

Actualidad y futuro de la Acuicultura Española

Coll, J.M.

Instituto Nacional Investigaciones Agrarias Alimentarias, INIA - Dpto. Biotecnología.
Crt. La Coruña, Km. 7, 28040- Madrid (España)

Resumen

La producción debida a la Acuicultura en España ha estado creciendo durante las últimas décadas gracias a una fuerte inversión en medios. A la producción anterior a 1980 de mejillones y truchas ha seguido un aumento de la Acuicultura intensiva marina sobre todo de dorada, rodaballo y lubina. Mas de 20 nuevas especies están actualmente en estudio en diferentes estados de desarrollo para llegar a una producción industrial. La evaluación de actividades de investigación y desarrollo (I+D) desde 1982 a 1999 en la Acuicultura española publicada por el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, junto con otros informes independientes permite sintetizar y discutir los hitos científicos y políticos que han ayudado avances o han causado retenciones. Los resultados obtenidos han sido posibles gracias a la financiación, formación de personal, actividades de I+D tanto del estado como de las comunidades autónomas (CCAA) y a la participación de empresas privadas en un objetivo común. Las políticas a mantener o las mejoras a introducir incluyen una mayor coordinación de todas las instituciones relacionadas con la Acuicultura, un mejor control de las enfermedades, una mayor promoción de la I+D y mantener la formación de personal a gran nivel. El grado de desarrollo obtenido, el tiempo requerido, algunos errores y algunas políticas empleadas pueden servir como experiencia y modelo para el futuro desarrollo de la Acuicultura tanto en España como en otros países.

Summary

The aquaculture in Spain has been steadily increasing during the last decades. Earlier production of mussels and rainbow trout have been followed by intensive farming of gilt head bream, turbot and sea bass. More than 20 other species are now at different stages of development. The evaluation of R+D activities during 1982 to 1999 in Spanish aquaculture by the "Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación", together with other independent reports has allowed to synthesise and discuss scientific, policy and regulatory issues that either advanced or hindered last years of development. The results obtained have required financial resources, personnel formation, research activities and private companies involvement. Improvements to be made or policies to be maintained include a higher co-ordination of all the Institutions involved in aquaculture, a more strict disease control, promoting basic and applied research interconnections and maintain a high standard in personnel formation. The degree of development obtained, the time required, some errors and some policies employed serve as experience and model for future further aquaculture development.

Situación actual de la producción por Acuicultura en España

La Acuicultura, la cría de organismos acuáticos, incluyendo peces, moluscos, crustáceos y plantas (algas) para consumo humano, ha aumentado en España durante las últimas décadas, especialmente en lo que se refiere a las especies marinas. Las especies con producciones actuales de al menos 5.000 toneladas por año, son los mejillones (*Mytilus edulis*), la trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*), la dorada (*Sparus aurata*), el rodaballo (*Psetta maxima*) y la lubina (*Dicentrarchus labrax*). Por otra parte, un nivel de producción cercano a la saturación se lleva obteniendo ya desde hace varios años en el cultivo del

mejillón (~ 200.000 toneladas por año) y de la trucha (~ 20.000 toneladas por año).

Unas pocas especies se están criando con unos niveles de producción más moderados. Por ejemplo, la producción de salmón (*Salmo salar*) se ha mantenido en unas 2000 Toneladas por año desde 1991, y no ha aumentado mas debido principalmente a la competición con la producción noruega. El cultivo de la ostra europea (*Ostrea edulis*) bajó un 36.6% de 1981 a 1991 y sigue bajando debido a problemas patológicos. Otras producciones como las almejas (*Tapes* sp), carpas (varias especies) o el cangrejo de río americano (*Procambarus clarkii*), están casi limitadas a las capturas naturales o seminaturales, debido a preferencias de consumo o a problemas ambientales (Coll, 1987 ; Coll, 1988a). La Tabla 1, muestra unas 20 especies más en las que se concentraron los proyectos de I+D durante los últimos años.

