EL DESARROLLO DE LA ACUICULTURA EN ESPAÑA

ARBOR Ciencia, Pensamiento y Cultura
CLXXXIII 727 septiembre-octubre (2007) 669-685 ISSN: 0210-1963

Uxío Labarta

Instituto de Investigaciones Marinas, CSIC, Vigo

ABSTRACT: Aquaculture production in Spain represents 3% of the whole world production and 25% of the European production. This productive reality evidences decided bets, although erratic, started in 1982 when "Programa Especial de Investigación y Desarrollo en Acuicultura" reached "Boletín Oficial del Estado". This Plan has been the main revitalizing element of the business sector, providing specialised human resources, knowledge and developments. Moreover, this Plan was also sponsor of other activities at both State and Autonomic Administration levels with a clear incidence not only on the aquaculture research but also on the whole Marine Science in Spain. During the last years, planning in the Aquaculture I+D has been subjected to distortions provoked by a transhumance between marine sciences and technologies and the animal production (breeding and fisheries or food and agriculture resources). When it is added to this an obvious disorganization between institutions in their funding or execute actions of I+D, it will be observed that prospective of the White Book of the Aquaculture in Spain from 2000 is far from being transformed in actions to promote that. Finally, the predictable continuity of the actions in I+D in the actuation line of previous National Plans evidenced symptoms of exhaustion and inadequacy to the actual needs of aquaculture.

KEY WORDS: Aquaculture, research, development, innovation, fish, molluscs, planning.

RESUMEN: La producción española de acuicultura representa el 3% de la producción mundial y el 25% de la europea. Esta realidad productiva evidencia apuestas decididas, aunque erráticas, iniciadas en 1982 cuando llega al Boletín Oficial del Estado el "Programa Especial de Investigación y Desarrollo en Acuicultura". Este Plan ha sido el principal elemento dinamizador del sector empresarial, dotándolo de personal especializado, conocimientos y desarrollos. Además, el propio Plan fue el propiciador de otras actuaciones de la Administración tanto estatal como autonómica, y con una clara incidencia no sólo en la investigación en acuicultura sino en el conjunto de las Ciencias Marinas en España. En los últimos años la planificación de la I+D en Acuicultura ha estado sometida a distorsiones provocadas por una trashumancia entre las ciencias y las tecnologías marinas y la producción animal (ganadería y pesca o recursos agroalimentarios). Añádase a ello la obvia descoordinación entre las instituciones en sus acciones de financiación o ejecución de la I+D y se verá que la prospectiva del Libro blanco de la acuicultura en España del año 2000 está lejos de ser transformada en acciones de potenciación de ésta. Por último, la continuidad previsible de las actuaciones de I+D en la línea de los pasados planes nacionales evidencia síntomas de agotamiento e inadecuación a las necesidades actuales de la acuicultura.

PALABRAS CLAVE: Acuicultura, investigación, desarrollo, innovación, peces, moluscos, planificación.

1. INTRODUCCIÓN

Ha sido un lugar común a lo largo de estos años plantearse siempre la interrogante si la acuicultura podría ser un sustitutivo de las capturas de pesca. De la evolución de los datos de producciones acuícolas es obvio que la tendencia no es de sustitución, ni siquiera de complementariedad, sino que hay una producción en aumento de la acuicultura, llegando a representar el 35% de la producción total en el último año de que se dispone de datos, pero hay además una dependencia de una parte de la producción de acuicultura de las capturas de pesca.

La acuicultura es el sector de producción de alimentos que está creciendo más aceleradamente en todo el mundo.

Desde 1984 la producción acuícola ha aumentado a una tasa media anual de casi 10%, en comparación con el 3% correspondiente a la carne de bovino y 1,6% de la pesca. La acuicultura está surgiendo como importante suministro de alimentos e ingresos y así, como una de las principales contribuciones a la seguridad alimentaria. La acuicultura, hoy por hoy, produce más de una cuarta parte de la pesca total mundial. Sin embargo, recientemente las posiciones respecto a las posibilidades, potencialidades y eficiencias de la acuicultura, sobre todo desde la perspectiva científica y del desarrollo sostenible, se han transformado enérgicamente.

Duarte *et al.* (2007), en un reciente trabajo analizan las razones del éxito y el rápido desarrollo de la acuicultura,

frente a la domesticación de especies terrestres. El artículo describe asimismo las consecuencias de la domesticación de especies marinas en el suministro mundial de alimentos y su impacto ambiental. Los autores apuntan que el ritmo de domesticación de especies marinas para producir alimento es 100 veces más rápido que cuando con más celeridad se ha producido la domesticación de especies y plantas terrestres.

El 97% de las especies acuáticas, unas 430, han sido domesticadas a partir de comienzos del siglo XX, y se calcula que 106 han sido domesticadas durante la última década.

La mayoría de especies terrestres fueron domesticadas mucho antes que las acuáticas. Hace unos 2.000 años, aproximadamente el 90% de las especies domesticables sobre la tierra habían sido incorporadas a la agricultura o a la ganadería. Sin embargo, recuerdan los autores, "desde la revolución industrial el incremento de especies de animales y plantas domesticados en la tierra ha sido modesto: sobre un 3%".

Entre las causas del contraste entre el éxito de la domesticación de especies marinas y terrestres, los investigadores destacan la mayor variedad de categorías de especies marinas que han sido y pueden ser domesticadas: moluscos, crustáceos, vertebrados, equinodermos, medusas y gusanos frente a los mamíferos y pájaros, con pocos invertebrados (como las abejas y los caracoles), que han sido domesticados sobre la superficie terrestre. Unas 3.000 especies salvajes y silvestres sirven como alimento en el mar, mientras que escasas 200 lo hacen en la tierra.

El conocimiento científico y la tecnología acumulada durante el siglo XX, así como la menor virulencia de los patógenos marinos para las personas serían las otras dos claves del éxito del proceso de domesticación en el mar.

La acuicultura, definida por los autores como "una revolución emergente de importancia global", también tiene, tal como se practica en la actualidad, consecuencias negativas para el medio ambiente: el deterioro de los ecosistemas litorales y el impacto sobre las especies salvajes que se usan como alimento.

Los ritmos de crecimiento actual en la acuicultura y su capacidad para satisfacer la demanda mundial de alimen-

tos de una población creciente dependen del logro de un modelo sostenible de desarrollo que minimice el impacto ambiental, subrayan los investigadores en el artículo.

Respecto a las interacciones y dependencias entre pesca y acuicultura, Naylor y colaboradores (2000) analizaron exhaustivamente las incidencias de los cultivos marinos en la propia producción acuícola y también la dependencia de la pesca extractiva. Estos hechos objetivos han venido siendo interpretados de formas ciertamente ambiguas y en muchos casos retóricas, tanto desde un punto de vista de los flujos y dependencias entre una y otra actividad, como en términos energéticos o ecológicos.

En la Figura 1 tomada del citado trabajo de Naylor *et al.* (2000) se pueden observar los flujos de la producción acuícola mundial desde la producción primaria hasta los destinos de dicha producción, bien de pesca bien de cultivo. De dicha figura es fácil establecer que una parte de la producción de cultivo depende de la pesca a través de las capturas destinadas a harina de pescado, y otra parte muy importante de dicha producción de cultivo es independiente de la pesca, y su *input* energético proviene bien directamente de la producción primaria de los sistemas acuáticos (particularmente las carpas filtradoras, y los moluscos también filtradores), bien de *inputs* de la agricultura terrestre.

Figura 1. Flujos de producción. Tomado de Taylor y col., 2000.

En términos cuantitativos es posible establecer que un 50% de la producción de la acuicultura es independiente de la energía obtenida de la pesca, un 35% de dicha producción sólo consume un 25% de la proteína obtenida de la harina de pescado destinada a la acuicultura, y el otro 15% de la producción de acuicultura consume el restante 75% de la harina de pescado destinada a la acuicultura. Es en ese 15% de la producción de acuicultura donde se encuentra el langostino, el salmón, la trucha, otros peces marinos (dorada, lubina, rodaballo, bacalao, fletán,...) y anguilas. Y es precisamente sobre ese 15% de la producción mundial de cultivos marinos donde principalmente se asientan los argumentos ecológicos que cuestionan la conversión de proteína barata en proteína cara, como un sistema ineficiente en términos energéticos.

