investigación para mejorar la sostenibilidad de la acuicultura del atún del sur, la mayor parte de este

FIGURA 3
Mapa de Oceanía indicando los sitios de las granjas de salmónidos en jaulas





esfuerzo es a través del Centro de Investigación Cooperativa para la Acuicultura Sostenible de Peces (*AquaFin* CRC). Los principales programas de investigación se encargan de elaborar alimentos económicos para el atún del sur y cuantificar y reducir los impactos ambientales relacionados con la acuicultura en jaulas marinas. Sólo una compañía ha mostrado interés en desarrollar tecnologías de producción de atún en hatchery, ya que la mayor parte de la industria se opone a realizar las grandes inversiones necesarias para alcanzar dicha exigente meta de largo plazo.

Salmónidos

Australia

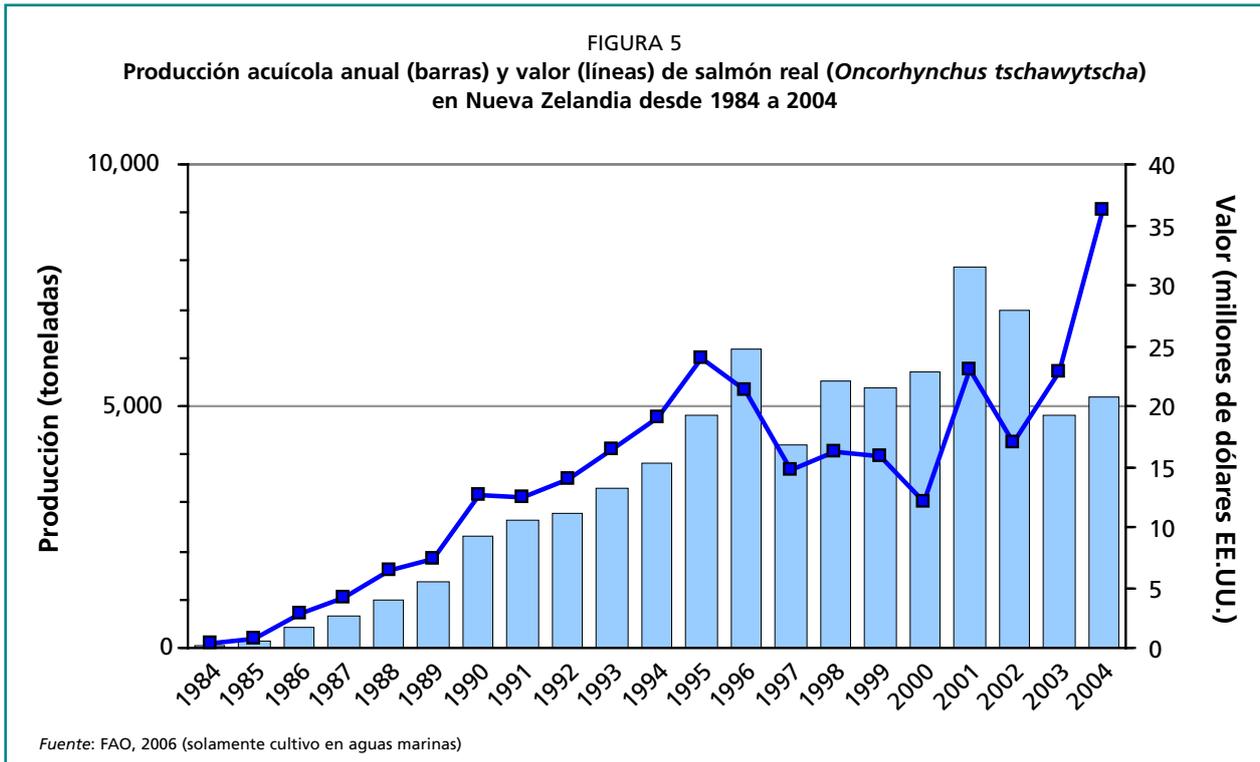
En Australia, el salmón del Atlántico (*Salmo salar*) abarca la mayor parte de la producción acuícola de salmónidos en jaulas, aunque también existe una pequeña producción de trucha arcoiris (*Oncorhynchus mykiss*) en jaulas marinas. Se han llevado a cabo algunas pruebas con la trucha marina (*Salmo trutta*) y con la trucha de arroyo (*Salvelinus fontinalis*) (O'Sullivan *et al.*, 2005). La mayoría del cultivo de salmónidos se realiza en Tasmania y existe una granja de salmónidos en jaulas marinas en Australia meridional (Figura 3).

Los datos de FAO indican que la producción está aumentando y ha alcanzado las 14 800 toneladas en 2004, valoradas en 85 millones de dólares EE.UU.

(Figura 4). Varias operaciones de acuicultura se han fusionado dentro de la industria del salmón del Atlántico de Tasmania, lo que ha reducido el número de grandes operaciones integradas verticalmente (O'Sullivan *et al.*, 2005).

Los alevines de salmón se producen en criaderos de agua dulce, y luego son transferidos a estanques de agua dulce cuando alcanzan una longitud de alrededor 40 mm (LT). Los alevines permanecen en los estanques durante alrededor un año, luego cuando comienzan el proceso de smoltificación los «esguines» son transferidos a jaulas marinas para su engorde. El mercado prefiere peces de 3–4 kg (2–3 años) (PIRSA, 2002a).

Al aumentar la producción de salmónidos en Tasmania, también ha ido aumentando su venta en el mercado doméstico (Love y Langenkamp, 2003). A mediados de la década de 1990, alrededor de tres cuartos de la producción de salmón cultivado fue vendida en el mercado local y un cuarto fue exportado a los mercados de Asia. Se estima que la proporción vendida en el mercado local aumentó alrededor de un 85 por ciento en 2000/01 (Love y Langenkamp, 2003). Existe una gran gama de productos disponibles que incluye el salmón entero, filetes y porciones sin espinas, como también productos con valor agregado como el salmón ahumado. Un nuevo producto es la hueva de salmón «caviar», de la cual se han vendido



varias toneladas tanto al mercado interno como internacional (O'Sullivan *et al.*, 2005).

Los precios del salmón del Atlántico han permanecido relativamente estables, a pesar de la apertura del mercado australiano a los productos frescos de salmónidos de los productores extranjeros. Para el producto de jaulas marinas, el precio a nivel de explotación para el producto «con cabeza, eviscerado y sin agallas» fue desde alrededor 7,35 AUD (5,50 dólares EE.UU.) a 13,20 AUD (9,90 dólares EE.UU.) /kg en 2003/04 (O'Sullivan *et al.*, 2005). Sin embargo, el aumento de la competencia en el mercado de exportación mundial del salmón redujo la demanda por los productos australianos (O'Sullivan *et al.*, 2005).

Nueva Zelanda

Toda la producción de salmón en Nueva Zelanda se concentra en el salmón real (*Oncorhynchus tshawytscha*). Se utilizan dos técnicas principales de producción: cultivo en agua dulce y cultivo en jaulas marinas. Las semillas se cultivan utilizando métodos convencionales: las ovas y la lecha son recolectados de la reserva de reproductores cautivos, los huevos fertilizados se incuban en un criadero de agua dulce (generalmente a 10–12 °C), y los alevines recién eclosionados se crían por otros 6–12 meses más antes de ser transferidos a jaulas marinas más grandes o a estanques de agua dulce para su

engorde. Los peces se cultivan por dos o tres años, y normalmente se cosechan al alcanzar 2–4 kg.

Se intentó la técnica «suelta con retorno» pero ya no se lleva a cabo en forma comercial. La misma requiere de grandes cantidades de esguines, que son liberados en el mar donde se valen por sí mismos hasta alcanzar la adultez. Luego, confiando en sus habilidades de «homing» son guiados de regreso al punto donde fueron liberados, para ser cosechados. Varias compañías intentaron este estilo de cultivo durante la década de 1980 pero luego lo abandonaron cuando se dieron cuenta que el índice de supervivencia en el mar era demasiado bajo e inconsistente para mantener un retorno con beneficios comercialmente viables (Gillard y Boustead, 2005).

En 2004, la producción de salmón en Nueva Zelanda fue alrededor de 7 450 toneladas con un valor de aproximadamente 73 millones de dólares neozelandeses, proveniente de menos de 10 hectáreas de estructuras de granjas marinas además de las granjas de agua dulce. En comparación, los datos de la FAO indican que se produjeron 5 200 toneladas valoradas en 36 millones de dólares EE.UU. (FAO, 2006). Una serie de datos de la FAO indican que desde 1996 la producción ha permanecido relativamente estable (si bien con grandes fluctuaciones anuales) pero en años recientes, hubo un aumento en el valor relativo del producto (Figura 5). La mayoría

FIGURA 6
 Mapa de Oceanía indicando los sitios de cultivo en jaulas de la perca gigante

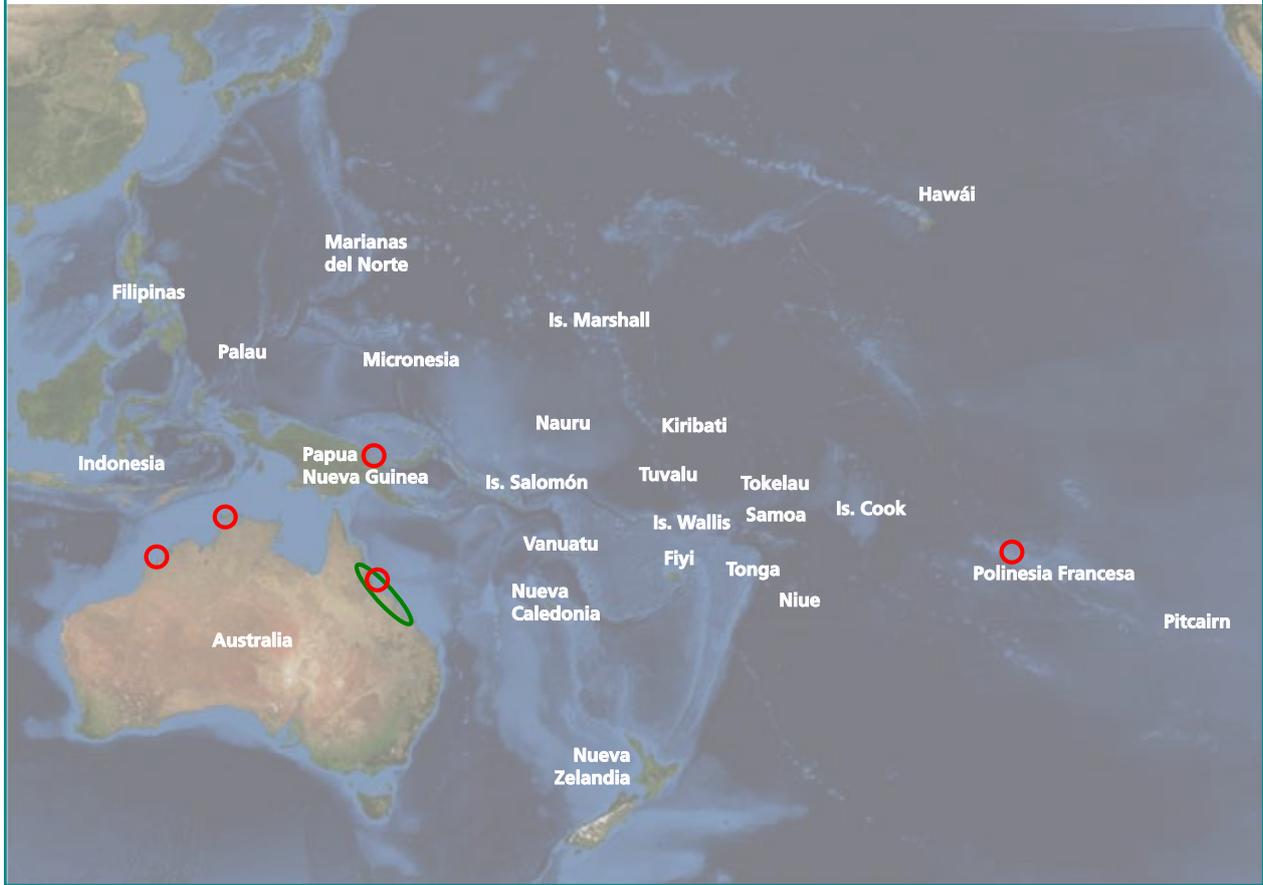
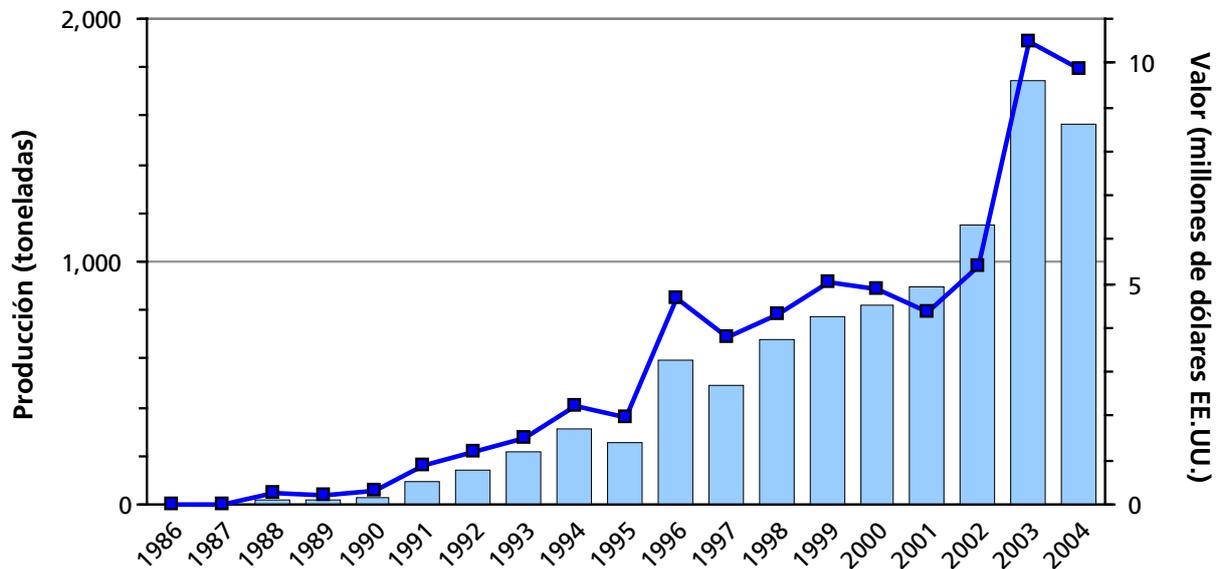


FIGURA 7
 Producción anual (barras) y valor (líneas) de la acuicultura de la perca gigante (*Lates calcarifer*) en Australia desde 1986 a 2004. Estos datos no están separados por tipo de producción, pero una gran parte de esta producción proviene de jaulas marinas o de jaulas en estanques de agua dulce



Fuente: FAO, 2006

de la producción proviene de granjas marinas de jaulas situadas en Marlborough Sounds y en la Isla Stewart. Los sitios de granjas individuales producen aproximadamente hasta 1 500 toneladas de salmón (Gillard y Boustead, 2005) (Figure 3).