Tabla 1:Numero de proyectos de I+D por especie y organismo financiador

Especie	CICYT	UE	CCAA	JACUMAR	CDTI	PETRI	Total
Dorada (<i>Sparus auratus</i>)	28	3	22	5	2	2	62
Lubina (<i>Dicentrarchus Labrax</i>)	28	4	18	-	4	-	54
Ostra (<i>Ostrea edulis</i>)	5	3	40	3	2	-	53
Almejas (<i>Tapes</i> sp)	6	-	34	3	3	1	47
Rodaballo (<i>Psetta maxima</i>)	15	2	21	-	2	3	43
Mejillon (<i>Mytilus edulis</i>)	6	1	31	1	-	2	41
Vieiras (<i>Pecten</i> sp)	6	-	26	1	1	-	34
Denton (<i>Dentex dentex</i>)	8	-	14	9	-	2	33
Langostino (<i>Penaeus</i> sp)	7	-	8	-	4	-	19
Salmon (<i>Salmo salar</i>)	3	1	13	-	1	-	18
Anguila (<i>Anguilla anguilla</i>)	7	-	7	-	3	-	17
Lenguado (<i>Solea</i> sp)	1	-	6	3	1	3	14
Seriola (<i>Seriola</i> sp)	2	1	10	-	1	-	14
Microalgas (sp)	-	-	13	-	-	-	13
Trucha (<i>Oncorhynchus mykiss</i>)	4	2	5	-	1	-	12
Besugo (<i>Pagellus bogavaro</i>)	1	-	4	4	1	-	10
Artemia (<i>Artemia salina</i>)	4	-	6	-	-	-	10
White seabream (<i>Diplodus</i> sp)	-	-	8	2	-	-	10
Bocinegro (<i>Pagrus pagrus</i>)	2	-	-	6	-	-	8
Langosta (<i>Homarus gammarus</i>)	1	-	6	-	-	-	7
Mero (<i>Epinephelus guaza</i>)	-	-	5	2	-	-	7
Tenca (<i>Tinca tinca</i>)	3	-	-	-	-	-	3
Pulpo (<i>Octopus vulgaris</i>)	-	-	3	-	-	-	3
Datil de marl (<i>Lithophaga</i> sp)	-	-	-	2	-	-	2
Oreja de mar (<i>Haliotis tuberculata</i>)	-	-	-	2	-	-	2
Mugil (<i>Mugil</i> sp)	-	-	-	-	1	-	1
Esturion (<i>Acipenser naccarii</i>)	-	-	-	-	1	-	1

Total proyectos: 538

Producción española relativa a Europa y al Mundo

España es uno de los países del mundo que más pescado consume, llegando a importar más de 1 millón de toneladas anuales (datos de 1995). El total de la producción española en Acuicultura, actualmente de 0.25-0.3 millones de toneladas por año, es cerca del 18% de la pesca y 25% o 3% de la producción europea o del mundo, respectivamente (Bostock, 1998; Gonzalez Serrano *et al.*, 1999). La producción española representa 61.1% de los mejillones, 10.6% de la trucha arco iris, 14.5% de la dorada, 4.4% de la lubina y 84.5% del rodaballo de la producción europea (Fernández, 1999; Fernández, DeLlano, y García, 1998). La producción europea y la mundial es la misma para la dorada, la lubina y el rodaballo, mientras que España es el mayor productor de mejillón del mundo con el 32.7% del total y uno de los mayores de trucha arco iris con el 7.1%. Otras especies no son tan mayoritarias a excepción de la producción del cangrejo rojo americano que constituye el 95.1% de la producción europea y el 9.1% de la del mundo (Bostock, 1998) (Tabla 2).

Tabla 2: Importancia de las producciones españolas en relación con Europa y el mundo.

Especie	España, Tm/año	UE %	Mundo %
Mejillón	249.441	61.1	32.7
Trucha	25.000	10.6	7.1
Dorada	4.700	14.5	14.5
Cangrejo de río	2.200	95.1	9.1
Rodaballo	2.189	84.5	84.5
Lubina	900	4.4	4.4
Almeja	562	51.3	0.001
Anguila	249	3.0	3.0
Vieiras	207	47.8	0.0002
Atún	77	100.	3.7
Seriola	1	100.	0.000006

La comparación se hizo con datos de 1996 (Bostock, 1998).

Atún (*Thunnus thunnus*). Otros nombres igual que en Tabla 1.