Este tipo de argumentos no dejan de ser retóricos, puesto que mientras se critica este tipo de conversión de proteína barata en proteína cara se olvida, o se desconoce que el 73% de la proteína en forma de harina de pescado obtenida de la actividad pesquera extractiva se destina a producción animal, pero no acuícola, sino avícola y porcina. Destino que no es cuestionado en ningún momento. Y aún más, también se obvia en ese tipo de argumentaciones que un 22% de las capturas en pesquerías son devueltas al mar, sin ningún tipo de aprovechamiento como *by-catch*, mientras que una cantidad equivalente (25%) de lo capturado se destina a harina de pescado. Esta argumentación parcial y retórica se utiliza además en países como el nuestro, e incluso en la Unión europea, para cuestionar el desarrollo de la acuicultura e incluso condicionar el esfuerzo en I+D de un sector de la producción animal. Añádase a lo anterior, a que es también en una parte de ese 15% de la producción acuícola mundial, que precisa un input de proteínas de harina de pescado, donde se encuentran las especies que contribuyen a elevar sustancialmente el valor de la producción en acuicultura.

2. UN ANÁLISIS GLOBAL DE LA ACUICULTURA EN EUROPA Y ESPAÑA

Por lo que respecta a la Unión Europea, la acuicultura se aproxima al millón y medio de toneladas, representando más del 15% de la producción pesquera. Las especies principales son los moluscos, con especial importancia del mejillón, ostra y almejas. Dentro de los peces, y con gran diferencia en la acuicultura marina está el salmón, seguido

de la dorada, lubina y rodaballo. Por lo que respecta a la acuicultura continental la especie principal es la trucha arco iris. Y si bien es cierto que el eje troncal de la producción española sigue siendo, al igual que hace veinte años, el cultivo del mejillón, no es menos cierto que en ese período de claroscuros en su evolución, la producción española de acuicultura alcanza el 3% de la producción mundial y el 25% de la europea, contabilizándose unas 60.000 TM de producción de especies diferentes al mejillón, y de las que algo menos de la mitad son de trucha.

2.1. Situación actual de la producción de peces

Para el conjunto de España el crecimiento de las producciones de peces marinos, en el periodo analizado 2000 a 2005, han alcanzado un 72%, si bien su participación en el total de la acuicultura marina apenas representa el 10%. Del conjunto de peces marinos, el 50% de la producción corresponde a la dorada, el 20% al atún, un 14% para la lubina, y otro 14% para el rodaballo, prácticamente única producción de peces marinos en Galicia.

Por lo que respecta al cultivo de otros peces marinos únicamente dos especies, besugo, y lenguado, tienen en este momento producciones en el mercado. Mención especial, sobre todo en una perspectiva de futuro, merece el cultivo de gádidos (merluza, bacalao, abadejo) en el mundo. El esfuerzo por el desarrollo de su cultivo viene determinado por la paulatina caída de las capturas de este grupo de especies, especialmente acusada para el bacalao, cuyas capturas disminuyeron desde los 3,1 millones de toneladas capturadas en 1970, a las escasas 900.000 toneladas capturadas en el año 2002. El abadejo, especie que también encuentra en Galicia su único y principal desarrollo por parte de una empresa del grupo Isidro de la Cal, tiene desde un punto de vista zootécnico mejores expectativas de cultivo, dado su rápido crecimiento y adaptación al cultivo, sin embargo es necesario contextualizar la viabilidad del cultivo de esta especie en el conjunto del actual desarrollo del cultivo de gádidos en el mundo, particularmente bacalao, pero también merluza de gran importancia en la demanda de los mercados españoles.

Otro de los aspectos más prometedores para el cultivo de peces marinos reside en las especies de lenguado. Tanto el común como el senegalés. El desarrollo alcanzado por el cultivo de esta especie ha permitido a la empresa pionera en Galicia, Stolt Sea Farm, dedicar una de sus plantas en

Couso (Ribeira) al cultivo de esta especie, tener en sus previsiones otra de nueva construcción y suministrar alevines a otras empresas gallegas para su engorde, al igual que aquellos que son suministrados por la empresa pionera en su cultivo CUPIMAR de Cádiz. La producción actual en el mercado puede encontrarse en torno a las 100 TM, aunque esperando un rápido crecimiento.

De acuerdo al Informe elaborado por Cajamar (2006), al cierre del ejercicio de 2004, y sin incluir a los autónomos de la industria mejillonera, operaban en la acuicultura en España un total de 272 empresas, de las que un 63% correspondían a la acuicultura marina y un 37% a la continental. Así de las 181 unidades de producción o empresas de cultivos marinos, 32 se registraban en Galicia, mientras que unas 140 se sitúan en el Mediterráneo, sur Atlántico, y Canarias. El empleo generado por todas ellas alcanzó los 2.200 trabajadores. Por lo que respecta al año 2004 la acuicultura continental estaba constituida por 104 empresas que disponían de 123 centros de producción en el conjunto de España, y generaban unos 720 puestos de trabajo. Galicia, con una producción que representa el 25% del total, presenta 33 plantas de producción y 210 puestos de trabajo.

2.2. El mejillón

A finales del año 2005 la organización empresarial mejillonera estaba estructurada en cuatro organizaciones principales: La Organización de Productores de Mejillón de Galicia (OPMEGA), que había descendido en su representación hasta el 50% del sector, la Asociación Gallega de Mejilloneros (AGAME) que superaba ya el 20%, la Federación Arousa Norte de Mejillón, con algo menos del 15% y por último la Asociación de Mejilloneros del Grove, penúltima segregada de OPMEGA, con una representación menor del 10%.

La facturación agregada de todo el *cluster* mejillonero (producción, comercialización y transformación) se estima en unos 340 millones de euros. El destino de la producción comercializada en los años 2004-2005 se reparte de la siguiente forma: Un 41% va destinado a los mercados de fresco, y de ese porcentaje el 70% se destina a mercados nacionales y un 30% a la exportación. El 59% de la producción mejillonera se destina al mejillón transformado (cocido, congelado en carne, congelado en media concha, o en conserva). Por lo que respecta a esta producción de

transformado, también conocido como industria, siete empresas industriales concentran el 75% de la demanda.

Un análisis global respecto a las tendencias en los mercados internacionales de mejillones quizá permita ver con mejor perspectiva algunos de los retos y también posibles estrategias para la industria mejillonera gallega.

Galicia, España, todavía es el principal exportador de mejillones congelados y frescos. Al menos hasta el año 2002, donde las importaciones mundiales de mejillones alcanzaron las 175.000 toneladas importadas con un valor de unos 250 millones de euros. En este volumen de importaciones (datos FAO) el 25% correspondió a productos congelados, y un 75% a productos frescos refrigerados. Sin embargo, en el valor de cada tipo de presentación de mejillón importado, los congelados supusieron el 42% del valor mientras que los frescos refrigerados un 58%. La diferente participación de cada tipo de producto en valor y cantidad es consecuencia de los precios: Medias de dos mil euros por tonelada para los congelados, y de menos de la mitad (1.250) para los frescos refrigerados.

El incremento de las importaciones mundiales entre 1990 y 2002 ha sido superior a al 225%. Y el del precio medio por tonelada para el conjunto del mundo de un 158%. El mercado principal de importaciones es el europeo (Francia, Italia, Alemania y Bélgica) que concentra el 65% del total. Mientras que EEUU es el principal importador de mejillón congelado, a precios más elevados que los precios medios, lo que le lleva a ser el segundo importador por valor de mejillón importado. En cualquier caso España es también un importante importador.

Las exportaciones guardan obvia relación con las importaciones a nivel mundial sin embargo es interesante resaltar los comportamientos entre 1990 y 2002 para cada uno de los tipos de exportaciones de mejillón (congelados, frescos-refrigerados, y productos transformados). Así la tendencia de las exportaciones para congelado en el período indicado se multiplicó por cinco, con un precio por tonelada bastante estable y el más elevado de los tres tipos de producto, duplicando al del mejillón fresco. La situación para el fresco se ha incrementado mucho menos y con grandes oscilaciones a lo largo de los años, pero tomando los extremos entre 1990 y 2002 el incremento de exportaciones ha sido de un 40% en toneladas.