La capacidad de producción actual de la industria salmonera en Nueva Zelanda es de aproximadamente 10 000 toneladas con una capacidad de expansión de por lo menos 14 000 toneladas. Actualmente, existen 14 sitios de engorde y 12 criaderos/sitios de agua dulce con una capacidad de producción de peces juveniles de 10 millones de esguines (Gillard y Boustead, 2005).

Alrededor del 50 por ciento del salmón producido en Nueva Zelanda es exportado. El principal mercado es Japón, aunque también se dirige a otros mercados regionales incluyendo Australia. La mayoría de los productos para el mercado japonés son peces sin agallas y eviscerados o con cabeza y eviscerados. También se exporta productos con valor agregado como el salmón ahumado. El mercado local demanda productos con valor agregado como rodajas, filetes, salmón ahumado, gravlax y kebabs.

Perca gigante

Australia

El cultivo de la perca gigante (*Lates calcarifer*) se practica en todos los estados de Australia pero la mayoría de la producción proviene de Queensland (la mayor parte proviene de estanques de agua dulce), el Territorio del Norte (jaulas marinas y estanques salobres) y Australia meridional (tanques de agua dulce). Se practican dos tipos de cultivo: en jaulas marinas y jaulas en agua dulce o estanques de agua salobre. Existen solamente tres granjas de jaulas marinas en Australia: una en Queensland, una en el Territorio del Norte y una en Australia occidental (Figura 6). La mayoría de la producción en estanques de agua dulce proviene del nororiente de Queensland (Figura 6).

Los datos de la FAO indican que la producción en 2004 fue de 1 600 toneladas valoradas en 9,9 millones de dólares EE.UU. (Figura 7). O'Sullivan *et al.* (2005) informa que la producción de 2003/04 fue de 2 800 toneladas valoradas en 23,6 millones de AUD (17,7 millones de dólares EE.UU.).

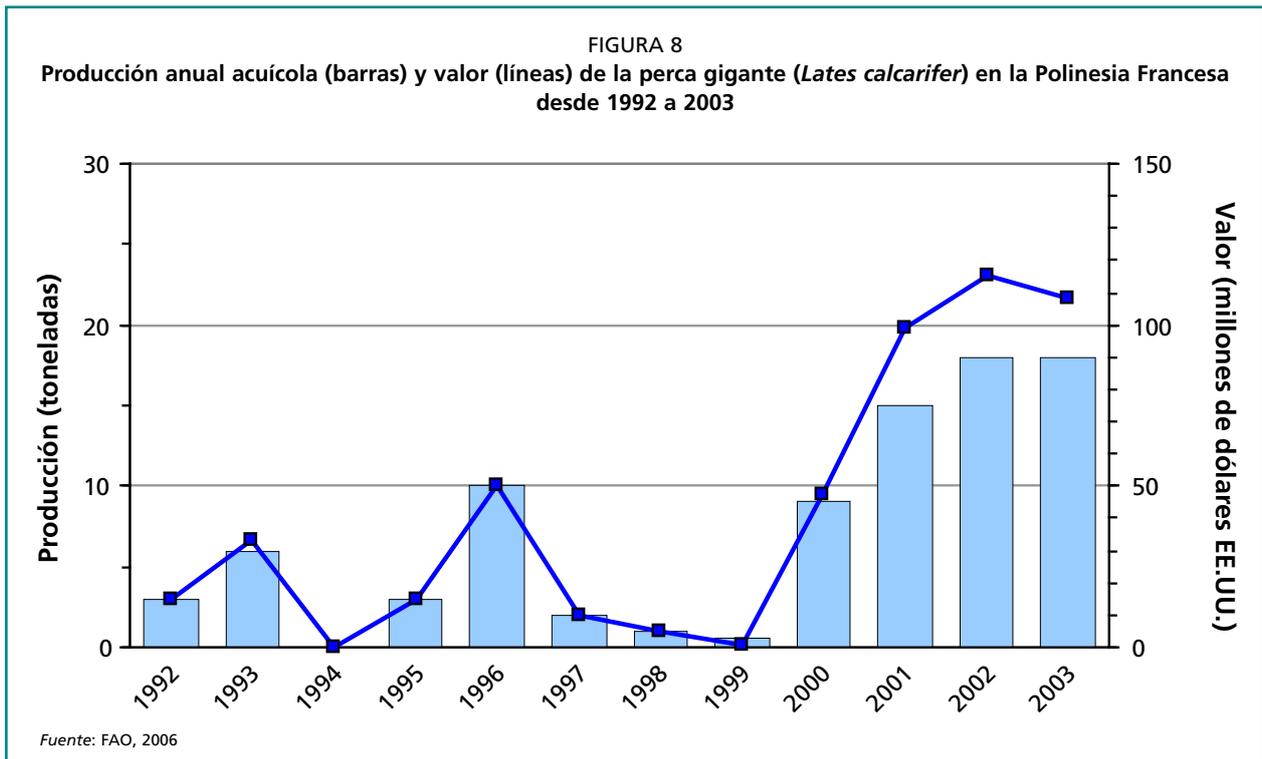
Las semillas de la perca gigante se obtienen de la producción de los criaderos. Existen dos técnicas principales para la producción de semillas: cultivo intensivo y extensivo. El cultivo intensivo tiene generalmente costos más altos de producción que el cultivo extensivo y la calidad de los alevines

puede variar considerablemente. Sin embargo, el cultivo intensivo se puede llevar a cabo durante los meses más fríos del año (de julio a septiembre) para así proveer alevines para su engorde durante los meses más cálidos del verano. Por el contrario, la cría extensiva de larva tiene un menor costo de producción pero menos seguridad y se limita solamente a los meses más cálidos del verano (de octubre a marzo). Algunos criaderos utilizan una combinación de ambas técnicas: producción intensiva a comienzos de la estación y luego una producción extensiva durante el verano (Rimmer, 2003; Tucker *et al.*, 2005).

Después de la fase larval, las percas gigantes son transferidas a un criadero al alcanzar entre 1 y 4 cm de longitud total (LT). El criadero tiene una doble función: permitir la clasificación regular para reducir la mortalidad causada por el canibalismo y permitir la adaptación eficaz de la perca gigante a dietas inertes. Los criaderos constan de piscinas o tanques de fibra de vidrio y concreto, con una capacidad de 10 000 a 30 000 litros. Las jaulas pequeñas (de alrededor 1 m³) hechas de mallas para insectos se encuentran flotando en los tanques y los peces son retenidos en las jaulas. En forma alternativa, el pez puede ser liberado en los tanques pero la clasificación se vuelve más difícil (Rimmer, 1995).

La perca gigante puede ser acostumbrada para pasar a dietas artificiales cuando son de un tamaño relativamente pequeño, aunque la facilidad y el éxito de dicha adaptación dependen principalmente del tamaño del pez. Los peces más grandes son más fáciles de acostumbrar que los pequeños y aquellos de un tamaño menor de 16 mm LT son muy difíciles de acostumbrar. Los alevines de la perca gigante pueden empezar a ser alimentados con dietas inertes dentro de unas pocas horas de su captura en los estanques en su fase larval y la mayoría de los peces empiezan a alimentarse en unos pocos días.

El canibalismo puede ser una causa importante de mortalidad en la fase de cría y durante el inicio del engorde. La perca gigante se alimentará de peces hasta un 67 por ciento de su propia longitud aproximadamente. El canibalismo es más pronunciado en los peces de menos de 150 mm LT; en los peces más grandes, las pérdidas son relativamente menores. Se puede reducir el canibalismo realizando la clasificación de los peces en intervalos regulares (de 2–3 días) para asegurar que los peces dentro de cada jaula sean de un tamaño similar (Rimmer, 1995).



La mayoría del cultivo de la perca gigante se lleva a cabo en jaulas de redes en agua dulce o estanques de agua salobre. Las jaulas pueden ser cuadradas, rectangulares o circulares, y de un tamaño que varía entre 8 m³ y 150 m³. Las jaulas tradicionales para el cultivo de la perca gigante en estanques se construyen de una bolsa de redes sin nudos en la cual se colocan unos cuadrados de contrapeso hechos de tubos de cloruro de vinilo (PVC) y un cuadrado flotante hecho del mismo material. Otros diseños, para jaulas más grandes, utilizan estructuras más rígidas.

Las primeras granjas marinas de jaulas de perca gigante en Australia utilizaron el estilo europeo de jaulas circulares, basado en la tecnología de cultivo del salmón. Gradualmente, esto fue reemplazado por jaulas cuadradas o rectangulares. Un asunto peculiar que ha afectado el diseño de las jaulas marinas de la perca gigante en Australia es la ubicación de las mismas en ambientes de alta energía. Existen sólo tres granjas de jaulas marinas de perca gigante en Australia y dos de ellas están situadas en ambientes de alta energía: las granjas en el Territorio del Norte están expuestas a las mareas de hasta 8 m, mientras que las granjas en Queensland están situadas en un estuario con mareas de menor amplitud (hasta 3,5 m) pero con corrientes de gran velocidad durante las mareas fuertes. Debido a las corrientes fuertes a las cuales se exponen las granjas,

estas se han alejado de las jaulas tradicionales de mallas y han elegido diseños más rígidos que utilizan jaulas con mallas de acero o plástico.

Las densidades de repoblación utilizadas en el cultivo en jaulas de las percas gigantes oscilan generalmente de 15 a 40 kg/m³, aunque las densidades pueden ser de hasta 60 kg/m³. Generalmente, al aumentar las densidades se reducen los índices de crecimiento, pero este efecto es relativamente menor en densidades menores de 25 kg/m³ (Rimmer, 1995). La perca gigante se alimenta con dietas en gránulos y se ha realizado bastante investigación para desarrollar dietas económicas, incluyendo dietas de alto contenido de energía. Aunque se han utilizado sistemas de alimentación automatizados en las granjas de jaulas marinas de gran escala, la mayoría de los acuicultores alimentan a la perca gigante en forma manual. Los juveniles son alimentados hasta 6 veces por día y esto se reduce gradualmente a dos alimentaciones (mañana y noche) cuando el pez alcanza los 40 g (Rimmer, 1995). La tasa de conversión de alimentos para el cultivo en jaulas de la perca gigante varía ampliamente, de 1,3:1 a 2,0:1 durante los meses calidos y aumentando durante el invierno.

Gran parte de la perca gigante cultivada se comercializa al alcanzar el «tamaño de consumo», es decir 300–500 g de peso. Aunque el crecimiento varía notablemente, especialmente debido a las

temperaturas, por lo general la perca gigante crece de alevín al tamaño de consumo en 6–12 meses. Las granjas más grandes producen peces más grandes (1,5–2 kg) para el mercado de filete, lo que lleva de 18 meses a 2 más para alcanzar el tamaño de mercado (Rimmer, 1995; Love y Langenkamp, 2003; O'Sullivan *et al.*, 2005). En 2003/04, los precios a nivel de explotación para la perca gigante australiana osciló de 7 dólares australianos (5,25 dólares EE.UU.) a 10,60 dólares australianos (8 dólares EE.UU.)/kg (O'Sullivan *et al.*, 2005). La mayoría de los productos son vendidos en el mercado interno – en 2001/02 menos del 2 por ciento de la producción de Queensland fue exportada (Love y Langenkamp, 2003).

Polinesia Francesa

La perca gigante fue introducida en la Polinesia Francesa por IFREMER de Singapur a finales de la década de 1980 (AQUACOP *et al.*, 1990). Las pruebas iniciales indicaron que la perca gigante se adaptó fácilmente y se ha desarrollado bien, y esto hizo que IFREMER emprendiera un programa de investigación y desarrollo de producción en criaderos, crianza y engorde para apoyar el desarrollo comercial de la acuicultura de la perca gigante en la Polinesia Francesa (AQUACOP *et al.*, 1990) (Figura 6).

Existen sólo dos granjas en la Polinesia Francesa y cada una de ellas dirige su propio criadero. La perca gigante se cría a una densidad relativamente baja (20 kg/m³) y en consecuencia el crecimiento es rápido, alcanzando el tamaño de consumo de 400 g en seis meses. La producción anual es de alrededor 15–20 toneladas por año (Figura 8). La mayoría de la producción se vende en el país, aunque una granja ha intentado exportar a Europa.

Papua Nueva Guinea

En Papua Nueva Guinea, el cultivo en jaulas marinas de la perca gigante se inició en 1999 en manos de una compañía privada. En 2004 la producción alcanzó 100 000 peces por año (Middleton, 2004). Las técnicas de producción de alevines eran similares a aquellas utilizadas en Australia, y los peces eran alimentados con dietas comerciales en gránulos importadas de Australia. Una característica notable del programa de producción era que las semillas y los alimentos se proveían a granjas operadas por familias locales a lo largo de la costa de Madang (Figura 6). Las familias cuidan de los peces y luego la compañía los compra de vuelta para su venta en el mercado interno y de exportación (Australia).

Vidriola

Australia

La vidriola (*Seriola lalandi*) es una nueva especie que se está desarrollando para la acuicultura en Australia. La acuicultura de la vidriola surgió del deseo de diversificar la producción de la acuicultura del atún del sur y por consiguiente se concentra en la región de la península de Eyre en Australia meridional en la bahía de Fitzgerald, Cowell y Puerto Lincoln (Figura 9).

La producción de vidriola no está individualizada en los datos de la FAO, pero la producción en 2003/04 fue estimada en 1 000 toneladas valoradas en alrededor 8 millones de dólares australianos (O'Sullivan *et al.*, 2005). En comparación, la producción mundial de las especies *Seriola* es de alrededor 140 000 toneladas (Ottolenghi *et al.*, 2004).

