



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.faosipam.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+;

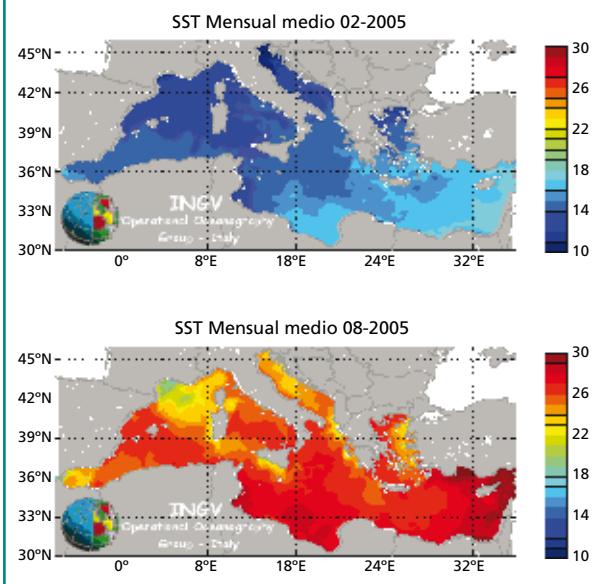
- **ICCAT** (Comisión Internacional para la Conservación del Atún Atlántico)

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.

FIGURA 1
Mapas que muestran las temperaturas medias mensuales en la superficie del mar registradas en febrero (arriba) y agosto (abajo) de 2005



Fuente: INGV

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.

Este flujo limitado 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.

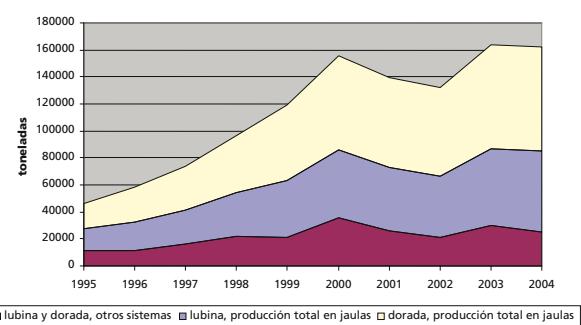
Los Estados que bordean el Mediterráneo son: Europa: España, Francia, Mónaco, Italia, Malta, Eslovenia, Croacia, Serbia y Montenegro, Albania, Grecia, Turquía, y Chipre; Asia: República Árabe Siria, Líbano, Israel; y en África: Egipto, Jamahiriya Árabe Líbia, Túnez, Argelia y Marruecos. Desde un punto 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. vallicultura 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

FIGURA 2
Producción acuícola de jaulas y otras tecnologías de cultivo de lubina y dorada en el Mediterráneo



Fuente: FAO/FIDI, 2006; SIPAM, 2006

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

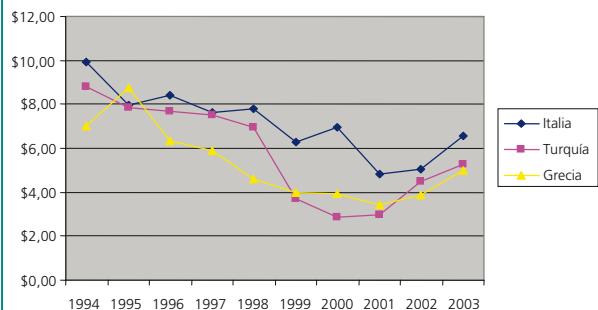
CUADRO 1

Producción de alevines, comercio y uso aparente en ciertos países mediterráneos de lubina y dorada

Año 2002 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			

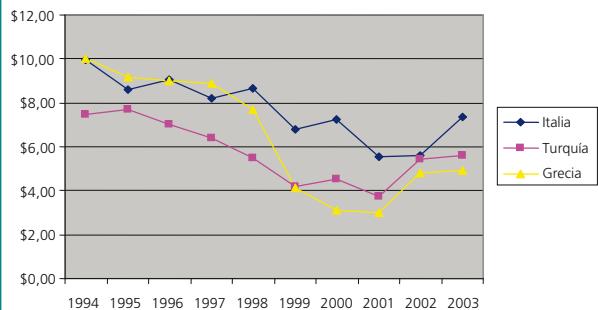
Fuente: Universidad de Stirling, 2005; SIPAM, 2006

FIGURA 3
Valor de mercado de la dorada en \$EE.UU./kg entre 1994–2003



Fuente: FAO/FIDI, 2006

FIGURA 4
Valor de mercado de la lubina en \$EE.UU./kg entre 1994–2003



Fuente: FAO/FIDI, 2006

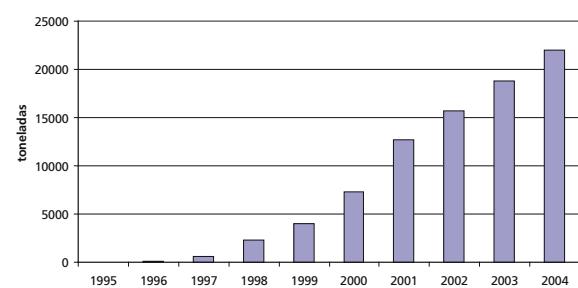
cada ciclo (incrementando el tamaño de la malla), y la frecuencia varía en función de las condiciones medioambientales y del tamaño de la malla de las redes. Las máquinas de lavar redes para limpiar las jaulas son ampliamente utilizadas. Los peces son recolectados habitualmente cuando alcanzan un peso 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