España es el mayor exportador si bien con muy poca diferencia respecto a Holanda, Dinamarca y Nueva Zelanda. Países que la siguen en volúmenes de exportación. Si bien es necesario señalar que respecto a precio por tonelada España exporta a un 38% del valor que lo hace Holanda, o a un 32% del que percibe Nueva Zelanda, y tan sólo supera al precio medio danés, en un 42%. Esta comparación, aun siendo generalista, tiene la importancia derivada del hecho de que Holanda es el primer exportador de fresco, España es el segundo, y sin embargo Nueva Zelanda es el principal exportador de congelado (España el tercero, por detrás también de Dinamarca). Los precios de Dinamarca están condicionados por que la mayor parte de su mejillón es de la modalidad de pesca, no de cultivo, y por tanto sus calidades son muy variables.

Esta visión de conjunto de los mercados y productos, así como de los principales países productores e importadores/exportadores, dibuja un panorama de fuerte competencia, y también de las debilidades que la industria mejilloneira, e incluso el *cluster* mejillonero, gallego presenta. Los esfuerzos organizativos y parejos a ellos los comerciales desarrollados por el sector productor no parecen suficientes para mantener los niveles de renta alcanzados en los últimos veinte años sino se procede a una rápida evolución. La integración vertical iniciada en estos años, sobre todo con la comercialización del fresco necesitan ya de forma

urgente una evolución hacia los sectores de procesado y transformación, pues parece plausible que únicamente con mejoras en el producto, todavía con amplio margen de mejora, no se podrá mantener una posición sólida en los mercados.

Por lo que respecta al congelado y/o cocido la situación de dependencia ya se refleja claramente en la concentración de empresas compradoras señaladas anteriormente (7 empresas industriales que concentran el 75 % de las compras). Y a ello es necesario añadir no sólo la competencia distante de países como Nueva Zelanda, que además de estar presentes en nuestro mercado dominan el mayor mercado de congelado –EEUU–, sino la aparición con una fuerza inusitada de Chile, tanto en nuestro mercados como en los mercados tradicionales del mejillón gallego. La expansión del cultivo y sobre todo la presencia de empresas de capital extranjero, principalmente gallegos, el interés de empresas de la industria extractiva y empresas de transformación y procesado, de acuerdo a los datos de *Fishing Partners Ltda.* (200%), refuerzan esa percepción de un fuerte competidor. Las 75.000 toneladas de producción de Chile en 2005, está previsto que se puedan convertir en unas entre 175.000 y 300.000 en 2010.

La Tabla 1 muestra la evolución de la producción de la acuicultura española.

TABLA 1: EVOLUCIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE ACUICULTURA EN ESPAÑA (TONELADAS)

		2001	2002	2003	2004	2005
PECES	Dorada	9.832,7	11.653,2	12.783,9	13.848,2	14.180,7
	Rodaballo	3.636,1	3.954,3	3.821,7	4.364,4	5.511,55
	Lubina	2.269,2	3.421,9	4.117,1	4.513,3	6.208,47
	Salmónidos	323,2	300,0	50,0	30,0	–
	Mugílidos	114,7	185,8	132,2	154,48	–
	Lenguado	42,7	41,9	38,7	57,6	38,33
	Túnidos	4.446,7	4.845,9	3.687,0	6.422,6	3.700,17
	Anguila	258,9	294,9	291,5	362,6	320,9
	Corvina		5,0	3,3	14,4	314,33
	Tilapia		16,5	127,4	3,0	1,2
	Besugo				48	117,84
	Abadejo					0,152
	TOTAL	20.924,0	24.719,4	25.113,15	29.818,58	30.393,64

TABLA 1: EVOLUCIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE ACUICULTURA EN ESPAÑA (TONELADAS) (continuación)

		2001	2002	2003	2004	2005
MOLUSCOS	Mejillón	245.985,5	259.997,0	248.826,5	294.826,1	209.314,69
	Almejas	4.158,3	1.728,5	1.741,5	2.229,0	1.907,72
	Ostras	4.565,0	4.917,8	3.116,7	4.043,6	3.959,89
	Escupina	0,8	1,0	1,9	1,5	1,65
	Pectínidos	109,8	2,2	-	-	-
	Berberecho	1.567,6	2.270,9	969,5	1.062,2	520,58
	Coquina	102,3	49,7	969,5	1.062,2	-
	Chirla	14,3	22,9	-	-	-
	Pulpo	14,6	16,7	10,2	12,6	15,8
	TOTAL	256.518,2	268.986,7	254.666,7	302.175,3	215.720,33
CRUSTÁCEOS	Camarón	82,0	0,0	87,0	-	98,75
	Langostino	33,3	39,4	28,0	44,3	55
	Cangrejo rojo	0,0	87,1	-	-	-
	TOTAL	115,3	126,5	115,0	44,3	153,75
PECES CONTINENTALES	Trucha arco iris	35.384,0	34.304,3	33.112,9	30.144,59	26.078,3
	Tenca	12,8	100,5	53,0	61	43,37
	Anguila	80,0	-	-	145	-
	Esturión	140,0	225,0	225,0	82	102
	TOTAL	35.617,6	34.629,8	33.390,9	30.301,59	26.223,97

La Tabla 2 muestra las plantas de acuicultura existentes en las diferentes Comunidades Autónomas

TABLA 2: NÚMERO DE INSTALACIONES DE CULTIVO DE PECES

Número instalaciones de crianza con producción superior a 15 TM					Número de instalaciones de precrianza				
	1999	2001	2003	2005		1999	2001	2003	2005
Andalucía	31	32	35	31	Andalucía	3	7	7	9
Asturias	0	1	1	1	Baleares	0	0	1	2
Baleares	1	1	1	1	C. Valenciana	0	2	3	3
C. Valenciana	6	15	15	18	Canarias	1	1	1	1
Canarias	7	15	19	28	Cantabria	1	1	1	1
Cantabria	1	1	1	1	Cataluña	0	0	1	1
Cataluña	11	11	9	5	Galicia	1	1	1	0
Galicia	14	13	14	18	Murcia	0	0	0	1
Murcia	1	4	4	7	TOTAL	6	12	15	18
País Vasco	2	2	2	2					
TOTAL	74	95	101	112					

Número de instalaciones de cría y reproducción

	1999	2001	2003	2005
Andalucía	4	4	4	5
Baleares	1	1	1	1
C. Valenciana	0	0	1	1
Cantabria	1	1	1	1
Cataluña	1	1	1	1
Galicia	4	4	5	5
Murcia	0	0	0	1
TOTAL	11	11	13	15

2.3. Tendencias en el consumo y los mercados

La importancia de la acuicultura como sector de futuro no sólo radica en la capacidad de producción o en la producción actual, sino que cobra una nueva perspectiva si se atiende a las tendencias del comportamiento del mercado y del consumo de productos pesqueros.

Se ha podido observar que la capacidad de producción por pesca en el mundo se encuentra en unos niveles de estabilidad en torno a los 95 millones de TM, y que los incrementos en la producción de productos pesqueros dependen de la aportación de las producciones de la acuicultura.

Por otra parte, según los estudios del Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación, sobre la "Alimentación en España" (1995), en el que se evalúa la evolución de las compras de productos pesqueros en el período 1987-1994, éstas se han incrementado en un 7%. Sin embargo esta evolución no es homogénea, y así se puede observar que mientras la compra de pescado fresco se incrementa en dicho período un 19%, pasando desde el 45,6% al 50,9% de las compras, el pescado congelado desciende en un 34% pasando de un 21,2% a un 13%. Los moluscos y crustáceos incrementan su participación en las compras de productos pesqueros en un 6%, representando alrededor del 25% de dichas compras, y las conservas de pescado incrementan su participación en un 67% pasando del 6,9 al 10,8%.

Esta tendencia del comportamiento en las compras de los productos pesqueros en España, se ve corroborada al analizar (Datos de FAO) en el período 1983-1996 la utiliza-

ción o destino de las capturas mundiales de los productos pesqueros para consumo humano. Así en 1983 únicamente se destinaba para su consumo en fresco el 27%, mientras que el 35% era para congelado, y un 38% para conserva o pescado salado o seco, y en 1996 se destina un 43% para consumo en fresco (incremento de un 15%), mientras el destinado a congelado desciende a un 31%, y los de conserva y salado y seco se reducen a un 26%.