Aunque el cultivo de especies relacionadas, como la *S. quinqueradiata* en Japón, depende en gran parte de la captura de alevines silvestres (Ottolenghi *et al.*, 2004), la acuicultura de la vidriola en Australia se basa en las semillas producidas en los criaderos. Actualmente, existen dos criaderos comerciales que producen semillas de esta especie en Australia meridional (PIRSA, 2002b; Love y Langenkamp, 2003).

Los reproductores (normalmente 10–40 kg) son capturados de su medio silvestre con redes y mantenidos en tanques interiores de por lo menos 90 m³ y 2 m de profundidad a densidades de menos de 20 kg/m³ (PIRSA, 2002b; Benetti *et al.*, 2005). Anteriormente, los reproductores eran alimentados con alimento húmedo, incluyendo pescado picado, calamares, vitaminas y suplementos minerales (PIRSA, 2002b), pero debido a ciertas preocupaciones sobre posibles deficiencias vitamínicas en los reproductores, en la actualidad, se utilizan dietas compuestas semi húmedas fortificadas con vitaminas (Benetti *et al.*, 2005). La vidriola desova naturalmente en los tanques, sin necesidad de inducción hormonal (PIRSA, 2002b). Algunas instalaciones utilizan control fototérmico para influir en la reproducción y el desove de los reproductores cautivos (Benetti *et al.*, 2005). El desove es variable, pero generalmente ocurre cada 4–5 días (Benetti *et al.*, 2005).

Las larvas de la vidriola se crían utilizando técnicas intensivas estándares. Los tanques de cría de larvas oscilan entre 2,5 a 10 m³ en tamaño y son de forma cilindrocónica (Benetti *et al.*, 2005). Las larvas se crían a alrededor 100 larvas/l e inicialmente se alimentan de rotíferos y luego de metanauplios

FIGURA 9
Mapa de Oceanía indicando los sitios de cultivo en jaulas de la vidriola



de *Artemia enriquecidos* a partir del día 12 hasta el día 28. El cambio hacia las dietas inertes comienza en el día 20 y finaliza en el día 40 (PIRSA, 2002b; Benetti *et al.*, 2005).

El crecimiento larval es rápido alcanzando una longitud furcal de 4–20 mm para el día 16 y de hasta 35 mm para el día 25 (PIRSA, 2002b). Los peces pueden ser transferidos a jaulas desde los 5 gramos de peso (PIRSA, 2002b). Anteriormente, varios criaderos de cría de juveniles de vidriola tenían deformaciones óseas en la zona de la cabeza. Este problema se ha atribuido a deficiencias vitamínicas y se ha resuelto, en gran parte, mejorando la nutrición de los reproductores (Benetti *et al.*, 2005).

Las jaulas marinas que se utilizan en el cultivo de la vidriola son generalmente de 25 metros de diámetro y 8 metros de profundidad. Se utilizan jaulas de redes más pequeñas (12 metros de diámetro y 4 de profundidad) para peces más pequeños. Australia meridional limita la densidad de cultivo a un máximo de 10 kg/m³ (PIRSA, 2002b).

Los peces son alimentados con dietas compuestas de gránulos y se alcanzó una tasa de conversión de

alimentos (TCA) de 1,0–1,5:1 utilizando una dieta de gránulos desarrollada originalmente para la perca gigante (Benetti *et al.*, 2005).

El crecimiento de la vidriola depende de la temperatura y se desarrolla mejor en condiciones tropicales o subtropicales. La vidriola puede crecer hasta 1,5–3 kg en 12–14 meses, y puede alcanzar 1,5 kg en 6–8 meses si se dan las condiciones ideales (PIRSA, 2002b; Love y Langenkamp, 2003; Ottolenghi *et al.*, 2004; Benetti *et al.*, 2005). Alternativamente, pueden ser engordadas hasta 4–5 kg en dieciocho meses para sashimi (Love y Langenkamp, 2003; Benetti *et al.*, 2005).

La vidriola se cosecha generalmente como pescado entero. Algunos productos se venden localmente como filetes o en forma de porciones sin espinas y el pescado de mejor calidad puede venderse para sashimi.

En Japón, se comercializa bajo el nombre japonés de hiramasa (Love y Langenkamp, 2003; Ottolenghi *et al.*, 2004). Hay gran demanda por parte de los mercados de exportación (Japón, otras partes de Asia, Estados Unidos y el Reino

Unido) especialmente para el sashimi (PIRSA, 2002b, Ottolenghi *et al.*, 2004). Actualmente, la demanda para el sashimi de vidriola excede la oferta (Ottolenghi *et al.*, 2004).

Nueva Zelandia

La acuicultura de la vidriola se encuentra actualmente en una fase de investigación, desarrollo y estudio piloto en Nueva Zelandia (Benetti *et al.*, 2005). El Instituto Nacional de Agua e Investigación Atmosférica ha llevado a cabo estudios sustanciales sobre la acuicultura de la vidriola desde 1998. Los resultados de ese trabajo se resumen en Benetti *et al.* (2005).

Tilapia y carpa

Se ha cultivado tilapia (*Oreochromis niloticus*) y carpa (*Cyprinus carpio*) en el lago Yonki, en la provincia montañosa oriental, promovida por el gobierno provincial y la Autoridad Nacional de Pesca (Figura 10).

El lago Yonki es una represa hidroeléctrica de 50 km de ancho y contiene 33 millones de metros

cúbicos de agua. En 2004, las jaulas ubicadas en el lago Yonki producían 500 kg de peces por mes y varios miles de alevines se vendían en los mercados locales. Se calcula que el lago tiene potencial para generar 5 millones de kina (1,7 millones de dólares EE.UU.) anualmente, con 1 000 acuicultores produciendo 1 000 toneladas de peces de agua dulce por mes. Actualmente se lleva a cabo un programa de investigación de pequeña escala para apoyar el desarrollo de la acuicultura en jaulas de la tilapia en el lago Yonki y para promover el uso de los alimentos fabricados localmente.

Otros especies

Australia

En Australia, se ha desarrollado la acuicultura de otras especies de peces marinos, que incluyen la dorada (*Pagrus auratus*) y el verrugato austral (*Argyrosomus hololepidotus*). Si bien la producción de dorada ha sido limitada, la producción de 2003/04 fue valorada en más de 200 000 dólares australianos (150 000 dólares EE.UU.) (O'Sullivan *et al.*, 2005).

FIGURA 10
Mapa de Oceanía que indica los sitios de cultivo en jaulas de tilapia y carpa



El cultivo del verrugato es más prometedor, con una producción en 2003/04 de más de 500 toneladas valoradas en 4 m de dólares australianos (3 millones de dólares EE.UU.) (O’Sullivan *et al.*, 2005).

Otras especies que fueron experimentadas en la acuicultura marina o están en desarrollo actualmente incluyen: silago (*Sillago spp.*), trompetero de Tasmania (*Latris lineata*), chopo (*Acanthopagrus butcheri*), sargo dorado (*Rhabdosargus sarba*), platija de Nueva Zelanda (*Rhombosolea tapirina*), pargo de maglar (*Lutjanus argentimaculatus*), pargo jaspeado (*Lutjanus johnii*), salmón de Australia (*Arripis trutta*), salmón áspero (*Arripis georgianus*) y el pez aguja (*Arrhamphus sclerolepis*) (O’Sullivan *et al.*, 2005).

Si bien ha habido un gran interés en el desarrollo de la industria acuícola, debido en gran parte al valor elevado del mero y la demanda en China, RAE de Hong Kong y China, el desarrollo de este sector ha sido limitado, debido a la falta de un apoyo efectivo del gobierno para desarrollar opciones de crianza, a una legislación ambiental restrictiva lo que afecta a los potenciales sitios de cultivo en jaulas marinas y a actitudes antagónicas de la comunidad hacia el desarrollo de la acuicultura en las áreas costeras. Se ha producido una pequeña cantidad de alevines de pez pantera (*Cromileptes altivelis*), mero de pintas naranjas (*Epinephelus coioides*) y mero manchado (*E. fuscoguttatus*), pero hasta el momento sólo ha habido una producción comercial limitada de estas especies.

Polinesia Francesa

Los datos de la FAO indican que la producción de especies de peces marinos, fuera de la perca gigante producida en la Polinesia Francesa, oscila entre 1 a 4 toneladas por año (FAO, 2006). Estas son especies de lagunas que están siendo experimentadas para evaluar su potencial acuícola.

Entre las especies que están siendo experimentadas en la Polinesia Francesa se encuentran: el barbudo de seis dedos (*Polydactylus sexfilis*), jurel (*Caranx regularis*), jurel dorado (*Gnathodon speciosus*) y el pez murciélago (*Platax orbicularis*).

Estados Federados de Micronesia

Una compañía de la República de Corea ha establecido una operación de cultivo para la perca banda ancha en los Estados Federados de Micronesia (Henry, 2005).

Las semillas son importadas de la República de Corea, no obstante, existe muy poca información acerca de esta operación.

Nueva Caledonia

Actualmente no existe producción acuícola de peces marinos en Nueva Caledonia. Sin embargo, la Agencia de Desarrollo Económico de Nueva Caledonia (ADECAL) cuenta con un proyecto para desarrollar la acuicultura de especies marinas de alto valor, incluyendo meros y pargos (A. Rivaton, com. pers.).

CUESTIONES IMPORTANTES DE LOS PAÍSES/ REGIÓN

Las cuestiones esenciales de la acuicultura en jaulas en Oceanía difieren entre Australia, Nueva Zelanda y el resto de la región de las Islas del Pacífico. Por consiguiente, en esta sección se discuten en forma separada.

Cuestiones técnicas

Suministro de semillas

El suministro de semillas para casi todas las formas de acuicultura en Oceanía proviene de criaderos. En Australia y Nueva Zelanda, la gestión de pesca limita la recolección de peces juveniles para la acuicultura. Existen algunas excepciones que incluyen la acuicultura del atún del sur y de la anguila (*Anguilla spp.*) Ello restringe enormemente el desarrollo de la acuicultura en estos dos países ya que todo nuevo desarrollo acuícola depende del desarrollo de tecnología de producción de alevines como primer paso. Esto puede llegar a ser un proceso largo y costoso y hace incrementar los altos costos que ya implica el desarrollo de un nuevo sector. En comparación, en Asia se estudia inicialmente varios productos acuícolas a través de la recolección y cría de semillas capturadas en el medio silvestre. Ello permite a los acuicultores evaluar el desarrollo de las especies en cuestión y decidir si será económico producirlos en los criaderos. También permite el desarrollo de tecnología de cultivo en paralelo con la tecnología de producción en criaderos.

En las Islas del Pacífico, existe poca pesca tradicional de peces juveniles para respaldar las operaciones de cría. La excepción es la cosecha de sabalote (*Chanos chanos*) para la cría en estanques en varios países de las Islas del Pacífico, incluyendo Kirabati y Nauru.

Algunos desarrollos recientes en el Pacífico y en el Caribe han utilizado trampas de luz y redes de crestas para cosechar juveniles presentados o peces en su fase larval avanzada e invertebrados para su cría posterior (Dufour, 2002; Hair *et al.*, 2002; Watson *et al.*, 2002). Este modo de cosechar emplea la lógica de que la mayoría de los peces y

especies de invertebrados en etapa larval pelágica están sujetos a altas mortalidades antes y durante el asentamiento y que cosechar una proporción de estos tendrá un impacto insignificante en el reclutamiento (Doherty, 1991; Sadovy y Pet, 1998). En comparación, la mortalidad natural de alevines asentados puede ser relativamente baja y la pesca de estos alevines más grandes puede estar sujeta a las mismas restricciones de cosecha que para la pesca de peces adultos (Sadovy y Pet, 1998). Hasta la fecha, estas técnicas de captura han sido prometedoras para la recolección de especies de peces de acuario pero podría capturar poca cantidad de las especies de peces que se crían con fines de producir alimentos para peces (Hair *et al.*, 2002).

Alimentos y alimentación

Los alimentos y la alimentación son un asunto de gran importancia en la acuicultura en jaulas en el Pacífico. En Australia y en Nueva Zelanda, los alimentos compuestos se utilizan casi exclusivamente para la producción de peces. La gran excepción es la acuicultura del atún del sur, el cual, aún es completamente dependiente del pescado fresco como alimento.

Ha habido grandes investigaciones para el desarrollo de alimentos compuestos en Australia, particularmente para peces. En ese país, gran parte de la investigación y desarrollo fue apoyado por la Corporación de Investigación y Desarrollo Pesquera a través de su Subprograma de Nutrición Acuícola y por el Centro para la Investigación Agrícola Internacional de Australia (ACIAR). Varios proveedores de alimentos comerciales producen hoy en día una gran gama de dietas para la acuicultura.

Como se mencionó más arriba, se está llevando a cabo un importante programa de investigación con el fin de desarrollar alimentos compuestos para el atún del sur. Gran parte del pescado fresco que se utiliza para alimentar al atún del sur se importa de Australia y han surgido preocupaciones de bioseguridad con respecto a la introducción potencial de nuevos patógenos. Un incidente que resultó en mortalidades en masa de poblaciones silvestres de sardinas en Australia fue atribuido a un virus que pudo haber sido introducido con las sardinas importadas a Australia para alimentar al atún del sur (Gaughan *et al.*, 2000).

En la región de las Islas del Pacífico, la falta de alimentos compuestos ha sido un obstáculo para el desarrollo de una acuicultura sustentable. Los precios elevados del transporte hicieron aumentar el

costo de los alimentos importados, mientras que la baja población y producción son un obstáculo para el desarrollo de alimentos compuestos producidos localmente. Se están realizando investigaciones, financiadas particularmente por ACIAR, para fomentar capacidades y proveer información para el desarrollo de alimentos para tilapia hechos en las granjas.

Asuntos sociales y económicos

Percepciones de la comunidad hacia la acuicultura

Una importante pero ignorada faceta del desarrollo de la acuicultura en la región de Oceanía es la percepción de la comunidad hacia la acuicultura. En Australia, la mayoría de la población está conglomerada en la costa, especialmente en la costa oriental; existen conflictos con respecto a la utilización de los recursos en algunas áreas. La percepción comunitaria sobre los impactos negativos de la acuicultura ha sido instrumental en limitar varios desarrollos acuícolas en el país, incluyendo una propuesta para instalar una granja de jaulas marinas en Queensland.

Un estudio reciente evaluó las percepciones de la comunidad en dos distritos: la Península de Eyre, en Australia meridional y en la bahía de Port Phillip en Victoria (Mazur *et al.*, 2005). La encuesta encontró grandes diferencias en las respuestas de cada uno de los casos, e indicó que ciertas características particulares de las regiones pueden tener cierta influencia en las percepciones y respuestas hacia la acuicultura. Estas incluyen: las densidades de población, diversidad económica, rivalidad en el uso de los ambientes marinos/costeros, tamaño y estructura de las industrias acuícolas y la existencia de conflictos relacionados con la acuicultura.