FIGURA 5
Producción de atún rojo del Atlántico en jaulas entre 1995–2004 (datos estimados para 2004)



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 trasfieren 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								⇒	⌚			
Chipre	02-03 meses									⇒	⌚		
Italia	07 meses						⇒		⌚			⌚	
Malta	03 meses								⇒	⌚			
España	04-05 meses							⇒			⌚	⌚	
Turquía	06 meses										⇒	⌚	

Símbolos ⇒: inicio de la cosecha

⌚: 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, alcanzando una producción estimada

FIGURA 6
Producción de acuicultura en jaulas en el Mediterráneo para especies seleccionadas de peces de escama

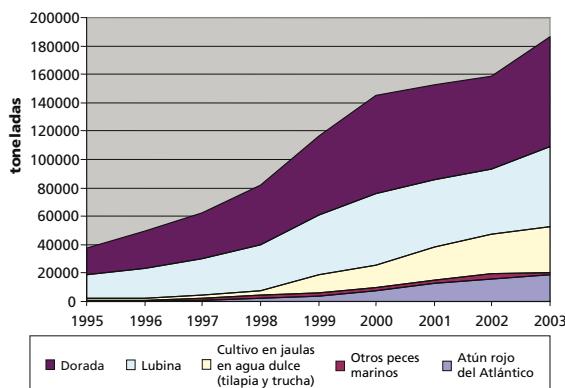
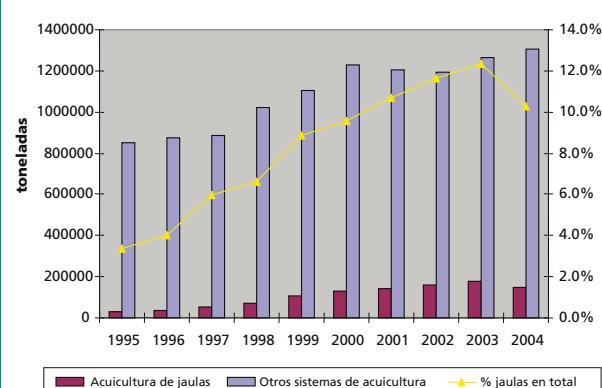


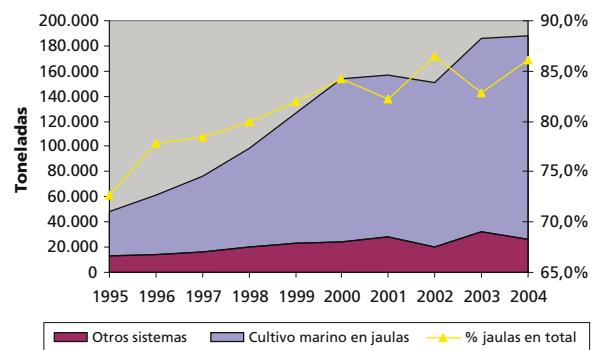
FIGURA 7
Producción de la acuicultura en jaulas y otros sistemas de cultivo en el Mediterráneo (datos incompletos de la producción en jaulas en 2004)



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.

FIGURA 8
Producción en jaulas de peces marinos y otros sistemas de cultivo en el Mediterráneo



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 arcoíris		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 – Número de granjas y cantidades ordenadas por provincia

Provincia administrativa	Número de granjas de dorada y lubina	Dorada (toneladas)	Lubina (toneladas)	Número 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 (*Crassostrea 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 Lombardía 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 Floatek 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	Número 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	3800	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 arcoíris	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 aún 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*, *PolarCirkle* 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 arcoíris 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 arcoíris	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

Volumenes 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 arcoíris. 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 pícido, el verrugato fuscus 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 chopo 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 Tripoli, 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	Número de jaulas	Especies	Producción (toneladas)
El Behira	920	Carpa plateada	8 400
Kafr El Sheikh	1 834	Carpa plateada y tilapia	10 500
Damieta	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 (*Farmocean 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 *PolarCirkle* (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 Azzeoune* 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 criadores 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, PolarCirkle, 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 (rellenos 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 octagonales.

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 mangüeras de aceite de caucho unidas con conexiones ubicadas «frente a frente». En las mangüeras 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.

FIGURA 16

Cannes Aquaculture (Francia) con jaulas flotantes construidas con componentes Jetfloat



FIGURA 17

Jaula Sadco-Shelf en posición sumergida. Se puede observar el sistema automático impermeable de alimentación (Italia)



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 bética 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 pasteurellosis). 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 pasteurellosis 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 piensos. 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 Pomelie, C. & Paquette, 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. & Skakelja, 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.