En definitiva de los datos anteriormente expuestos es posible observar una tendencia al incremento del consumo de los productos pesqueros en fresco, además de un incremento global al consumo de los productos pesqueros. La reflexión hacia el futuro debe dirigirse a una toma de posiciones decidida por la acuicultura. Y ello en base también al contexto jurídico, económico y logístico, y no sólo al estado biológico, en el que se vienen desarrollando la extracción de productos pesqueros en el mundo: aguas jurisdiccionales, necesidad de empresas mixtas o uniones temporales, lejanía de los caladeros que impone la conservación por congelación, etc. Si bien ello no quiere decir que el desarrollo de la acuicultura en España no presente limitaciones bioecológicas, jurídicas, tecnológicas, socioeconómicas y empresariales.

Treinta años después del Congreso de Cultivos Marinos de Lanzarote, donde tuvo lugar la primera reflexión conjunta de las Administraciones, los sectores empresariales y la investigación en torno a una estrategia para el desarrollo de la acuicultura en España, el Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación convocó otra vez a los sectores productivos, y a las administraciones públicas para evaluar y diagnosticar el futuro de la acuicultura.

Los resultados del análisis realizado actualizan el *qué* y el *cómo* de la acuicultura española. Y si bien es cierto que el eje troncal de esta producción sigue siendo, al igual que hace veinticinco años, el cultivo del mejillón, no es menos cierto que actualmente la producción española representa el 3% de la producción mundial y el 25% de la europea.

El exhaustivo trabajo diagnostica tanto los factores que favorecen el crecimiento –entre los que destacan la dimensión del mercado español, la demanda creciente de productos más elaborados y la disponibilidad de financiación privilegiada–, como los que pueden dificultar su desarrollo [competitividad en un mercado globalizado, la Ley de Cos-

tas de 1988, la estructura empresarial (coexisten empresas grandes y pequeñas)] de la mayor parte de las empresas españolas, con fuertes limitaciones financieras y organizativas, y con una limitada presencia en el exterior.

A partir del análisis se señalan algunas de las estrategias posibles a seguir por las empresas: crecimiento, internacionalización, liderazgo en costes y comercialización, y también la necesidad de revisión por parte de las administraciones de algunas de sus políticas de mayor impacto.

Por lo que respecta a la interacción medio ambiente *versus* cultivos marinos, es un tema de enorme importancia, pero de sentido biunívoco: Por una parte la incidencia de los cultivos marinos en el medio, y por otra la situación del medio marino para los cultivos. A ello conviene añadir que el cultivo de mejillón no supone ningún *input* en el medio, como sucede con el cultivo de peces en jaula, o el vertido de aguas de dicho cultivo de las plantas en tierra, sino que su impacto reside en una alteración de la cadena trófica, y una concentración de la materia orgánica en áreas donde se encuentran las estructuras de cultivo. Y si bien estos dos aspectos son relevantes en el ecosistema, no se puede establecer a partir de sencillas operaciones aritméticas, previsiones de impacto ambiental que 50 años de cultivo de mejillón en las rías no avalan en los términos catastróficos que han venido publicitándose con más insistencia en los últimos años.

Esta realidad productiva evidencia apuestas decididas aunque erráticas y cambiantes para el desarrollo de la acuicultura. Veinticinco años después de la Convención del CONSUMAR, la situación habla por sí sola. No es explicable este crecimiento sin la aportación de fondos europeos, pero tampoco sin la dinámica de los mercados, y el riesgo empresarial. En este último debe incluirse la investigación y el desarrollo.

3. EL PLAN ESPECIAL DE I+D DE ACUICULTURA

En los años setenta del siglo XX la situación de la acuicultura era apenas una predicción y en cualquier caso un esfuerzo de visionarios. Por lo que respecta a España entre los primeros análisis publicados sobre su desarrollo se encuentran los de Andreu (1973), y el Seminario Interdisciplinar

de Acuicultura Marina, celebrado en Vigo en el Instituto de Investigaciones Pesqueras del Patronato de Investigación Científica y Técnica Juan de la Cierva (CSIC).

En ambos análisis, y partiendo de realidades antiguas, tales como el semicultivo de la ostra, y aquel del mejillón en batea, pero también de los cultivos de trucha, se evidencian viabilidades y necesidades de investigación en el campo de los distintos grupos taxonómicos, pero con especial atención a moluscos, crustáceos y peces. También el Instituto Español de Oceanografía había comenzado a enviar a Japón a algunos de sus oceanógrafos para conocer técnicas de cultivo.

En ese mismo año en las instalaciones provisionales de la Depuradora de Luis Losada en Punta Preguntoiro (Ría de Arousa), se inician experiencias de cultivo en criadero de almejas, y también entonces se instala en Esteiro (Ría de Noia-Muros) la primera instalación industrial de cultivo de ostra, de capital anglosajón, y en el laboratorio de Castellón del Instituto de Investigaciones Pesqueras se había iniciado el cultivo de langostinos.

El comienzo de los cultivos de dorada y lubina en España de forma intensiva se remonta a principios de los años ochenta, en que se empiezan a reconvertir las antiguas salinas del sur de España en zonas de cultivo intensivo y a las que posteriormente le siguieron las del delta del Ebro y zona valenciana. En 1981 se constituye la primera empresa de cultivo de dorada y lubina en esteros, así como el primer criadero, en Cádiz, *Cupimar, S.A.* Posteriormente se fueron incorporando otras empresas, también sobre la base del cultivo en esteros, y en varios casos en sistema de policultivo, bien con alevinaje natural, bien con alevines de criadero. En 1982, *Tinamenor* inició la producción de alevines de dorada y en 1983, la de lubina.

La empresa *Insuiña, S.A.*, inicia sus actividades de producción de rodaballo en el año 1983. Previamente había desarrollado en colaboración con el Centro de Investigaciones Mariñas de Vilaxoan de la Xunta de Galicia una serie de experiencias de engorde y puesta en cautividad. Paralelamente en unas instalaciones precarias en el laboratorio de Orillamar del Instituto Español de Oceanografía en Vigo, se desarrollan experiencias de cultivo larvario y puestas en cautividad. En el año 1986 existen ya cinco empresas instaladas, y se añaden tres nuevas empresas de pequeño tamaño.

Pero el verdadero arranque de la planificación y evaluación de las posibilidades, objetivos y estrategias para la acuicultura en España, es necesario situarlo en la primera Convención nacional de Cultivos Marinos, realizada en marzo de 1980 en Lanzarote. En dicha convención se definen ampliamente los objetivos de lo que al cabo de dos años, llegaría al Boletín Oficial del Estado como "Programa Especial de Investigación y Desarrollo en Acuicultura".

La importante evolución socioeconómica que a todos los niveles se produce en España en el inicio de los años ochenta es la principal razón que justificó acciones de Estado para potenciar los recursos científicos y tecnológicos del país, estableciendo mecanismos específicos que incentivasen la vinculación de las actividades de los centros públicos de investigación y de las empresas en materia de investigación científica y desarrollo tecnológico a la resolución de los problemas nacionales.

La Comisión Asesora de Investigación Científica y Técnica (CAICYT) crea, con carácter general, la figura del "Programa Especial de Investigación y Desarrollo" como un conjunto coordinado y sistematizado de proyectos de investigación y desarrollo tecnológico con el objetivo de contribuir al progreso del país.

Tomando como base la propuesta conjunta de los Ministerios de Agricultura y Pesca e Industria y Energía, el Comité Interministerial de Programación (CIP) de la CAICYT acordó la aprobación del *"Programa Especial de I+D para el desarrollo de la acuicultura en España en sus aspectos de crianza, nutrición y patología de especies marinas y continentales"*, que fue publicado en el BOE de 2 de diciembre de 1982, según resolución 31732.

El Programa pretendía desarrollar en un periodo de cuatro años una tecnología propia para la acuicultura en sus aspectos de reproducción, nutrición, patología y diseño de instalaciones piloto relativas a las especies más rentables, que sirviesen como ejemplo y permitiesen evaluar el potencial productivo de las aguas marinas y continentales. Para cubrir estos objetivos el Programa se estructuró en base a un total de 12 subprogramas en los que se integraban 43 campos prioritarios. Examinado en su conjunto, el programa era enormemente ambicioso, pero presentaba como principales dificultades la ausencia de grados de priorización para todos y cada uno de los subprogramas, no se

citaban las especies sobre las que trabajar y se desconocía cuáles eran realmente las necesidades nacionales y las infraestructuras y los recursos humanos disponibles.