Las conclusiones que se desprenden de las entrevistas indican que la acuicultura está altamente valorada por su contribución al crecimiento económico en las áreas rurales, especialmente en aquellas que han sufrido un declive económico. Los encuestados identificaron una serie de asuntos relacionados con la acuicultura: la necesidad de mejorar las prácticas ambientales y comerciales; conocimientos y marcos para mitigar los impactos negativos sociales y ambientales; inversión estratégica en la investigación y el desarrollo acuícola; seguridad de recursos; y apoyo comunitario (Mazur *et al.*, 2005). Los resultados de la encuesta en Australia meridional indican que la gente reconoce los beneficios económicos de la acuicultura y sienten que la industria se interesa en el manejo ambiental. Sin embargo, los encuestados desconfían un poco y

están más preocupados por los riesgos ambientales de la acuicultura de jaulas marinas. Los encuestados manifestaron también que la industria acuícola necesita escuchar más de cerca las preocupaciones comunitarias (Mazur *et al.*, 2005).

Basándose en estos hallazgos, Mazur *et al.* (2005) propone el uso de más estrategias innovadoras participativas y foros para complementar las actividades comunitarias de consultas. También remarca la necesidad de contar con una información más creíble a fin de fomentar la confianza pública en la acuicultura.

Un ejemplo extremo del antagonismo público hacia la acuicultura en jaulas fue la propuesta para desarrollar una granja de jaulas marinas al sur de Queensland. Un grupo con experiencia en la industria acuícola del salmón en Tasmania propuso la granja, y establecieron una compañía privada («*SunAqua*») para cultivar peces marinos (dorada y vidriola) en instalaciones de jaulas a ser ubicadas en la bahía de Moreton, cerca de Brisbane, Queensland. La compañía propuso utilizar los sistemas disponibles de producción, similares a aquellos utilizados en el cultivo de salmónidos.

Debido a que ciertas partes de la bahía de Moreton son consideradas ambientalmente sensibles (la bahía abarca áreas del Parque Marino y sitios incluidos en la lista del Convenio de RAMSAR) hubo una considerable oposición a la propuesta por parte de los grupos locales de conservación. Al utilizar y adaptar algunos de los argumentos expuestos por los activistas en contra de los salmónidos en el Reino Unido y Europa, los grupos conservacionistas desarrollaron una campaña efectiva para evitar que la propuesta *SunAqua* progresara. La campaña incluyó el uso efectivo de los medios de comunicación y la organización de mítines masivos en las afueras de Brisbane adyacente a la bahía Moreton. A pesar de que la propuesta *SunAqua* fue clasificada como un «proyecto de gran importancia» por el Gobierno de Queensland, los grupos conservacionistas generaron tanta preocupación entre el público que la propuesta fue finalmente rechazada.

Impactos económicos de la acuicultura

La mayoría de los estados y territorios de Australia recopilan datos de producción que incluyen el valor bruto de producción y los datos de inversión, particularmente su equivalente en mano de obra. Sin embargo, se han publicado pocos estudios sobre los impactos socioeconómicos de la acuicultura en la comunidad en general.

EconSearch (2004) evaluó los impactos económicos de la acuicultura de Australia meridional en la cadena de mercado en 2002/03, incluyendo:

- el valor de la producción a nivel de explotación;
- el valor neto del procesamiento local (SA);
- el valor neto de la venta local y de la industria de servicios de alimentos;
- el valor de los servicios de transportes locales en todas las etapas de la cadena comercial.
- el valor de la producción a nivel de explotación;
- el valor neto del procesamiento local (SA);
- el valor neto de la venta local y de la industria de servicios de alimentos;
- el valor de los servicios de transportes locales en todas las etapas de la cadena comercial.

El estudio reveló que el valor agregado total de la acuicultura fue de 331 m de dólares australianos (250 millones de dólares EE.UU.) lo que representa el 0,70 por ciento del Producto Bruto del Estado. El empleo directo fue estimado en 1 614 en 2002/03 con 1 355 empleos indirectos, empleando en total a casi 2 970 personas. Aproximadamente el 90 por ciento de estos empleos tuvo lugar en Australia meridional. Los ingresos familiares directos se estimaron en alrededor 48 m de dólares australianos (36 millones de dólares EE.UU.) en 2002/03 y las entradas indirectas en alrededor 59 m de dólares australianos (44 millones de dólares EE.UU.), lo que otorga un total de más de 107 m de dólares australianos (80 millones de dólares EE.UU.) en ingresos familiares. En las áreas regionales, el impacto de la industria acuícola en 2002/03 se concentró en la región de la Península de Eyre, lo que refleja el predominio del cultivo de atún (EconSearch, 2004).

Comercialización

Una gran desventaja de la acuicultura en Oceanía es la baja tasa de población y por lo tanto existen mercados limitados en la región. Por consiguiente, algunos productos han sido desarrollados con un fuerte enfoque en los mercados de exportación. Un ejemplo de esto es el atún del sur, que se vende casi exclusivamente al mercado japonés. Sin embargo, tanto las grandes distancias a los mercados de exportación más lucrativos de Europa, Estados Unidos de América y China como la pobre infraestructura de transporte en varias partes de Oceanía, limitan la capacidad de los acuicultores para acceder a los mercados más grandes.

En varios países de las Islas del Pacífico, como en la Polinesia Francesa, los productos acuícolas deben competir frente a los peces más baratos y

de buena calidad que se capturan en la laguna. Sin embargo, existe gran potencial para desarrollar otros mercados como restaurantes y hoteles, los cuales requieren un suministro constante y ausencia garantizada de ciguatera en sus productos marinos.

El mercado local más grande en Oceanía es Australia, y los productores de Australia y otras naciones de la región apuntan al mercado marino del país. Como la mayoría de los mercados marinos, los productos acuícolas compiten con los productos marinos silvestres como también con los productos importados. Love y Langenkamp (2002) concluyeron que para que los productos acuícolas (vivos y de tamaño de consumo) sean competitivos frente a los productos silvestres, los productores acuícolas deberían intentar un precio de referencia de 9–10 dólares australianos (6,75–7,50 \$EE.UU.)/kg.

Un asunto clave para los acuicultores de Oceanía es la competencia con los productos importados. Fue relevante para las operaciones de salmón, por ejemplo, la reciente caída de los precios mundiales del mismo como resultado de la rápida expansión de la producción mundial del salmón cultivado, particularmente en Chile. En la actualidad, la perca gigante compite con los productos importados de Asia suroriental, y en el mercado de filete, con los bajos precios de la perca del Nilo importada (Love y Langenkamp 2002).

Muchos productores asiáticos no se enfrentan con los severos requisitos ambientales y de seguridad alimentaria que son de rigor para los productores en Australia y Nueva Zelanda y son capaces de producir productos similares a precios más bajos. El tema de la competencia en las importaciones, en un ambiente mundial que tiende a reducir la protección de las importaciones y mercados abiertos, será un factor importante en el futuro desarrollo de la acuicultura en jaulas en la región de Oceanía.

Ambiental

Los asuntos ambientales son una parte importante en el desarrollo de la acuicultura en Australia y Nueva Zelanda, especialmente con respecto a la acuicultura en jaulas.

Australia, se enfoca en el desarrollo de Sistemas de Manejo Ambiental (EMS). Un EMS es un proceso cíclico de planificación, implantación, revisión y mejora de los procedimientos y acciones que lleva a cabo una organización para realizar sus actividades relacionadas con: el ambiente, seguridad y calidad alimentaria, seguridad y salud ocupacional,

rentabilidad, relaciones públicas, y otros aspectos de la organización. Los EMS pueden ser desarrollados a nivel comercial individual, para un grupo de negocios con un interés común, como miembros de una asociación industrial por ejemplo, o para todos los negocios en un sector acuícola. Los EMS pueden ser relativamente simples, como códigos de buenas prácticas, o más desarrollados, como el ISO 14000 u otras normas de certificación.

Los EMS para la industria acuícola en Australia están administrados por la Agenda de Acción de la Industria Acuícola y toman en consideración los programas «camino de los EMS» emprendidos por la industria de productos marinos Servicios de Productos Marinos de Australia. A través de la Agenda de Acción se desarrollaron unos códigos de prácticas y sistemas de manejo ambiental personalizados para varios negocios claves en el sector acuícola quienes abogarán por la implementación de los EMS para la industria acuícola del país.

El *AquaFin CRC* cuenta con varios programas de investigación y desarrollo para mejorar la gestión ambiental relacionada con el cultivo en jaulas marinas (<http://www.aquafincrc.com.au/>).

Institucional

Australia

En Australia, los estados son responsables de la mayoría de los aspectos gerenciales de la acuicultura. Estos incluyen:

- licencias para granjas acuícolas;
- licencias ambientales;
- apoyo al desarrollo de tecnología acuícola a través de la investigación, desarrollo y actividades de extensión;
- coordinación y apoyo a asociaciones de acuicultores.

La responsabilidad federal para la acuicultura está limitada a áreas más amplias como planes nacionales y, en particular, a la bioseguridad. El Comité Nacional de Desarrollo Acuícola ha elaborado una Agenda de Acción de la Industria Acuícola para promover el desarrollo de la industria en Australia. Las diez iniciativas estratégicas claves de la Agenda de Acción son:

1. Formular una Declaración Nacional de Política Acuícola
2. Fomentar un ambiente reglamentario y operativo que respalde la acuicultura
3. Implementar una agenda de acción industrial
4. Fortalecer la industria dentro de un marco ecológicamente sostenible

5. Proteger la industria de enfermedades acuáticas y plagas
6. Invertir para el desarrollo
7. Promocionar los productos acuícolas en Australia y el mundo
8. Afrontar los desafíos de investigación e innovación
9. Aprovechar las oportunidades de educación, capacitación y trabajo
10. Crear una industria para todos los australianos.

Algunos puntos claves de la Agenda de Acción de la Industria Acuícola están siendo implementados por el Consejo Nacional de Acuicultura, que es la entidad máxima para la producción acuícola en Australia (<http://www.australian-aquacultureportal.com/>).

Conjuntamente con la Agencia de Acción de la Industria Acuícola, el Departamento de Agricultura, Pesca y Silvicultura (DAFF) ha desarrollado el «*AquaPlan*» – una estrategia para desarrollar una propuesta nacional para los casos de emergencias como también para la gestión general de salud de los animales acuáticos en Australia. *AquaPlan* fue desarrollada conjuntamente por el gobierno y los sectores privados industriales y se vincula a los actuales acuerdos de gobierno Estado/Territorio y de gestión de salud industrial.

Un componente clave del *AquaPlan* es el *AquaVetPlan*, el cual provee una serie de instrumentos manuales y operacionales que delinean los métodos y protocolos para manejar los brotes de enfermedades acuáticas de emergencia. *AquaVetPlan* se basa en el modelo terrestre: *AusVetPlan*.

Nueva Zelanda

En Nueva Zelanda, se estableció una moratoria en 1991 para el desarrollo de nuevas granjas marinas. La Ley de Gestión de Recursos de 1991 revocó lo estipulado en la Ley de Cultivo Marino de 1971 en lo referente a la entrega de nuevos contratos de arrendamientos y licencias.

El gobierno de Nueva Zelanda ha identificado la necesidad de actualizar el marco legal para que la acuicultura «brinde más seguridad a todos los participantes, al tiempo de no permitir efectos adversos al ambiente o socavar los derechos de los pescadores». El Ministerio del Ambiente, el Ministerio de Pesca y el Departamento de Conservación son los principales departamentos de gobierno involucrados en el desarrollo de la nueva propuesta legislativa acuícola.

Los impactos del proceso de la Reforma Acuícola de Nueva Zelanda han causado grandes frustraciones dentro de la industria acuícola de Nueva Zelanda.

Países de las Islas del Pacífico

La Secretaria de la Comunidad del Pacífico (SPC) es una entidad intergubernamental con 22 países miembros de la región de las Islas del Pacífico, que colabora con sus miembros para desarrollar programas de trabajo con el fin de proveer: asistencia técnica; apoyo profesional, científico y de investigación; y el desarrollo de capacidades para el planeamiento y la administración. La SPC brinda este apoyo a la industria acuícola de los países de las Islas del Pacífico a través de su Programa de Acuicultura.

La región de las Islas del Pacífico ha contado con emprendimientos poco exitosos dentro de su historia acuícola. Para asistir con el desarrollo de una acuicultura sostenible en la región de las Islas del Pacífico, la SPC ha desarrollado un Plan de Acción Acuícola (<http://www.spc.int/aquaculture/site/publications/documents/spc-aquaplan.pdf>). Este Plan fue el resultado de una consulta intensiva entre sesenta especialistas regionales e internacionales durante la reunión acuícola de la SPC llevada a cabo en Suva, Fiji, del 11 al 15 de marzo de 2002.

La reunión revisó los diecisiete productos de interés para la región con el fin de identificar unos pocos productos prioritarios. Los productos fueron evaluados teniendo en cuenta dos criterios: el impacto potencial y la viabilidad. La reunión consintió que los productos de prioridad de la región son: coral, almeja gigante, camarones de agua dulce, sabalote, perlas, pepinos de mar, algas, y tilapia. Además de enfocarse en la lista de productos prioritarios, el plan identifica asuntos relevantes para el desarrollo de la acuicultura en el Pacífico:

- Necesidad de establecer acuerdos previos por parte del gobierno, instituciones y empresas antes de enviar a personas a participar en los cursos de capacitación para que de ese modo vuelquen sus conocimientos en el país a su regreso.
- Necesidad de contar con habilidades empresariales y capacitación comercial.
- Es de gran importancia llevar a cabo análisis de mercado y financiero para cada producto a fin de determinar el potencial y costos de producción y las especificaciones del producto, antes que se tomen las acciones pertinentes para establecer cada producto prioritario.

- Todas las estrategias de desarrollo necesitan incluir acciones para minimizar la entrada de enfermedades y asumir los preparativos para el control y manejo en caso de brotes de enfermedades.
- Es un requisito urgente en la región estudiar los marcos legislativos y de política para la introducción y la gestión exitosa de los productos prioritarios.
- Se necesita desarrollar las estrategias de cada país, consecuente con las regionales, enfocándose en la política, legislación y planes de desarrollo. Será importante que los países reúnan la mayor información objetiva posible al examinar sus propias prioridades.
- El compartir y actualizar la información de la acuicultura en el Pacífico cada cierto tiempo debería ser una parte importante dentro del esfuerzo regional.