La convocatoria del programa despertó en los ámbitos investigador, industrial y autonómico grandes expectativas, no sólo por su impacto e interés sino también por la creencia errónea de que se disponía de alrededor de dieciocho millones de euros para llevarlo a cabo, lo que se tradujo en la presentación masiva de solicitudes, muchas de ellas desorbitadas y carentes de cualquier posibilidad de realización. Para encauzar, desarrollar y dirigir el programa hacia fines realistas se constituyó una Comisión del Programa que, tras estudiar en detalle las virtudes y defectos del mismo, estableció prioridades, limitó actividades y definió las especies sobre las que realizar con prioridad las investigaciones. El Programa mantuvo su vigencia hasta el año 1987 y dentro de él, y además de los proyectos de investigación financiados, es de destacar, por su gran importancia, la aprobación, en el año 1983, del *"Plan de Formación de Técnicos Superiores en Acuicultura"*, que se realizó, en sus diferentes etapas, durante el período 1983-87.

A partir de 1987 desaparece la CAICYT y se crea la CICYT como el organismo encargado de la coordinación general de la Ley de Fomento y Coordinación de la Investigación Científica y Técnica y como la entidad financiadora de las actividades de Investigación y Desarrollo Tecnológico que se realizan en España a través de los Planes Nacionales y de sus respectivos Programas, transformándose el Plan Especial de I+D en Acuicultura en un Programa Nacional de Recursos Marinos y Acuicultura (1988-1991), con acciones específicas para la acuicultura incluidas en los Programas de Estímulo para la Transferencia de los Resultados de las Investigación (PETRI) y para la Dotación de Infraestructuras. La financiación de las actividades de I+D sufre a partir de 1992 distintas ubicaciones en el Plan Nacional, y así en el período 1992-1995 se encuadra en el Subprograma de Ganadería y Acuicultura del Programa Nacional de Ciencias Agrarias (1992-1995), para volver al Programa Nacional de Ciencia y Tecnologías Marinas en 1996-1999, y desde entonces integrándose como un subprograma (Acuicultura) del Programa nacional de Recursos y Tecnologías agroalimentarias.

La acuicultura constituye un claro ejemplo de área de actuación en la que los procesos de investigación, desarrollo

tecnológico e innovación son fundamentales. Este tipo de actividades se deben articular a través de un entramado de interacciones, en el que la definición y propuesta de programas de I+D e innovación promovidos desde los poderes públicos, emergen como un instrumento estratégico fundamental.

La acuicultura se puede considerar como una construcción social en la que intervienen no sólo procesos técnicos sino complejas relaciones sociales, influenciadas, a su vez, por fuerzas y actores sociales. Por lo tanto, el desarrollo de la acuicultura es un proceso político en el que las autoridades políticas tienen un papel decisivo.

El año 1982, y posteriormente los años 1986 y 1988, constituyen años claves para el desarrollo de la acuicultura en España, el primero como consecuencia de la creación de los "Programas Especiales de Investigación y Desarrollo", el segundo por la promulgación de la "Ley de Fomento y Coordinación de la Investigación Científica y Técnica" y el tercero por la implantación del "I Plan Nacional de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico" y la promulgación de los "Planes de Cultivos Marinos", integrados posteriormente en la Junta Asesora de Cultivos Marinos (JACUMAR), donde se integran el Estado y las Comunidades Autónomas, y las actividades iniciadas en el marco de las Comunidades Autónomas y de la Unión Europea.

Aún actualmente, la financiación de las actividades de I+D relacionadas con la acuicultura corre a cargo de entidades estatales, autonómicas, de la Unión Europea y empresariales con intereses y prioridades muy diferentes entre sí y sin que exista entre ellas una verdadera coordinación, lo que se traduce, en algunos casos, en duplicidades, en un deficiente aprovechamiento de los recursos disponibles y la imposibilidad de tener bases de datos homogéneas que permitan conocer con total fiabilidad las actividades financiadas.

4. LA INVESTIGACIÓN PÚBLICA EN ACUICULTURA EN ESPAÑA

Con la aprobación del Plan especial de I+D en Acuicultura en agosto de 1982 se establecieron los primeros mecanismos de planificación y financiación de la acuicultura, su innovación y su investigación en España. La posterior incorporación de España a la Unión Europea, y la dispo-

nibilidad de fondos comunitarios para la financiación de proyectos industriales y para acciones de investigación, consolidaron su desarrollo.

4.1. La financiación de la I+D

Espinosa *et al.* (2000) han estimado que la financiación directa de las acciones de investigación y desarrollo de la acuicultura en España en el período 1982-1997 alcanza los 70 millones de euros, contabilizando en ellos los 10 millones que el CDTI ha dedicado a proyectos de Desarrollo tecnológico, así como las contribuciones de las empresas, unos 18 millones, a los proyectos CDTI y PETRI. Los datos de este período confirman que la I+D en acuicultura tiene más de un 70% de financiación pública, y dentro de ella más de un 50% de administraciones estatal o comunitaria, reduciéndose la inversión de las Comunidades Autónomas (6) al 20% de la financiación.

La inversión anual en I+D de acuicultura apenas alcanza los 5 millones de euros anuales, y aceptando que la facturación en primera venta de este sector sobrepasa los 180 millones de euros, apenas alcanza el 2,5% de dicha facturación.

Para el conjunto de la investigación marina Duarte (1999) estima una inversión de unos 12 millones de euros anuales en España, si bien debemos de entender que se refiere a inversión directa, excluyendo personal de los organismos y gastos corrientes. Duarte señala que las dos terceras partes de esta inversión se destinan al mantenimiento y operación de grandes infraestructuras, particularmente barcos oceanográficos, y una tercera parte a proyectos de investigación.

El gasto en I+D marina de la UE alcanza los 940 millones de euros anuales, lo que equivale a un 0,75% de la inversión pública en I+D. Por países y en términos relativos se pueden observar el siguiente agrupamiento: Noruega, Reino Unido, y Portugal que dedican un 2% de su financiación en I+D a la investigación marina, Francia, Grecia, Holanda y Dinamarca, que dedican aproximadamente entre un 0,8 y un 1% de la inversión, y Alemania, Finlandia, Suecia y España con un 0,30-0,50 de su financiación en I+D. El esfuerzo medio de los países de la UE se establece en 0,75%, y España sólo alcanza la mitad de dicho esfuerzo. Desde el punto de vista de la acuicultura se puede observar una estrecha relación

entre los países que han desarrollado una potente industria de cultivos marinos (Noruega, Reino Unido, Francia, Grecia, Holanda y Dinamarca) y su porcentaje de inversión (entre un 0,8 y un 2 %) en la investigación marina.

Como indicador de la financiación recibida por los proyectos de I+D, podemos señalar que los proyectos CICYT reciben una financiación media de 47.000 euros/3 años, si bien el 58 % de los proyectos está por debajo de la media, y el 42 % la supera. Tintoré y Sánchez (1999), en un trabajo que analiza el programa CYTMAR donde se encuadran las acciones de acuicultura del Plan Nacional en el período 1995-1997, se establece que la financiación promedio por proyecto de dicho programa es de 42.000 euros, cifra que coincide con la financiación promedio del período 83-97 analizada por Espinosa *et al.* (2000), y se diferencia significativamente de la financiación media de los proyectos del conjunto del Plan Nacional que según Tintoré y Sánchez (1999) alcanza los 65.000 euros. Sin embargo, para el último Plan en el que la acuicultura estaba integrada en el CYTMAR, 1995-1999, Morales-Nin y Sánchez-Fernández (2004), indican que en Acuicultura marina se financiaron un total de 63 proyectos, con una financiación de 2,26 millones de euros. Por último, en el bienio 2004-2005, últimos datos publicados respecto a proyectos de Acuicultura, integrados nuevamente en el programa de Recursos y Tecnologías Agroalimentarias (Duarte, 2006), se aprueban para el bienio alrededor de 53 proyectos/año, con un porcentaje de aprobación entre un 45 % y un 35 % de los presentados, pero con una financiación concedida entre un 37 % en 2004 y un 22 % en 2005. Con una inversión promedio por proyecto en torno a los 72.000 euros/3 años.

Esta diferencia en la financiación de los proyectos de acuicultura se mantiene respecto a los proyectos de otros objetivos en el propio programa CYTMAR, es decir los de los objetivos de oceanografía y franja costera, que han recibido una financiación promedio de 50.000 euros según Duarte *et al.* (1999). La acuicultura representa en el citado período 95-97, el 36 % de los proyectos financiados por el programa CYTMAR.

En este mismo contexto resultan significativas las diferencias de financiación con los proyectos financiados con los fondos de la UE, quien entre 1992 y 1997 ha financiado 27 proyectos con participación española, con una financiación media para la parte española de unos 150.000 euros/3 años,

muy similar a la estimada por Duarte *et al.* (1999) para el programa MAST III, lo que supone una financiación tres veces superior a la obtenida en los planes nacionales.

Conviene señalar que los organismos sectoriales, dependientes de un ministerio sectorial (MAPA), o los organismos de las comunidades autónomas, que reciben financiación directa de los departamentos de los que dependen presentan unas financiaciones por proyecto más elevadas que las derivadas de los fondos del Plan nacional, según se puede deducir de los datos del trabajo de Espinosa *et al.* (2000). Así en un período de 10 años, el IEO ha financiado 111 proyectos de investigación propios en acuicultura con un coste de unos 5,3 millones de euros, lo que supone una media de 48.000 euros por proyecto, si bien el 68 % tiene una duración entre uno y dos años, frente a los tres años de los proyectos del Plan Nacional de Investigación. Los tres centros de investigación dependientes de la Consellería de Pesca de Galicia, con unos 25 titulados superiores, recibieron durante el período 1988-1998, unos 572.000 euros al año, para sus actividades de investigación, en las que se incluyen todos los gastos excepto personal.

Los Planes de Cultivos Marinos se inician en el año 1988 desde la Secretaría General de Pesca Marítima del MAPA y mantienen su vigencia hasta el presente, con la única salvedad del año 1992 en el que, por imperativos administrativos, no se contabilizan acciones al respecto.

Debido a los objetivos establecidos y a las circunstancias particulares del momento, al analizar las actividades de investigación de JACUMAR se hace preciso estudiar por separado los períodos 1988-91 y 1993-98. Las actividades de investigación correspondientes al período 1988-91 se conceden específicamente para la realización de proyectos de investigación relacionados con las especies: anguila, seriola, pectínidos y ostra. Durante el período 1993-98 los objetivos de los proyectos de investigación concedidos cambian y se abren para dar entrada en los mismos a otras especies prioritarias en las comunidades autónomas (dentón, sargo, besugo, erizo, etc.).

En el período 1988-91 del total financiado, el 36 % correspondió a proyectos de investigación en ostras, el 14 % en pectínidos (vieira), el 37 % en seriola y el 13 % en anguila. Durante el período 1993-98 proyectos realizados en este

segundo período es de 63. En lo que se refiere a las especies, el 49,2% de los proyectos tienen relación con los peces, especialmente el dentón, seguido de la dorada y el besugo y el 24% con los moluscos. En relación con los campos de trabajo, de los 63 proyectos financiados ocupan un lugar privilegiado los 36 realizados sobre cultivos zootecnia (57%). Otros campos cubiertos por los proyectos, aunque en menor número, son: la patología (5), la nutrición (4), la alimentación (4), los cultivos larvarios (4) y la reproducción (3).

Los proyectos JACUMAR amplían las especies de peces financiadas por CICYT, así como las de moluscos. Sus objetivos parecen responder a prioridades de las comunidades autónomas pero, sin embargo, carecen de un esquema de financiación plurianual, y evidencian una falta de coordinación incluso con otras acciones financiadas por las mismas comunidades autónomas.

4.2. Recursos humanos, equipos y prioridades en la investigación pública

En el conjunto los centros de I+D y los universitarios los recursos científicos humanos que trabajan en España en los diversos campos de la acuicultura pueden cifrarse en 254 investigadores, de los cuales el 40% desarrolla su trabajos en 25 Centros Públicos de Investigación [los doce centros estatales (CSIC+IEO) contabilizan en conjunto un total de 48 científicos frente a los 54 existentes en los centros autonómicos] y el 60% en 45 Departamentos o centros universitarios. En lo que hace referencia a la ubicación de los equipos de investigación, el 66,4% se integran en departamentos universitarios, el 26% en centros de I+D estatales y el 7,6% en centros de I+D autonómicos. En general, el equipo medio investigador en acuicultura está formado por siete personas, de las que tres son titulados superiores en plantilla, dos son becarios y los otros dos personal técnico de apoyo. Esta distribución media varía según los diferentes tipos de centros.

Por lo que se refiere a la investigación en peces, los equipos de investigación pertenecientes a los centros estatales y autonómicos focalizan su atención preferentemente en los estudios sobre la dorada, el rodaballo y la lubina, en tanto que los centros universitarios amplían su campo a las investigaciones sobre trucha. En las especies de moluscos las investigaciones se centran, sin distinción de centros, en el mejillón, la ostra y la almeja como especies prioritarias.

Los campos de trabajo en los que los científicos encuestados desarrollan sus actividades de investigación están condicionados a los medios disponibles y a sus propias características. Los centros estatales y los autonómicos desarrollan sus trabajos fundamentalmente en los campos de los cultivos, la nutrición y la reproducción, mientras que en los centros universitarios, al no disponer de instalaciones apropiadas, los estudios sobre cultivos son, en general, sustituidos por los de patología, pero manteniéndose el interés en los referentes a los de nutrición y reproducción. Según los datos de Espinosa *et al.* (2000), resulta llamativo que únicamente un 8% de los investigadores se encuadren en la investigación zootécnica, y que ampliando a especies auxiliares de los cultivos, únicamente un 29% de los investigadores investigue en técnicas de cultivo, donde obviamente se incluyen no sólo los cultivos larvarios y el engorde, sino todos los aspectos relacionados con el cultivo de especies auxiliares (microalgas, rotíferos, artemia).

Por lo que respecta a la financiación de proyectos de distintas fuentes (CICYT, UE, Jacumar, Comunidades Autónomas y proyectos internos del IEO), el estudio de Espinosa *et al.* (2000), evidencia una absoluta prioridad respecto a la acuicultura de peces (entre el 65% de los proyectos CICYT y el 74% de los de la UE, manteniéndose los de otros fuentes de financiación entre ese rango), y en segundo lugar, pero a considerable distancia los dedicados a moluscos, en un rango que va desde el 27% de los proyectos del IEO, a un 15% en el límite inferior de los proyectos de la Unión Europea.

Los equipos de investigación mantienen colaboraciones habituales con otros equipos de su propio centro en el 34% de los casos, y alcanzan el 52% con equipos externos a su centro. Considerados en su conjunto, los investigadores manifiestan que el 41% de ellos mantienen relaciones de colaboración con las empresas del sector de manera habitual, y de forma esporádica en el 50%, y sólo un 9% reconoce no mantener ningún tipo de relación.

4.3. La producción y difusión de la actividad científica

La productividad científica es un tema de difícil evaluación en el que no existen normas o patrones y, por tanto, sólo puede realizarse tomando como puntos de valoración la difusión de los resultados, el número de publicaciones, las patentes, y las transferencias de tecnología realizadas.

La investigación marina en España ha generado una producción que se ha multiplicado por 10 en el período 1988-1995, pasando a ocupar el décimo puesto mundial, y si bien este aumento de la producción científica afecta al conjunto de la actividad de I+D en España, en ese período sólo se ha multiplicado por dos, pasando de una contribución de un 1,3% de la producción científica mundial en 1988 a un 2,3% en 1995. Este aumento no es posible relacionarlo ni con un incremento de la financiación (sólo el 3,7% de incremento), ni con el de personal (sólo un 5,5 en el mismo período 1988-1995 (Duarte y Tintoré, 1999).

Según Insúa y Tortosa (1999), entre 1981 y 1995 se registraron 4.600 documentos científicos sobre ciencias marinas en las bases de datos internacionales, habiéndose publicado la mayor parte (un 62%) en inglés, y un 50% en revistas del Science Citation Index para el conjunto del período analizado, pero observándose también un incremento en dicha proporción a partir de 1991. El 88% de las publicaciones corresponden al área de la biología marina, y de estas un 50% a recursos vivos y acuicultura.