Una revisión de la legislación acuícola y la política de los países de las Islas del Pacífico (Evans *et al.*, 2003) hizo notar la ausencia notable de políticas acuícolas específicas a nivel nacional y regional.

Frecuentemente, los planes para la acuicultura han sido incorporados dentro de las políticas/ planes de pesca y tuvieron, principalmente un objetivo económico, como el aumento de empleo y beneficios económicos. La revisión concluyó que se requiere de políticas nacionales acuícolas para tratar los asuntos referentes no sólo al desarrollo de la industria sino también aquellos que se refieren a la subsistencia y desarrollo acuícola comunitario, integridad ambiental y seguridad económica (Evans *et al.*, 2003).

La revisión señaló que la legislación era un poco inadecuada a pesar de los distintos niveles de desarrollo de los países en las Islas del Pacífico. Si bien las leyes en la región son similares, varios asuntos relevantes que fueron expuestos por algunos países, se omiten en otras legislaciones nacionales. Además, no se podría generalizar las relaciones entre la naturaleza de la regulación y el nivel de desarrollo de la acuicultura (Evans *et al.*, 2003).

EL CAMINO A SEGUIR

El camino que debería seguir la acuicultura en jaulas en Oceanía no está muy claro. Se necesita tratar la sostenibilidad ambiental y la competencia de los mercados, dos cuestiones de gran importancia para que la acuicultura en jaulas se expanda. Es muy probable que en Oceanía, la acuicultura en jaulas continúe siendo una industria pequeña, según los

parámetros mundiales, debido a las restricciones que se discutieron en este estudio.

Para desarrollar más esta industria en Oceanía, se debería examinar todos los aspectos del desarrollo acuícola y cadenas de suministro asociadas. La mayoría de las agencias que apoyan el desarrollo de esta industria en la región le da un enfoque fuerte al área de producción, y ponen poco esfuerzo en el valor agregado posterior a la cosecha o al desarrollo de cadenas de suministros.

Se ha hecho muy poco sobre la educación de la comunidad en materia de acuicultura e investigaciones sociales que tengan un efecto en las percepciones a cerca de la industria, y hasta ahora, ello sigue siendo un obstáculo importante para la expansión de la acuicultura en Oceanía.

En Australia y Nueva Zelandia en particular, se necesita que la acuicultura establezca sus credenciales ambientales en toda la comunidad. Existe una preocupación generalizada con respecto a la sostenibilidad ambiental de la acuicultura, y ello abarca:

- el uso de productos pesqueros (incluyendo harina de pescado) para producir proteína de pescado;
- impactos de los nutrientes de las jaulas sobre el ambiente local;
- impactos de los escapes sobre las poblaciones de peces locales, incluyendo los impactos genéticos;
- traslado potencial de enfermedades y epizootias.

Como lo ha demostrado el trabajo sobre la percepción comunitaria de la acuicultura, un componente importante del desarrollo de la industria acuícola es el de comunicar a la comunidad tanto los beneficios como también los aspectos negativos de la misma (Mazur *et al.*, 2005). En consecuencia, los sistemas de información pública necesitan formar parte integral de las estrategias de desarrollo de la acuicultura en jaulas.

Comparada con otras regiones, la acuicultura en jaulas en Oceanía tiene significativas desventajas competitivas. Los costos de la mano de obra en Australia y Nueva Zelandia son elevados y generalmente son un componente importante del costo de producción de la mayoría de los productos de la acuicultura. Además, las economías de escala continúan relativamente bajas en Oceanía debido a la baja densidad poblacional, limitada disponibilidad de sitios, licencias limitadas y legislación ambiental estricta. En consecuencia, la acuicultura en jaulas necesita desarrollarse tomando en consideración

las ventajas competitivas en comparación con otras regiones, especialmente Asia.

Un aspecto de ventaja comparativa que fue sugerida para la acuicultura en Oceanía es el de contar con altos niveles de bioseguridad que sean, o puedan ser, establecidos en los países de Oceanía. Ello brinda a los países las oportunidades de aislar algunas de las enfermedades más virulentas y desarrollar reservas de semillas exentas de patógenos específicos (SPF). Según este modelo, Oceanía podría llegar a ser un importante proveedor de semillas SPF a otras regiones, particularmente Asia.

CONCLUSIONES

Es probable que el cultivo en jaulas en Oceanía se mantenga pequeño según los estándares mundiales. Su continuo desarrollo, aunque sea un poco lento, depende de una variedad de asuntos sociales, económicos y ambientales, cuestiones que están siendo tratadas por agencias gubernamentales, de investigación y desarrollo:

Asuntos económicos

- Desarrollar tecnologías de producción en criaderos que reduzcan el costo de producción de alevines mientras se conserva la calidad.
- Desarrollar alimentos más económicos para reducir los costos de producción.
- Aumentar la mecanización de la producción para compensar los altos costos de mano de obra en Australia y Nueva Zelanda.
- Proveer mejor información de mercado, especialmente de los mercados de exportación para los productos de alto valor y bajo volumen.
- Desarrollar productos con valor agregado para los mercados domésticos

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos la asistencia y apoyo del Servicio de Gestión y Conservación de la Acuicultura de la FAO, especialmente al Dr. Matthias Halwart. El Dr. Tim Pickering (Universidad del Pacífico meridional, Fiji) y Tim Paice, del *Marine Farming Branch, Marine Resources, DPIWE*, Tasmania, gentilmente nos proporcionaron información para este trabajo.

- En los países de las Islas del Pacífico, apoyar el desarrollo del cultivo de aquellos productos básicos que provean oportunidades de generar ingresos y alimentos seguros.
- Desarrollar tecnologías avanzadas para el control de enfermedades.

Asuntos sociales

- Proveer de información relevante y precisa a la comunidad respecto a los beneficios y costos de la acuicultura.
- Facilitar la participación comunitaria en el planeamiento acuícola y el desarrollo a nivel local, estatal y gubernamental.
- Desarrollar los procesos de producción y cosecha que satisfagan las expectativas del consumidor con respecto a la calidad y seguridad del producto.

Asuntos ambientales

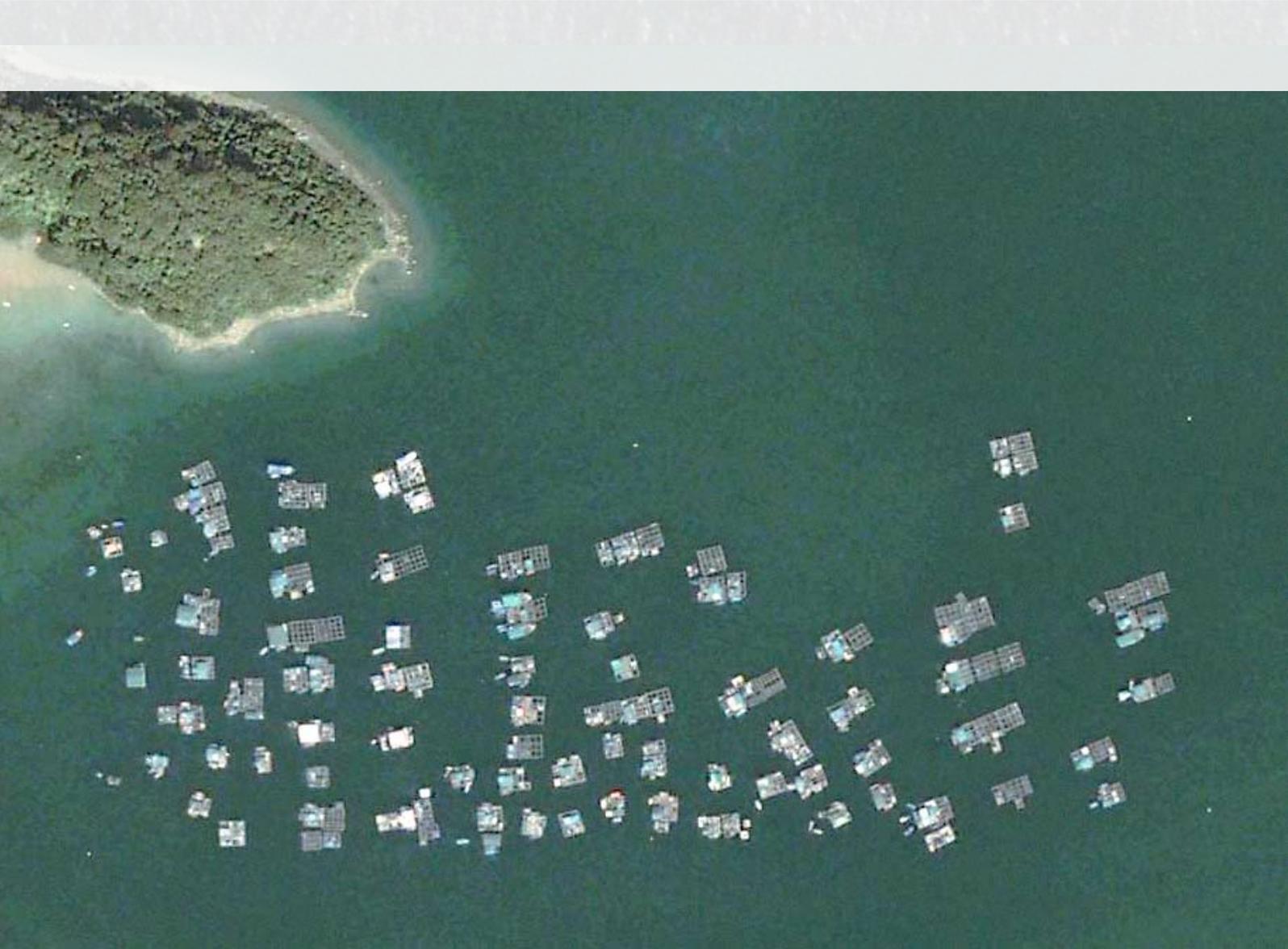
- Desarrollar tecnologías de producción mejoradas que reduzcan los impactos ambientales de la acuicultura en jaulas.
 - Desarrollar o adaptar las tecnologías de producción para el cultivo en jaulas en el mar abierto.
 - Cuantificar e informar adecuadamente los impactos ambientales de la acuicultura en jaulas.
- En general, la mayor necesidad de la acuicultura en jaulas en Oceanía es el de mirar hacia adelante y el de ubicarse estratégicamente con respecto a otras regiones. Se perciben grandes desafíos en el futuro, especialmente la competencia debido al florecimiento de la producción acuícola en jaulas en Asia, como en el resto del mundo. Oceanía tiene grandes desventajas en la producción acuícola en jaulas y los gerentes y planificadores acuícolas necesitan desarrollar estrategias para tratar los asuntos examinados en este estudio.

REFERENCIAS

- AQUACOP, Fuchs, J., Nédélec, G. & Gasset, E.** 1990. Selection of finfish species as candidates for aquaculture in French Polynesia In *Advances in Tropical Aquaculture - Workshop at Tahiti, French Polynesia, February 20 - March 4 1989. Actes de Colloques*, 9: 461–484. IFREMER, Brest, France.
- Benetti, D.D., Nakada, M., Shotton, S., Poortenaar, C., Tracy, P.L. & Hutchinson, W.** 2005. Aquaculture of Three Species of Yellowtail Jacks. In A.M. Kelly & J. Silverstein, (eds). *Aquaculture in the 21st Century*, pp. 491–515. Bethesda, MD, USA, American Fisheries Society.
- Doherty, P.J.** 1991. Spatial and temporal patterns in recruitment In P.F. Sale, (ed.). *The Ecology of Fishes on Coral Reefs*, pp. 261–293. San Diego, USA, Academic Press.
- Dufour, V.** 2002. Reef fish post-larvae collection and rearing programme for the aquarium market. *Live Reef Fish Information Bulletin* 10: 31–32.
- EconSearch.** 2004. *The Economic Impact of Aquaculture on the South Australian State and Regional Economies, 2002/03*. Vol. A report prepared for Aquaculture Group, Primary Industries and Resources South Australia by EconSearch Pty Ltd. 36 pp.
- Evans, N., Raj, J. & Williams, D.** 2003. *Review of Aquaculture Policy and Legislation in the Pacific Island Region*. Noumea, French Caledonia, Secretariat for the Pacific Community. 168 pp.
- FAO.** 2006. *FAO, Anuario de estadísticas de pesca: Producción de acuicultura, 2004. Vol 98/2*, Rome, FAO.
- Gaughan, D.J., Mitchell, R.W. & Blight, S.J.** 2000. Impact of mortality, possibly due to herpesvirus, on pilchard *Sardinops sagax* stocks along the south coast of Western Australia in 1998–99. *Marine & Freshwater Research* 51: 601–612.
- Gillard, M. & Boustead, N.** 2005. *Salmon Aquaculture in New Zealand*. New Zealand Salmon Farmers' Association Inc. (available at: <http://www.salmon.org.nz/aboutsalmon.shtml>).
- Hair, C., Bell, J. & Doherty, P.** 2002. The use of wild-caught juveniles in coastal aquaculture and its application to coral reef fishes. In R.R. Stickney & J.P. McVey, (eds). *Responsible Marine Aquaculture*, pp. 327–353. CAB International.
- Henry, M.** 2005. Live Reef Food Fish Trade - Federated States of Micronesia. In *SPC/ACIAR Workshop on Economics and Market Analysis of the Live Reef Food Fish Trade in Asia-Pacific, Noumea, New Caledonia, 2-4 March 2005*.
- Love, G. & Langenkamp, D.** 2002. *Import Competitiveness of Australian Aquaculture*. Canberra, Australian Bureau of Agricultural Resource Economics. 43 pp.
- Love, G. & Langenkamp, D.** 2003. *Australian Aquaculture - Industry Profiles for Selected Species*. ABARE eReport 03.8, prepared for the Fisheries Resources Research Fund. Canberra, Australian Bureau of Agricultural Resource Economics. 128 pp.
- Mazur, N., Aslin, H. & Byron, I.** 2005. *Community perceptions of aquaculture: final report*. Canberra Bureau of Rural Sciences. 65 pp.
- Middleton, I.** 2004. Commercial barramundi *Lates calcarifer* farming with rural villagers along the north coast of Madang, Papua New Guinea In *Proceedings of 'Australasian Aquaculture 2004', held at the Sydney Convention Centre, Sydney, Australia, 26-29 September 2004*. 206 pp.
- O'Sullivan, D., Savage, J. & Fay, A.** 2005. Status of Australian Aquaculture in 2003/2004 In T. Walker (ed.). *Austasia Aquaculture Trade Directory 2006*. pp. 5–23. Hobart, Tasmania, Turtle Press.
- Ottolenghi, F., Silvestri, C., Giordano, P., Lovatelli, A. & New, M.B.** 2004. *Capture-based aquaculture. The fattening of eels, groupers, tunas and yellowtails*. Rome, FAO. 308 pp.
- PIRSA.** 2000. *Farming of Southern Bluefin Tuna in South Australia*, Aquaculture SA Fact Sheet. Adelaide, SA, Australia, Primary Industries and Resources South Australia. 4 pp.
- PIRSA.** 2002a. *Atlantic Salmon Aquaculture in South Australia*, Aquaculture SA Fact Sheet. Adelaide, SA, Australia, Primary Industries and Resources South Australia. 3 pp.
- PIRSA.** 2002b. *Yellowtail Kingfish Aquaculture in South Australia*, Aquaculture SA Fact Sheet. Adelaide, SA, Australia, Primary Industries and Resources South Australia. 10 pp.
- Rimmer, M.A.** 1995. *Barramundi Farming - An Introduction*. Brisbane, Australia, Queensland Department of Primary Industries Information Series, QI95020. 26 pp.
- Rimmer, M.A.** 2003. Barramundi. In J.S. Lucas & P.C. Southgate (eds). *Aquaculture: Farming Aquatic Animals and Plants*, Chapter 18, pp. 364–381. Oxford, Blackwell Publishing.
- Sadovy, Y. & Pet, J.** 1998. Wild collection of juveniles for grouper mariculture: just another capture fishery? *Live Reef Fish Information Bulletin* 4: 36–39.