Por otra parte Espinosa *et al.* (2000), por encuesta directa a los investigadores principales de proyectos CICYT, registran en el período 1982-1997, un total de 3.814 artículos, publicados por los investigadores españoles del campo de la acuicultura, de los cuales el 70,8% corresponde a investigadores de centros universitarios, el 27,8% de los investigadores de centros estatales y el 1,4% de los centros autonómicos con una productividad media en publicaciones por investigador muy similar. El bajo número de publicaciones procedentes de los investigadores de centros autonómicos indica claramente que éstos no se mueven con arreglo a los mismos patrones y que la publicación de los resultados de sus trabajos no reviste casi importancia, entre otras causas porque no les son exigidas por los organismos de los cuales dependen.

El dato más significativo es que el 70,1% de los artículos publicados en revistas lo han sido en revistas extranjeras, frente a tan sólo el 19,4% en revistas españolas, lo que sigue la media del conjunto de la investigación marina en España.

Los datos obtenidos por Espinosa *et al.* (2000) indican que los colectivos con mayor número de publicaciones son, al mismo tiempo, los que concentran el mayor número de contratos con

empresas. Por el contrario, se detecta que los grupos de I+D que se autodefinen como más dirigidos hacia investigaciones aplicadas, y en consecuencia con muy pocas publicaciones, son los que menos interacciones tienen con las empresas.

Pese a la escasa motivación que el sistema científico español otorga a las patentes y a la transferencia de tecnologías a la hora de evaluar la calidad científica de un investigador y por tanto su promoción profesional y salarial, especialmente en las universidades y centros de investigación del CSIC, los investigadores del campo de la acuicultura, pese a su escaso número, según Espinosa *et al.* (2000), han solicitado el registro de 36 patentes, de las cuales 17 han sido reconocidas a nivel nacional y 2 a nivel internacional. De estas 19 patentes, 8 se encuentran en explotación industrial en España y 2 en el extranjero. De las patentes en explotación industrial en España, 6 tienen su origen en el Departamento de Microbiología y Parasitología de la Universidad de Santiago de Compostela y son sobre vacunas para enfermedades de peces, y 2 en el Centro de Investigaciones en Sanidad Animal (CISA) del INIA. Las 2 patentes cedidas para su explotación industrial en el extranjero proceden del Departamento de Fisiología y Farmacología de la Universidad de Murcia y del Instituto de Ciencias del Mar del CSIC.

Es evidente que los resultados no patentables derivados de las investigaciones que realizan los grupos investigadores con fondos públicos deben ser difundidos si se desea un aprovechamiento de los mismos, conocimiento que resulta de vital importancia para que las empresas puedan beneficiarse de los resultados obtenidos. Según el trabajo de Espinosa *et al.* (2000) un 16,5% de los investigadores considera que los resultados de sus investigaciones llegan al conocimiento de la mayoría de las empresas del sector y que su conocimiento se produce en el 85% de los casos a través de contactos personales, y/o publicaciones (35%). Sin embargo, un 84% de los investigadores considera que sus trabajos y los resultados derivados de los mismos son conocidos por una pequeña parte o por ninguna de las empresas.

5. LA INVESTIGACIÓN EN LAS EMPRESAS DE ACUICULTURA

Espinosa *et al.* 2000 analizan algunas de las características de I+D de las empresas de Acuicultura en España. A través

de una metodología basada en encuestas realizadas a los gerentes, establecen que un 49,4% realiza actividades de I+D, bien de forma sistemática u ocasional, y otro 50% reconoce no realizar actividades de I+D. Esta situación cambia drásticamente cuando acotamos el análisis a las empresas de cultivo de peces marinos, ya que el 90% de ellas realiza actividades de I+D, y sólo un 10% no realiza investigación.

De las distintas causas aducidas para justificar la no realización de actividades de I+D destacan, en todos los sectores y por orden de importancia: el pequeño tamaño de las empresas y en consecuencia la imposibilidad de afrontar los gastos que la I+D lleva implícitos (76,5%), la ausencia o insuficiencia de personal técnico cualificado capaz de llevarlas a cabo (35,5%), razón que se complementa con el hecho de que las instalaciones no permiten su realización (32,4%) y el desconocimiento de las ventajas que la I+D puede aportar a las empresas (20,6%).

La relación entre dimensión empresarial e I+D se convierte en un indicador definitivo de su vocación innovadora, y en consecuencia la consecución de una concentración e integración de empresas se convierte en un elemento fundamental del avance del sector en el terreno de la I+D. Alternativamente a esta concentración o mayor dimensión de las empresas es posible reflexionar sobre estrategias de cooperación para la innovación por parte de las empresas de pequeños tamaño, que posibilitaría estrategias más sólidas en la I+D.

Los objetivos que mueven a las empresas a realizar actividades de I+D van dirigidos, fundamentalmente, a la mejora de su productividad (94% de las empresas), a la modernización de las instalaciones (66,7%) y a la mejora de sus productos (63,6%). La apertura de nuevos mercados (30,3%) y reemplazar productos (21,2%) son los objetivos a los que las empresas atribuyen una menor importancia. Los datos anteriores demuestran un claro interés de las empresas por consolidarse en el mercado antes que emprender nuevas actividades.

La media de personas que trabajan total o parcialmente en I+D en las empresas es de dos, distribuidas a partes iguales entre titulados superiores y otro tipo de personal. El número medio de trabajadores en las empresas de cultivo de peces marinos se sitúa en 32 trabajadores, de los que 4,5 son titulados superiores.

El 90% de los gastos correspondientes a las actividades de I+D en las empresas son financiados con fondos propios, el 6% con cargo a subvenciones de la Administración Central, el 3% con subvenciones de las CCAA y el 1% restante con fondos procedentes de la Unión Europea.

Según el trabajo de Espinosa *et al.* (2000) los principales factores que dificultan la realización de trabajos de I+D según el criterio de las empresas son:

- El elevado coste de las investigaciones y el excesivo plazo que su ejecución y amortización implican, factores que se agudizan en relación al pequeño tamaño de las empresas.
- Escasa cualificación y formación de los recursos humanos de que disponen.
- Acusada diferencia de intereses entre la comunidad científica y el sector industrial, lo que se traduce, por parte de los centros de investigación, en un claro desconocimiento de los problemas y necesidades demandados por las empresas y pone en evidencia una falta de comunicación entre centros de investigación e industrias.

Sin embargo, cuando se analizan los datos aportados por Espinosa *et al.* 2000, resulta llamativo que a pesar de que las empresas subjetivizan una acusada diferencia de intereses entre la comunidad científica y el sector industrial, la realidad es que en general sólo un 25% de las empresas de peces que realizan actividades de I+D, lo hace con personal y medios de la propia empresa, mientras que un 71% las realiza bien parte en la empresa y parte en centros de investigación, o bien en colaboración con otras empresas y centros de investigación. También es significativo, como contraste con las apreciaciones de las empresas, que únicamente 19 empresas hayan sido beneficiarias de 23 proyectos de Desarrollo Tecnológico, y 13 empresas de 16 Proyectos Concertados de Investigación financiados por el centro de desarrollo tecnológico e Industrial (CDTI), en el período 1984-1998.

6. EL CLUSTER DE ACUICULTURA DE GALICIA

A comienzos del 2000 se constituyó el *Cluster* de Acuicultura de Galicia con el objetivo de desarrollar acciones de I+D a partir de la cooperación empresarial para el desarro-

llo de tecnologías de productos y procesos y la investigación en nuevas especies para el cultivo de peces.

El *Cluster* a lo largo de estos años ha conseguido integrar a la empresas de cultivo de peces marinos de Galicia, y desarrollar sus primeras actividades, en su centro tecnológico de Couso (Ribeira) e iniciando el desarrollo de actividades de formación y de investigación en distintas líneas del cultivo de peces. El Centro Tecnológico se ha consolidado como una importante experiencia de I+D empresarial, que permite optimizar recursos públicos destinados a investigación. Sobre todo porque ha desarrollado un sistema experimental en el que se han resuelto las dificultades de experimentación en escala piloto, y se ha implantado un sistema de definición de objetivos en el cual se acude a grupos de investigación con capacidad probada, para su resolución. Desde el punto de vista de la investigación para cultivo de nuevas especies destaca la de merluza y salmónete desarrollado en el Centro tecnológico.