- Tucker, J.W., Jr., Russell, D.J. & Rimmer, M.A. 2005. Barramundi Culture In A.M. Kelly & J. Silverstein (eds). *Aquaculture in the 21st Century*, pp. 273–295. Bethesda, MD, USA, American Fisheries Society.
- Watson, M., Power, R., Simpson, S. & Munro, J.L. 2002. Low cost light traps for coral reef fishery research and sustainable ornamental fisheries. *Naga, the ICLARM Quarterly* 25: 4–7.





Anexos

Anexo 1 – Segundo Simposio Internacional de Acuicultura en Jaulas en Asia (CAA2)

El Segundo Simposio Internacional de Acuicultura en Jaulas en Asia (CAA2) se llevó a cabo en Hangzhou, China del 3 al 8 julio de 2006. El simposio fue organizado por la Sociedad de Pesca Asiática (AFS) con el apoyo de la Universidad de Zhejiang, la Sociedad de Pesca de China y otras organizaciones. Aproximadamente 300 personas (incluyendo 150 extranjeros) de más de 25 países asistieron al evento. Varias organizaciones, instituciones y personas apoyaron y contribuyeron al éxito del CAA2, el cual estuvo organizado bajo la presidencia del Dr. Chan-Lui Lee, Presidente de la AFS, Profesor Wu Xinzhong, Sr. Chen Jian, Dr. Xu Haisheng y otros integrantes del personal de la Secretaría y el Comité organizador del CAA2.

Las actas de la reunión del CAA2 están siendo administradas por el consejo editorial del AFS, integrado por el Prof. Zhou Yingqi, Dr. Yang Yi y Dr. Sena de Silva. Las actas incluirán las conferencias especiales y presentaciones impartidas por la Dra. Meryl Williams, Prof. Xu Junzhou, Prof. Yngvar Olsen, Dr. Zilong Tan, Dr. Arne Fredheim, Dr. Ulf Erikson y Prof. Ho Ju-Shey, y los documentos presentados en las sesiones técnicas sobre el cultivo en jaulas en agua dulce, cultivo marino en jaulas, nutrición, alimento y alimentación, impactos y gestiones ambientales, prevención de enfermedades y gestión de salud, política, administraciones, economía y comercio.

La Sesión Especial de la FAO documentada aquí será parte integral de las actas de la AFS una vez finalizada.

Sesión Especial de la FAO: Panorama mundial de la acuicultura en jaulas

La Sesión Especial de la FAO estuvo compuesta por nueve trabajos presentados al plenario durante tres días consecutivos (Anexo 1). La lista de los participantes/presentadores patrocinados por la FAO se incluye en el Anexo 2.¹

En el panorama global, A. Tacon remarcó que la producción de los organismos acuáticos criados en espacios encerrados es una innovación relativamente reciente en la acuicultura y el cultivo comercial marino en jaulas fue introducida por Noruega en los años setenta con el desarrollo del cultivo de salmón. El desarrollo y el uso intensivo de los sistemas de cultivo en jaulas fueron impulsados por una combinación de factores que incluyen

la creciente competencia a la que se enfrenta el sector acuícola por los recursos de agua y espacios disponibles. Mientras que existe poca información estadística sobre la producción global total de especies acuáticas cultivadas en jaulas, existe alguna información sobre el número de unidades de crías en jaulas, y las estadísticas de producción están siendo reportadas a la FAO por algunos países miembros. Estos datos fueron complementados con la información recibida de expertos. Hasta ahora, el cultivo en jaulas ha estado restringido en gran parte, al cultivo de especies de peces alimentados con alimentos preparados omnívoros y carnívoros considerados de mayor valor (en términos comerciales). El cambio hacia sistemas intensivos de cultivo en jaulas ha traído consigo otros problemas y restricciones. A pesar de esto, la acuicultura en jaulas es actualmente el segmento de más rápido crecimiento de la producción acuícola global y se predice que cuenta con gran potencial de desarrollo, particularmente si se fomenta utilizando enfoques multitróficos integrados en el cultivo en jaulas en las áreas cerca de las costas como también haciendo uso de las posibilidades de expansión de los sitios de jaulas lejos de las costas. Este desarrollo necesita ser apoyado por políticas y programas apropiados dentro de un marco legal y administrativo.

S. de Silva informó que el cultivo en jaulas en Asia es muy variado, en especial con respecto a la intensidad y magnitud de las operaciones. Asia tiene el más bajo nivel por cabeza de accesibilidad al agua dulce entre todos los continentes. En consecuencia, el cultivo en jaulas es visto como una vía efectiva de utilizar este recurso primario para la producción de peces destinados a la alimentación como uso secundario del recurso. La mayor parte de las operaciones en jaulas de aguas continentales tiende a ser producción de subsistencia. El cultivo en jaulas en aguas marinas y salobres en Asia tiene aún un reciente desarrollo, y su popularidad está creciendo cada vez más. La mayoría de los cultivos marinos en jaulas dependen de las morallas como principal alimento, lo que es un factor que impactará a la sostenibilidad a largo plazo.

J.X. Chen indicó que en China, los comienzos del cultivo moderno intensivo en jaulas para la producción de alimento y fines ornamentales datan de los años setenta. Se adoptó primeramente en agua dulce, y luego en ambientes salobres y marinos. Debido a sus ventajas, el cultivo en jaulas

¹ Nótese que la lista completa de participantes está disponible en las actas/minutas de la AFS de la CAA2.

y corrales se expandió rápidamente en todo el país. En algunos sitios, el equilibrio del ecosistema se ha visto afectado debido a una sobrecarga de jaulas y corrales con sus consecuentes problemas. Las políticas de pesca del gobierno chino necesitan que las autoridades locales limiten el número de operaciones piscícolas en jaulas y corrales hasta alcanzar un nivel razonable con el fin de mantener el balance ecológico en un ambiente armónico.

A. Rojas informó que, actualmente, la acuicultura es una actividad comercial importante en toda América Latina y el Caribe. Mientras que hay 33 países de América Latina y el Caribe comprometidos con la acuicultura, Chile y Brasil son responsables del grueso de la producción. En su presentación, el Dr. Rojas prestó especial atención al caso de Chile, ya que es donde se sitúan la mayoría de las jaulas usadas para la producción de peces en América Latina y el Caribe.

C. Bridger presentó una visión general del estado y perspectivas futuras del cultivo de peces en jaulas y corrales de redes en aguas marinas y dulces en América del Norte. Luego de cuatro décadas de evolución y crecimiento, la variedad y producción de cultivo en jaulas Norteamericana está creciendo y el potencial crecimiento y sostenibilidad parece brillante. En América del Norte, se está llevando a cabo un gran número de investigaciones públicas e innovaciones privadas en materia tecnológica para el cultivo en jaulas, el desarrollo de nuevas especies y adelantos en materia de manejo de técnicas. Sin embargo, habrá aún más desarrollo tecnológico si la acuicultura en el mar abierto alcanza el potencial proyectado.

J.A. Grøttum manifestó que la industria acuícola en Europa del Norte ha evolucionado desde sus comienzos, 30 años atrás. La mayoría de la producción se encuentra en Noruega, Escocia, Irlanda y las Islas Feroe. Sin embargo, países como Finlandia, Islandia, Suecia y Dinamarca también cuentan con industria de cultivo en jaulas. En Europa del Norte el grueso de la producción acuícola en jaulas se lleva a cabo en aguas marinas. A través de los años, hubo una significativa disminución de impactos ambientales provenientes de la industria acuícola en Europa. A pesar de los problemas,

hubo más o menos un continuo crecimiento en la producción y la industria se convirtió en una importante ayuda económica par las regiones rurales remotas de Europa.

F. Cardia señaló que en los países mediterráneos, el cultivo marino en jaulas se comenzó a desarrollar extensamente a mediados de los años ochenta, principalmente en España y Grecia. El rápido desarrollo del cultivo en jaulas en los años noventa, especialmente en Turquía y Grecia, culminó en una crisis de mercado a finales de los noventa y continuó entre el 2000-2002, con una caída de los precios de mercado llegando a valores mínimos. Actualmente, ciertas restricciones limitan la expansión y desarrollo del cultivo marino en jaulas en el Mediterráneo. Esto incluye la necesidad de diversificación de especies, desarrollo de alimento comercial adecuado y una respuesta positiva del mercado frente a las especies introducidas recientemente.

S. Leonard observó que la acuicultura en jaulas es una actividad emergente en los países del África subsahariana. En la actualidad se cuenta con sólo unos pocos ejemplos exitosos –las granjas de tilapia en Zimbabwe, Zambia, Malawi, Kenya, Ghana y Uganda. Existe potencial para el cultivo en jaulas en agua salobre y marina pero ha habido muy poco desarrollo de este subsector en la región.

La restricción principal para desarrollar un cultivo en jaulas competitivo en la región es la falta de alimentos producidos localmente, de alta calidad y a precios competitivos. Si se tratan éstas y otras limitaciones, se estima que la región ofrece grandes oportunidades para el desarrollo de la acuicultura en escalas pequeña, mediana e industrial.

M. Halwart en nombre de M. Rimmer y sus coautores informó que la acuicultura en jaulas en Oceanía es practicada muy escasamente y la mayoría de la producción proviene de Australia y Nueva Zelanda. Entre las razones para este limitado desarrollo de la acuicultura en jaulas en la región se encuentra la considerable preocupación de la comunidad con respecto a los impactos de la acuicultura en gran escala, la moratoria a futuros desarrollos acuícolas en Nueva Zelanda, el bajo índice poblacional y la pobre infraestructura en varios países de las Islas del Pacífico.

Anexo 2 – Programa (sólo en inglés)

Monday, 3 July, 2006

Day 0: Pre-Symposium Activities		
10.00 – 20.00	Symposium and Exhibition Registration	10.00 – 20.00
10.00 – 20.00	Exhibition Set-up	10.00 – 20.00
10.00 – 20.00	Poster Set-up	10.00 – 20.00

Tuesday, 4 July, 2006

Day 1: Opening Ceremony, Special Lectures, Keynote Address and Trade Exhibition		
08.30 – 09.25	Opening Ceremony: Leader of ZJU <i>"Welcome to Zhejiang University and Caa2"</i> Dr Chan-Lui Lee, Chair CAA2 and President Asian Fisheries Society <i>"Welcome address and CAA2"</i> Leader of Chinese Fisheries Bureau <i>"address for CAA2"</i>	Chair: Prof. Y.Q.Zhou
09.25 – 10.00	Special Lectures 1 – Dr Meryl Williams <i>"Who will Supply World Demands for Fish"</i>	
10.00 – 10.30	Morning Tea	10.00 – 10.30
10.30 – 11.05	Special Lectures 2 - Prof. Xu Junzhou <i>"Cage Culture in China"</i>	Chair: Prof. Y.Q.Zhou
11.05 – 13.30	Trade Exhibition and Poster Viewing - Lunch	11.05 – 13.30
13.30 – 14.10	Keynote1 - Prof. Yngvar Olsen <i>"Environmental Interaction between Cage Culture and the Surrounding Water Masses"</i>	Chair: Dr. Ulf Erikson
14.10 – 14.50	Keynote 2 - Dr. Zilong Tan <i>"Health management practices for cage aquaculture in Asia - a key component for sustainability"</i>	
14.50 – 15.30	Keynote 3 - Dr. Arne Fredheim <i>"Technological trends and challenges in global open ocean fish farming"</i>	
15.30 – 16.00	Afternoon Tea	16.00 – 16.25
16.00 – 16.40	Keynote 4 - Dr. Ulf Erikson <i>"A review of harvesting and post-harvesting procedures of marine fish in cage culture with specific reference to cobia compared with Atlantic salmon"</i>	Chair: Prof. Yngvar Olsen
16.40 – 17.20	Keynote5 - Prof. Ju-Shey Ho <i>"Pest management: a challenge of cage aquaculture extension in Asia"</i>	
09.00 – 18.00	Trade Exhibition (Open to Public)	09.00 – 18.00
18.30 – 21.00	Welcome Address, Cultural Performance and Symposium dinner	18.30 – 21.00

Wednesday, 5 July, 2006

Day 2: FAO reviews, concurrent Scientific Sessions and Trade Exhibition						
08.00 – 08.40	FAO review 1 - Dr. Albert G.J. Tacon <i>"A review of cage culture: Global overview"</i>					Chair: Dr Chan-Lui Lee
08.40 – 09.20	FAO review 2 – Prof. Sena De Silva <i>"A review of cage culture: Asia-Pacific"</i>					
09.20 – 09.45	Morning Tea					09.20 – 09.45
	Room 139 Freshwater cage culture (Chair: SiFa Li Nguyen Thanh Phuong)	Room 225 Marine cage culture (Chair: Arne Fredheim Ketut Sugama)	Room 138 Nutrition, feed and feeding (Chair: Sena De Silva Shi-Yen Shiau)	Room 140 Environmental impacts and management (Chair: Chang Kwei Lin Yngvar Olsen)	Room 223 Disease prevention and health management (Chair: Zilong Tan Phan Thi Van)	

09.20 – 10.05	CAGE CULTURE OF RAINBOW TROUT IN WEST AZERBAIJAN, IRAN Armin Eskandari, Naser Agh	IMPROVEMENT ON AQUACULTURE CAGE NET VOLUME DEFORMATION Chai-Cheng Huang, Hung-Jie Tang, Jen-Ya Pan	A RAPID APPRAISAL APPROACH TO IDENTIFY LOCALLY AVAILABLE FEED INGREDIENTS FOR SMALL-SCALE CAGE AQUACULTURE Mohiuddin A. Kabir Chowdhury, Bureau D. P., Ponniah A. G.	ENVIRONMENTAL IMPACT ON CAGE CULTURE IN RESERVOIR Jiazhang Chen, Bing Xuwen	A GLOBAL SUCCESS STORY OF CAGE-BASED AQUACULTURE – SALMON FARMING AND THE TECHNOLOGY OF VACCINATION, KEY TO SUSTAINABILITY Alistair Brown, William J. Enright	09.20 – 10.05
10.05 – 10.25	GROWTH POTENTIAL OF TRIPLOID FISH <i>Nandus nandus</i> IN CAGES IN RELATION TO CLIMATE CHANGE S Banik, Nandita Ray, Abir Shib, Sankar Banik, Surajit Debnath	COMMERCIAL SCALE PRODUCTION OF POMPANO <i>Trachinotus ovatus</i> IN OFFSHORE OCEAN CAGES: RESULTS OF 2004 AND 2005 PRODUCTION TESTS IN HAINAN, CHINA, BY ASA-IM / USB Michael C. Creme, Hsiang Pin Lan, H.R. Schmittou, Zhang Jian	Nitrogen, Phosphorus, And Energy Waste Outputs Of Four Marine Cage Cultivation Fish Fed By Trash Fish Zhongneng Xu, Xiaotao Lin	INTEGRATED CAGE-CUM-POND AQUACULTURE SYSTEMS: A CONCEPTUAL MODEL James S. Diana, Yang Yi and C. Kwei Lin	IMPACT OF INFECTION WITH CAPSALID MONOGENEANS IN MARINE FISH CULTURED IN ASIA Leong Tak Seng, Anxing Li, Zilong Tan	10.05 – 10.25
10.25 – 10.45	CAGE CULTURE AS A SOURCE OF SEED PRODUCTION FOR ENHANCEMENT OF CULTURE-BASED FISHERIES IN SMALL RESERVOIRS OF SRI LANKA. Soma Ariyaratne	HUMPBACK GROUPE <i>Cromileptes altivelis</i> CULTURE WITH DRY PELLET AND TRASH FISH IN FLOATING NET CAGE IN EKAS BAY LOMBOK WEST NUSATENGGARA Bejo Slamet, Titiek Aslianti, Anak Agung Alit	EFFECTS OF REPLACEMENT OF WHITE Fishmeal BY SOYBEAN MEAL AND BROWN Fishmeal ON GROWTH PERFORMANCE AND BODY COMPOSITION OF LARGE YELLOW CROAKER <i>Pseudosciaena crocea</i> Qingyuan Duan	DNA DAMAGE AS BIOMARKER FOR ASSESSING THE EFFECTS OF SUSPENDED SOLIDS TO FISH Chong-Kim Wong	HISTOPATHOLOGICAL AND ULTRASTRUCTURAL STUDY ON NOCARDIOSIS IN LARGE YELLOW CROAKER, <i>Larimichthys crocea</i> Guoliang Wang, Shan Jin, Hong Yu, Yijun Xu, Siping Yuan	10.25 – 10.45
10.45 – 11.05	ASSESSMENT OF SUBMERGED TILAPIA FISH CAGE FARMING IN LAKE BUHI Plutomeo M. Nieves, Grace B. Brizuela, Ronnel R. Dioneda Sr., Allan B. de Lima	OPTIMISING FISH FARMING THROUGH ANALYSIS AND MODELLING OF PRODUCTION DATA: A CASE STUDY OF JAPANESE YELLOWTAIL (<i>Seriola dumerilii</i>) Clive Talbot	THE EFFECT OF RED KWAO KREUA (<i>BUTEA SUPERBA</i>) AND 17-A-METHYL TESTOSTERONE (MT) ON SOME GROWTH Kriangsak Meng-Umphun, Rogelio Carandang Jr.	AN OVERVIEW OF POTENTIAL USE OF GENETIC STUDIES IN RELATION TO CULTURED MARINE FISH SPECIES IN SINGAPORE Genhua Yue, Wang C. M., Lo L.C., Zhu Z.Y., Lin G., Feng F., Li J., Yang W.T., Chou R., Lim H.S., Orban L.	DISEASE SURVEILLANCE IN MARINE FISH FARMED IN GUANGDONG, CHINA Anxing Li, S. Weng, L. Labrie, W. Chen, J. He, E. Ho, L. Grisez, Z. Tan	10.45 – 11.05
11.05 – 11.25	AQUACULTURE PRACTICE IN NON-FEEDING CAGES IN RESERVOIR Jian Zhu, Yan Xiaomei	RECENT DEVELOPMENTS OF GROUPE AQUACULTURE IN INDONESIA Ketut Sugama	TECHNICAL AND ECONOMICAL EVALUATION OF SMALL SCALE SILVER CARP (HYPOTHALMICHTHYS MOLITRIX) CAGE CULTURE FOR YOUTH IN THE RIVER NILE OF EGYPT EFFECT OF CAGE SIZE Nour A.M., Essa M.A., Omar Eglala, Zaki M.A. and Mabrouk H.A.	ENVIRONMENTAL CARRYING CAPACITY OF CAGE AQUACULTURE BASED ON DRY MATTER CONVERSION RATE IN XIANGSHAN HARBOR Huiwen Cai, Sun Yinglan	EXPERIMENTAL VERTICAL TRANSMISSION OF NODAVIRUS IN <i>Epinephelus cooides</i> , <i>Rachycentron canadum</i> AND DISEASE PREVENTION BY EGGS DISINFECTATION WITH CHEMICAL IN HATCHERIES Phan Thi Van, Pham Van Thu, Vo Anh Tu, Le Thi May, Pham Duc Phuong	11.05 – 11.25
11.25 – 11.45	TRIAL OF MONOSEX GIFT TILAPIA CAGE CULTURE IN MEKONG DELTA, VIET NAM Nguyen Van Hao, Nguyen Nhut	DEVELOPMENT AND EXPERIMENT ON THE GRADING DEVICE WITH FRUSTUM OF PYRAMID VOLUME WITH THE INSTANCE OF GRADING FOR RED SEA BREAM CULTURED IN OPEN OCEAN CAGES Guofu Zheng, TANG Yan-li, SHAO Qing, DING Lan, ZHU Jian-kang, WEI Guan-yuan, HUANG Gui-fang	FEED INGREDIENTS AND PROCESSING FOR INTENSIVE FARMING OF CARNIVOROUS FISH Trond Storebakken	DEVELOPMENT OF MARICULTURE AND BIOREMEDIATION OF SEAWEEDS IN CHINESE COASTAL WATERS Yufeng Yang, Fei Xiugeng	STUDIES ON PATHOGEN OF GREAT YELLOW CROAKER IN OFF-SHORE CAGE CULTURE Jinyu Shen,	11.25 – 11.45

11.45 – 12.05		LARVE FISH OF EPINEPHELUS COIODES PREDATION SUCCESS ON THE PSEUDODIAPTOMUS ANNANDALEI OF COPEPODA: CALANOIDA UNDER CALM AND TURBULENT HYDRODYNAMIC CONDITIONS Jiang-Shiou Hwang, Chien-Huei Lee, Shin-Hong Chen	EFFECTS OF FISHMEAL REPLACEMENT BY PLANT PROTEINS ON GROWTH AND BODY COMPOSITION OF JUVENILE JAPANESE SEABASS <i>Lateolabrax japonicus</i> Jinyun Ye	IMPACT OF CAGE FISH FARMING ON SEDIMENT ENVIRONMENT IN DAYA BAY Honghui Huang, Lin Qing, Li Chunhou, Gan Juli, Jia Xiaoping	IMPACT OF FISH VACCINATION AND CHALLENGES FOR DEVELOPMENT OF VACCINES Kjersti Gravningen	11.45 – 12.05
12.05 – 14.00	Trade Exhibition and Poster Viewing - Lunch					12.00 – 14.00
14.00 – 14.40	FAO review 3 - Mr. Jiaxin Chen "A review of cage culture: China"					14.00 – 14.40
14.40 – 15.20	FAO review 4 - Dr. Alejandro Rojas "A review of cage culture: Latin America and the Caribbean"					14.40 – 15.20
15.20 – 15.45	Afternoon Tea					15.20 – 15.45
	Room 139 Freshwater cage culture Chair: Ida Siason Fatima Yusoff)	Room 225 Marine cage culture (Chair: Chai-Cheng Huang Clive Talbot)	Room 138 Nutrition, feed and feeding (Chair: Trond Storebakken Roshada Hashim K.S. Mai)	Room 140 Policy, management, Economic and market (Chair: Matthias Halwart Marilou G. Directo)		
15.45 – 16.05	VERIFICATION STUDY ON THE FISH CAGE FEEDING AND STOCK MANIPULATION SCHEME IN LAKE BATO Plutomeo M. Nieves, Grace B. Brizuela, Victor S. Soliman, Salve G. Borbe	OVERVIEW OF STUDIES ON MARINE FINFISH REPRODUCTION AND LARVICULTURE IN THE UNITED STATES Zhihua Lin	REPLACEMENT OF Fishmeal BY POULTRY BY-PRODUCT MEAL AND MEAT AND BONE MEAL IN AQUAFEEDS –AN UPDATE (2004-2006) Yu Yu	STATUS OF FISH PENS AND FISH CAGES IN THE LAGUNA DE BAY, PHILIPPINES Marilou G. Directo, Jacqueline N. Davo	15.45 – 16.05	
16.05 – 16.25	USING OF FINE MESH CAGES IN CLOSED CIRCULATORY SALINE WATER SYSTEM AQUARIUM IN GIANT FRESHWATER PRAWN LARVAL (<i>MACROBRACHIUM ROSENBERGII</i>) REARING Krasindh Hangsapreurke, Boonyarath Pratoomchat and Prasert Prasongphol	A NEW PRACTICE OF OYSTER RAFT CULTURE IN HONG KONG Kwok Cheong Chung	EFFECT OF LYOPHILISED WHOLE YEAST <i>Saccharomyces cerevisiae</i> AS PROBIOTIC SUPPLEMENT IN THE FORMULATED DIETS ON GROWTH, NUTRITIONAL QUALITY AND IMMUNITY OF <i>Labeo rohita</i> (HAM.) Arvind Kumar, Partha Bandyopadhyay	AN ECONOMIC ANALYSIS ON MARINE CAGE AQUACULTURE IN ZHEJIANG PROVINCE, P.R.China Haiyang Zhu	16.05 – 16.25	
16.25 – 16.45	CAGE AQUACULTURE: A ECOFRIENDLY TECHNOLOGY FOR ENHANCEMENT OF RESERVOIR FISH PRODUCTION Praveen Tamot	NUMERICAL 3D MODELING OF NETTING-----CONCERNING WITY FISH CAGE Junting Yuan, Yingqi Zhou, Bo Zhao	EFFECTS OF DIFFERENT DIETARY FATTY ACID SOURCES AND THEIR PROPORTIONS ON GROWTH AND BODY COMPOSITIONS OF JUVENILE YELLOW CATFISH <i>Pelteobagrus fulvidraco</i> Jiqiao Wang, Wenhui Wang, Guize Liu, Xin Cheng, Wenkuan Li, Xiaonian Luo, Jingwei Li	STATUS AND IMPACTS OF TILAPIA FISH CAGE FARMING IN LAKE BATO: SOME POLICY AND MANAGEMENT OPTIONS FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT Plutomeo M. Nieves	16.25 – 16.45	
16.45 – 17.05	FISH CULTURE IN FLOATING CAGES CAN ENHANCE RESERVOIR FISH PRODUCTION Ankush Saxena	GROWTH-OUT TRIALS OF <i>COBIA RACHYCENTRON</i> CANADUM IN SEA CAGES USING EWOS PELLET FEED AND TRASH FISH Nguyen Quang Huy, Bui Van Hung, Le Anh Tuan, Nhu Van Can, Tran Mai Thien, Niels Svennevig	EFFECTS OF DIETARY PHOSPHORUS LEVELS ON GROWTH PERFORMANCE AND BODY COMPOSITION OF JUVENILES BLACK SEA BREAM <i>SPARUS</i> Wanglong Hu, Shao Qing-Jun Xu ZiRong Liu JianXin Xu JunZhao, YE JinYun	SUSTAINING FISH PRODUCTION AND LIVELIHOODS IN THE RESERVOIR'S FISHERIES IN INDONESIA: A SOCIOECONOMIC UPDATE Sonny Koeshendrajana, Fatriyandi Nur Priyatna1, Sena S. De Silva	16.45 – 17.05	
17.05 – 17.25	THE CAGE AQUACULTURE OF <i>Perca fluviatilis</i> IN ZHEJIANG PROVINCE Bingquan Zhu, YanJie Wang, JiaYing Wang, ZhongQi Jiang and HaiSheng Xu	MARINE FISH CAGE CULTURE IN CHINA Yongquan Su	EFFECTS OF Fishmeal PARTIAL REPLACEMENT BY SOYBEAN MEAL ON GROWTH, BODY COMPOSITION OF FINGERLINGS BLACK SEA BREAM <i>Acanthopagrus schlegelii</i> Jinyun Ye	OPEN-SEA FARMING: OPERATIONAL CONSTRAINTS Darko Lisac, Refa Med srl	17.05 – 17.25	