7. LECCIONES APRENDIDAS Y REFLEXIONES ACTUALES

En el desarrollo de la acuicultura en España, sobre todo en la de peces marinos, ha jugado un papel dinamizador el Estado y en general las administraciones públicas. Sin embargo, sin el impulso de algunas de las empresas, y sobre todo de los empresarios, cómo no citar a Lázaro Rosas, primero impulsor del Concumar de 1980 en Lanzarote desde la Administración pública, y luego incentivador de numerosas iniciativas de innovación desde su responsabilidad empresarial, la realidad actual no hubiera sido posible. Tampoco sin el concurso de las aportaciones de los fondos europeos para desarrollos empresariales en acuicultura.

Pero hubo dos elementos, que junto con lo anterior han posibilitado el desarrollo de la acuicultura de peces, tanto marinos como continentales: las empresas nacionales, pero sobre todo multinacionales de piensos y farmacéuticas. Sin el concurso y la aportación de su tecnología, de su *know-how*, y de sus desarrollos de investigación no se hubiera alcanzado el desarrollo actual en el cultivo de peces, y muy particularmente en el rodaballo, lenguado, y besugo. Pero también en dorada y lubina. Desde una perspectiva de la planificación de la I+D ha sido éste uno de los elementos

que se obviaron, si bien el propio mercado compensó esa carencia en planificación.

Por otra parte estamos entrando en este 2007 en un nuevo Plan nacional de Investigación Científica y técnica, y sin embargo las distorsiones provocadas en la I+D de acuicultura por esa trashumancia entre las ciencias y las tecnologías marinas y la producción animal (ganadería y pesca o recursos agroalimentarios), no parece que se vaya a resolver, y sin embargo todos los indicadores y análisis señalan la acuicultura como un sector más próximo y enlazado con la investigación y tecnología marina, que no con la producción animal terrestre, por más que aspectos básicos de biología, reproducción, nutrición, genética o patología presenten elementos comunes, como comunes son los principios de las disciplinas científicas en las que se asienta el desarrollo tecnológico de este sector, y no sólo en el cultivo de moluscos –a pesar de su desatención– aún hoy más del 80 % de nuestra producción, sino también en el cultivo de peces y su interacción con el ecosistema.

Añádase a ello la obvia descoordinación entre las instituciones con acciones de financiación o ejecución de la I+D y se verá que la prospectiva realizada en el Libro blanco de la acuicultura en España del año 2000, está lejos de ser transformada en acciones de potenciación de esta.

Por último, y como síntesis de la posición de los científicos respecto al futuro de la I+D destacar entre las recomendaciones recogidas por Espinosa *et al.* (2000), en su estudio, la siguiente: *"Las convocatorias de financiación de proyectos abiertas totalmente a la iniciativa libre de los investigadores parecen no responder, ya, a las inquietudes del colectivo investigador. El cambio debe producirse de forma inmediata y hacia la adopción de una fórmula mixta: las convocatorias de financiación de proyectos deben ser predefinidas según objetivos concretos que se caractericen por su interés nacional o autonómico, posibilitando, no obstante, disponer fondos complementarios destinados a una convocatoria diferenciada que permita atender la libre iniciativa de los solicitantes, con la única condición de la calidad. A partir de ahora, y cuanto antes, el esfuerzo, debe centrarse en la articulación de un sistema que sea capaz de conjugar ambas posibilidades, objetivo que requiere inexcusablemente de la participación de los científicos y del compromiso de los responsables políticos"*.

Porque las actuaciones de I+D, y de su gestión –en la que se detectan graves distorsiones respecto las necesarias incompatibilidades, renovación de personas, y exigencias respecto a la calidad investigadora de los miembros de la comisiones–, en una línea continuista con pasados planes nacionales, evi-

dencia síntomas de agotamiento e inadecuación a las necesidades actuales de la acuicultura, pero también de aquellas de las ciencias marinas. En definitiva, parece imprescindible ya romper definitivamente en la planificación y gestión de la I+D con el principio del príncipe de Lampedusa.

AGRADECIMIENTOS

A Roberto Fernández de Caleyá (+), Emilio Muñoz, y Juan Espinosa, porque gracias a su confianza se iniciaron y desarrollaron dedicaciones e interés por la planificación y la gestión de la I+D en Acuicultura y Ciencias Marinas. A J. L. Rodríguez Villanueva por sus comentarios y actualización permanente de datos y tendencias empresariales en acuicultura.

BIBLIOGRAFÍA

- Duarte, C. (coordinador) et al. (2006): *Las Ciencias y Tecnologías Marinas en España*, Informes CSIC, Madrid, 292 pp.
- Duarte, C. y J. Tintoré (1996): "La investigación en Ciencias marinas en España", *Rev. Política Científica*, MEC, 46: 11-20.
- Duarte, C., G. Parrilla, J. Tintoré y M. J. Delgado (1999): La progresiva participación española en las actividades de I+D de la Unión Europea: El ejemplo del programa "Ciencias y Tecnología Marina" (MAST III, 1994-1998), en *La investigación en Ciencias marinas en España*, Ministerio de Educación y Cultura, pp. 25-43.
- Duarte, C. (1999): "La financiación en I+D en ciencias y tecnologías marinas en España y en Europa", en *La investigación en Ciencias marinas en España*, Ministerio de Educación y Cultura, pp. 45-47.
- Duarte, C., N. Marbá y M. Holmer (2007): "Rapid domestication of marine species", *Science*, 316, 382.
- Espinosa, J., V. Díaz, U. Labarta, E. Muñoz, M. A. Toribio y A. Ruiz (1999): *La investigación y el desarrollo tecnológico de la acuicultura en España en el período 1982-1997*, Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación, 136 pp.
- J. Espinosa, V. Díaz, U. Labarta, M. A. Toribio y E. Muñoz (1999): "Evaluación de las actividades de investigación y desarrollo tecnológico en acuicultura en el período 1982-1997", *Directorio de publicaciones de investigadores españoles* (1982-1998), Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación, 445 pp.
- Fishing Partners Ltda. (2005): *Estado de situación y perspectivas de la industria de chorito*, Chile.
- Instituto de Estudios Cajamar (2006): *La acuicultura en España, situación y retos para el futuro*, Almería, Caja de Ahorros Mediterránea.
- Insua, A. y E. Tortosa (1999): "Análisis bibliométrico de la producción científica española en ciencias marinas (1981-1995)", en *La investigación en Ciencias marinas en España*, Ministerio de Educación y Cultura, pp. 49-52.
- Labarta, U. (2000): "Desarrollo e innovación empresarial en la acuicultura: Una perspectiva gallega en un contexto internacionalizado", *Documentos de Economía*, n.º 6, 74 pp., CIEF, Fundación Caixa Galicia.
- Labarta, U. (2001): "Innovación, investigación y empresas en la acuicultura española", en *Avances en el desarrollo de la acuicultura marina*, Instituto

Recibido: 13 de junio de 2007

Aceptado: 13 de julio de 2007

- de Estudios Económicos, Fundación Pedro Barrié de la Maza, ISBN: 84-89748-90-X, pp. 109-120.
- Labarta, U. (2004): "El mejillón, un paradigma bioeconómico", en U. Labarta (cd.): *Bateiros, mar, mejillón. Una perspectiva bioeconómica*, CIEF, Fundación Caixa Galicia, Santiago, pp. 15-43.
- Labarta, U. (2006): "La Acuicultura en Galicia", *A Economía Galega*, Serie Informes anuais, n.º 20, Informe 2005, Fundación Caixa Galicia, CIEF Centro de Investigación Económica y Financiera.
- Morales-Nin, B. y P. Sánchez Fernández (2004): "Scope of the Spanish Marine Sciences National Programme from 1995 to 2003", *Sci. Mar.*, 68, 299-304.
- Naylor, R. L., R. J. Goldburg, J. H. Primavera, N. Kautsky, M. C. M. Beveridge, J. Clay, C. Folke, J. Lubchenco, H. Mooney y M. Troell (2000): "Effect of aquaculture on world fish supplies", *Nature*, 405, 1017-1024.
- Tintoré, J. y P. Sánchez (1999): "El programa nacional en Ciencia y Tecnología Marinas: resultados en el período 1988-1997", en *La investigación en Ciencias marinas en España*, Ministerio de Educación y Cultura, pp. 11-23.

UXÍO LABARTA