17.25 – 17.45	CAGE CULTURE OF CATFISH IN THE MEKONG DELTA; VIET NAM Nguyen Thanh Phuong, C. Kwei Lin and Yang Yi	BURNT MUSCLE PHENOMENA IN CULTURED YELLOWTAIL <i>Seriola quinqueradiata</i> Daisy Cristina Arroyo Mora	A STUDY ON FEEDING FORMULATION AND STOCKING DENSITY FOR NURSING SEX-REVERSAL TILAPIA (<i>Oreochromis niloticus</i>) FRY IN NET CAGE HAPA Thepparath Ungsethaphand, Boonyarath Pratoomchat and Prasert Prasongphol	THE THEORETICAL MODLE OF SOCIAL COST-BENEFIT ANALYSIS ON CASE AQUACULTURE Chen Sun	17.25 – 17.45
17.45 – 18.05				AN INQUIRY INTO EXTERNALITY OF CAGE CULTURE AND THE GOVERNMENTS MACRO-CONTROL OF CHINA Wei Yang	17.45 – 18.05
09.00 – 17.00	Trade Exhibition (Open to Public)				09.00 – 17.00

Thursday, 6 July, 2006

Day 3: FAO reviews, concurrent Scientific Sessions and Trade Exhibition					
08.00 – 08.40	FAO review 5 – Dr. Christopher J. Bridger “A review of cage culture: Northern America”				08.00 – 08.40
08.40 – 09.20	FAO review 6 – Dr. Jon A. Grøttum “A review of cage culture: northern Europe”				08.40 – 09.20
09.20 – 10.00	FAO review 7-Dr. Francesco Cardia “A review of cage culture: The Mediterranean”				09.20 – 10.00
10.00 – 10.25	Morning Tea				10.00 – 10.25
	Room 139 Freshwater cage culture (Chair: Jo Jae-Yoon Weimin Wang)	Room 225 Cage culture related topics (Chair: Pichai Sonchaeng Ye Jinyun)	Room 138 Policy, management, Economic and market (Chair: Albert G.J. Tacon Matthias Halwart, Chen Sun)	Room 140 Environmental impacts and management Chair: Niels Svennevig James S. Diana)	Room 223 Disease prevention and health management Chair: Jushey Ho Jennifer L. Watts)
10.25 – 10.45	PEN CULTURE TECHNOLOGIES IN LAKE GAOBAO, YANGZHOU, CHINA Min Kuanhong	PROTECTION OF <i>Procambarus clarkii</i> AGAINST WHITE SPOT SYNDROME VIRUS USING RECOMBINANT ORAL VACCINE EXPRESSED IN <i>Pichia pastoris</i> Rajeev Kumar Jha, Zirong Xu, Shijuan Bai, Jianyu Sun, Weifen Li, Jian Shen	NECESSARY OF BUILDING CAGE AQUICULTURE ASSOCIATION FROM A PERSPECTIVE OF PUBLIC CHOICE Ning Cao, Gao Jian	THE REVIEW OF MARINE ENVIRONMENT ON CARRYING CAPACITY OF CAGE CULTURE Hao Zhang, Duqi Fang Minjie	A NON-HAEMOLYTIC GROUP B <i>Streptococcus</i> sp. FROM HYBRID TILAPIA (<i>Oreochromis niloticus</i> x <i>Oreochromis aureus</i>) Ahmed H. Al-Harbi
10.45 – 11.05	CULTURE SINCE THE INTRODUCTION OF NYLON NET CAGE IN SOUTH OF VIET NAM Boun-Teng Lyi	STUDIES ON THE SODIUM PUMP, AQUAPORIN 3 AND CFTR IN SEA BREAM: IMPLICATIONS FOR CULTURE AT ISO-OSMOTIC SALINITY Norman Y.S. Woo	CAGE FISH CULTURE AND SMALL SCALE FISHERY BASED LIVELIHOOD OF FISHERS COMMUNITY IN POKHARA VALLEY, NEPAL Suresh Kumar Wagle	INTEGRATED CAGE-CUM-POND CULTURE SYSTEMS WITH HIGH-VALUED STINGING Md. Abdul Wahab	CHARACTERIZATION OF A REL/NF B HOMOLOGUE IN A GASTROPOD ABALONE <i>Haliotis diversicolor supertexta</i> Yusheng Jiang, Xinzhong Wu
11.05 – 11.25	INTEGRATED CAGE-CUM-PEN CULTURE SYSTEM WITH <i>Clarias garlepinus</i> IN CAGES AND CARPS IN OPEN PONDS Madhav K. Shrestha, Narayan P. Pandit, Yang Yi, C. Kwei lin, James S. Diana	ISOLATION, CHARACTERIZATION AND IDENTIFICATION OF POTENTIAL PROBIOTIC BACTERIA FROM THE INDIAN MAJOR CARPS <i>Catla catla</i> (HAM.), <i>Labeo rohita</i> (HAM.) AND <i>Cirrhinus mrigala</i> (HAM.) Partha Bandyopadhyay	AN ALTERNATIVE CAGE CULTURE MANAGEMENT BASED ON PROPERTY RIGHT SYSTEM AT INDONESIAN RESERVOIR CASE STUDY AT JATILUHUR, CIRATA AND SAGULING RESERVOIR Fatriyandi Nur Priyatna, Sonny Koeshendrajana, Sena S. De Silva	SUTABLE SITE SELECTION FOR RED TILAPIA CAGE CULTURE IN PING RIVER, CHIANGMAI AND LUMPHUN REGION, THAILAND USING GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM(GIS) Prachaub Chaibu, Buncha Chawanchai, and Damgurng Chamnankha	EXPRESSION IN LIPO POLYSACCHARIDE-STIMULATED <i>Epinephelus awoara</i> SPLEEN BY SUPPRESSION SUBTRACTIVE HYBRIDIZATION Li Wang, Xinzhong Wu

11.25 – 11.45	TECHNICAL AND ECONOMICAL EVALUATION OF SMALL SCALE FISH CAGE CULTURE FOR YOUTH IN THE RIVER NILE OF EGYPT 1-EFFECT OF STOCKING DENSITY OF NILE TILAPIA (<i>Oreochromis niloticus</i>), MONOSEX FINGERLINGS Omar E.A., Nour A.M. Essa M.A., and Zaki M.A.	ANALYSIS ON MUSSEL MARKET OF CHINA Xiang Gao	RESOURCE PRODUCTIVITY AND PROFITABILITY OF MILKFISH (<i>Chanos chanos</i> , Forsskal) CAGE AQUACULTURE IN THE COSTAL AREAS OF LINGAYEN GULF, PHILIPPINES Rosie S. Abalos, Ruben C. Sevilleja	CARRYING CAPACITY ASSESSMENT FOR GROUPEY CULTURE DEVELOPMENT IN FLOATING NET CAGES, PEGAMETAN BAY, BALI INDONESIA. Bambang Priyono, Tri Heru Prihadi, Murniyati	CLONING AND EXPRESSION OF FUR GENE FROM <i>Vibrio alginolyticus</i> Ronghua Qian	11.25 – 11.45
11.45 – 12.05	PRODUCTIVITY ENHANCEMENT OF CAGE FISH CULTURE BY IMPROVING LOCATION SPECIFIC FARMING METHODS IN LAKES AND RESERVOIR OF MID HILLS, NEPAL Jay Dev Bista	RESPONSE OF THE OYSTER <i>Crassostrea ariakensis</i> TO RICKETTSIA-LIKE ORGANISM (RLO) INFECTION AND ENVIRONMENTAL STRESS UNDER EXPERIMENTAL CONDITIONS Yang Zhang, Xinzhong Wu, Yusheng Jiang and Jian Chen	TCDC Consultant (Fisheries and Aquaculture Extension), Integrated Management of Lagoon Activities, Hanoi Agricultural University (HAU) Campus Kibria M.G., Ario Pieter Van Dujn and Runia Mowia	MANAGEMENT OF SUSTAINABLE FLOATING NET CAGE AQUACULTURE ON RESERVOIR Murniyati		11.45 – 12.05
12.05 – 13.15	Trade Exhibition and Poster Viewing - Lunch					12.05 – 13.15
13.15 – 13.55	FAO review 8 -Mr. Patrick Blow "A review of cage culture: Sub-Saharan Africa"					13.15 – 13.55
13.55 – 14.35	FAO review 9 - Dr. Michael Rimmer "A review of cage culture: Oceania"					13.55 – 14.35
14.35 – 15.00	Afternoon Tea					14.35 – 15.00
	Room 225 Open Forum	Room 138 Industry Session	Room D Environmental impacts and management (Chair: Yongquan Su, Genhua Yue)			
15.00 – 15.20	Members of Expert Panel: Dr. Ulf Erikson Prof Yngvar Olsen Dr Francesco Cardia Alistair Brown Dr Zilong Tan Dr Albert Tacon Dr Chang Kwei Ling Dr Arne Fredheim Dr Matthias Halwart Dr. Jon Grottum Prof Xiaoping Jia Prof Sena De Silva Prof Wu Changwen	Industry Session sponsored by National Renderers Association Inc.	INTEGRATING SEAWEEDES INTO FISH CAGE MARINE CULTURE SYSTEMS: A KEY TOWARD SUSTAINABILITY Shannan Xu	15.00 – 15.20		
15.20 – 15.40			DECISION SUPPORT SYSTEM FOR SUSTAINABLE ENVIRONMENTAL MANAGEMENT OF MARINE FISH FARMS R. Mayerle, W. Windupranata and K-J. Hesse	15.20 – 15.40		
15.40 – 16.00			TSUNAMI IMPACT AND RELIEF EFFORTS IN THAILAND Chang Kwei Lin, Pradit Sripratsrite	15.40 – 16.00		
16.00 – 16.20			IMPACT OF HEAVY METAL TO FISH AQUACULTURE IN FLOATING NET CAGE IN CIRATA RESERVOIR, INDONESIA Tri Heru Prihadi, Murniyati, Idil Ardi	16.00 – 16.20		
16.20 – 16.40			USE OF SIMULATION MODELING TO DESCRIBE NITROGEN RETENTION EFFICIENCY IN A FISH/BIVALVE INTEGRATED CULTURE SYSTEM Jennifer L. Watts	16.20 – 16.40		
16.40 – 17.00			THE CONTROL OF EUTROPHIC WATER IN CAGE WATER BY FLOATING-BED SOILLESS CULTURE OF PLANTS Bing Xuwen, Chen Jiachang	16.40 – 17.00		
17.00 – 17.30						17.00 – 17.30
09.00 – 17.00	Trade Exhibition (Open to Public)					09.00 – 17.00
18.00 – 19.30	Closing Ceremony and Happy Hour – Foyer of Exhibition Area					18.00 – 19.30

Friday and Saturday, 7 and 8 July, 2006

Day 4-5: Post-Symposium Tours	
Tour 1	2-day tour on off-shore cage culture in Zhujiajian
Tour 2	Day tour on fisheries/aquaculture in Lake Taihu, Zhejiang Institute of Freshwater Fisheries and pear culture sites
Tour 3	West Lake tour and city tour in Hangzhou

Anexo 3 – Lista de los participantes patrocinadores/presentadores

EXPERTOS

BRIDGER, C.J.
Aquaculture Engineering Group Inc.
73A Frederick Street
St. Andrews, New Brunswick
E5B 1Y9, Canadá
E-mail: chris.bridger@quaengineering.ca

CARDIA, Francesco
Consultor en Acuicultura
Via A. Fabretti 8
00161 Rome, Italia
Tel.: (+39) 0644241200/3384662879
E-mail: fra.car@tiscali.it

CHEN, Jiaxin
Consultor en Acuicultura
106 Nanjing Road
Qingdao
China 266071
E-mail: cjxin828@public.qd.sd.cn

DE SILVA, S.S.
Network of Aquaculture Centres in Asia-Pacific
Suraswadi Building
Department of Fisheries, Kasetsart University
Ladyao Bangkok 10900
Tailandia
Tel.: (+66) 25611728
Fax: (+66) 25611727
E-mail: sena.De Silva@enaca.org

GRØTTUM, Jon Arne
Federación Noruega de Productos Marinos
PO Box 1214, Pirsenteret
N-7462 Trondheim, Noruega
Tel.: (+47)73 870950
E-mail: jon.a.grottum@fhl.no

LEONARD, Shivaun
Consultor en Acuicultura
68 Jones Circle
Chocowinity, NC 27817 Estados Unidos de América
E-mail: ShivaunLeonard@yahoo.com

ROJAS, A.
ARMpro Limitada
Casilla 166 – Traumen 1721
Puerto Varas, Chile
Tel.: (+56) 65 235200
Fax: (+56) 9 1008686
E-mail: arojas@armpro.cl

TACON, A.G.J.
Aquatic Farms Ltd
49-139 Kamehameha Hwy
Kaneohe, HI 96744 Estados Unidos de América
E-mail: AGJTACON@aol.com

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN (FAO)

HALWART, Matthias
Oficial de Recursos Pesqueros
Servicio de Gestión y Conservación de la Acuicultura
(FIMA)
Departamento de Pesca y Acuicultura de la FAO
Viale delle Terme di Caracalla
00153 Rome, Italia
Tel.: (+39) 06 570 55080
Fax: (+39) 06 570 53020
E-mail: matthias.halwart@fao.org

Este documento contiene nueve trabajos sobre la acuicultura en jaulas e incluye una visión global, un estudio sobre China y siete estudios regionales de Asia (excluyendo China), Europa septentrional, el Mediterráneo, el África subsahariana, América Latina y el Caribe, América del Norte y Oceanía, todos los cuales fueron presentados durante la Sesión Especial de la FAO de Acuicultura en Jaulas – Estudios Regionales y Panorama Mundial durante el Segundo Simposio Internacional sobre Acuicultura en Jaulas en Asia (CAA2) de la Sociedad Asiática de Pesca (AFS) llevado a cabo en Hangzhou, China, del 3 al 8 de julio de 2006. Cada revisión, por región geográfica, brinda información sobre la historia y origen de la acuicultura en jaulas; provee un reporte detallado sobre la situación actual; delinea las principales cuestiones y desafíos de la región; remarca los asuntos específicos técnicos, ambientales, socioeconómicos y comerciales a los cuales se enfrenta la acuicultura en jaulas y las necesidades a tomarse en cuenta en el futuro. El trabajo reconoce la tremenda importancia de la acuicultura en jaulas hoy en día y su papel clave para el futuro crecimiento del sector acuícola. El panorama mundial trata sobre los datos disponibles de la acuicultura en jaulas enviados a la FAO por países miembros; resume la información sobre las especies cultivadas, los sistemas y el medioambiente de cultivo; y explora además el camino a seguir de la acuicultura en jaulas, ofreciendo opciones especialmente prometedoras para la integración multitrofica de los sistemas costeros actuales de la acuicultura y asimismo, la expansión y posterior intensificación en sitios del mar abierto.