Impacto económico en España

Los mercados para productos frescos relacionados con el pescado siempre han sido altos en España, con un consumo per capita de 32.8 Kg por año (comparados con 14.4 Kg por año en el mundo) (Bostock, 1998). La disminución de la pesca tradicional y los problemas de la restricción de 1 km alrededor de las costas primero y de los caladeros después están ayudando a un aumento de la demanda de productos de piscifactoría. Una primera estimación del impacto económico de la producción por acuicultura en España en valor como alimento humano, es de unos 300 millones de euros, de los que 100 millones corresponden al mejillón (Comisión, 1994). Además esta producción de alimento indirectamente mueve un mercado de piensos (aditivos, pigmentos, proteína de semillas, etc.) y de productos sanitarios (desinfectantes, antibióticos, vacunas, etc.). Por ejemplo, para una conversión óptima de 1:1 (peso seco pienso: peso húmedo de pez) los niveles actuales de necesidad de piensos para producción piscícola en España se estiman en, al menos, 40000 Toneladas de por año. La estimación de necesidades de productos sanitarios y

otras están todavía por realizar.

Regulaciones y Leyes que permitieron el desarrollo en Acuicultura

Antes de los 80, la Acuicultura española se inició a través de empresas locales, la mayoría de las veces familiares. Estas iniciativas causaron un desarrollo importante de la acuicultura de fuentes naturales (mejillón) o de tecnología importada (trucha arco iris) que después se consolidaron como las industrias que pueden verse actualmente. Una lista completa de las primeras legislaciones que permitieron y ordenaron estos desarrollos se encuentra excelentemente recopilada por Kirchner (Kirchner, 1983).

Más adelante, se puso el énfasis en inversiones en I+D para desarrollar tecnología española y para transferirla a la empresa (Tabla 3).

Tabla 3: Organismos financieros de la Acuicultura en España
(Espinosa de los Monteros *et al.*, 1999)

Organismos	Programas	Proyectos
CICYT (ANEP)	Especial: 1982-1996 Formación: 1984-1987 +	Investigación +
	Nacional y Sectorial (INIA) 1988-1999 +	Estructuras ++
	PETRI: 1988-1999	Formación
EU	FAR: 1988-1992 AIR: 1991-1994 AIR: 1994-1998	Investigación
	Nacional: 1988-1998 +	Investigación
SGPM+JACUMAR	IEO	
CCAA	Regional	Investigación
CDTI	Especial: 1982-1986 +	Desarrollo
	Nacional: 1988-1999	
EMPRESAS	Privado	Desarrollo

CICYT, Comisión Interministerial Ciencia y Tecnología.
ANEP, Agencia Nacional Evaluación Prospectiva.
CDTI, Centro Desarrollo Tecnológico Industrial.
SGPM, Secretaría General Pesca Marítima.
JACUMAR, Junta Nacional Asesora Cultivos Marinos.
CCAA, Consejerías Comunidades Autónomas.
EU, European Union.
PETRI, Programa Estímulo Transferencia Resultados Investigación.
IEO, Instituto Español Oceanográfico.
INIA, Instituto Nacional Investigaciones Agrarias y Alimentarias.

En 1982 se diseñó un primer programa especial de I+D en Acuicultura. En 1986 la nueva Ley de la Ciencia (Ley de Fomento y Coordinación de la Investigación Científica y Técnica) tuvo también un impacto en la Acuicultura. En 1988, después de la incorporación de España a la Unión Europea, se llevó a cabo el primer Plan Nacional de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico que contenía el subprograma Plan de Cultivos Marinos. Desde entonces nuevos Planes Nacionales de I+ D se han diseñado periódicamente con diferentes nombres: Programa Nacional de Recursos Marinos y Acuicultura (1988-1991) y Programa Nacional de Ciencia y Tecnología Marinas (1996-

1999). Complementarios a estos planes, se desarrollaron : el Programa de Estímulo para la Transferencia de Resultados de la Investigación (1988-1999), para estimular la transferencia de las nuevas tecnologías desarrolladas a la industria y el Programa para la Dotación de Infraestructuras (1988-1999) para crear o completar las estructuras necesarias en los Centros de I+D. Además y como consecuencia de la pertenencia a la UE, los científicos españoles comenzaron a participar en proyectos de I+D comunitarios donde se ha conseguido una fuerte participación.

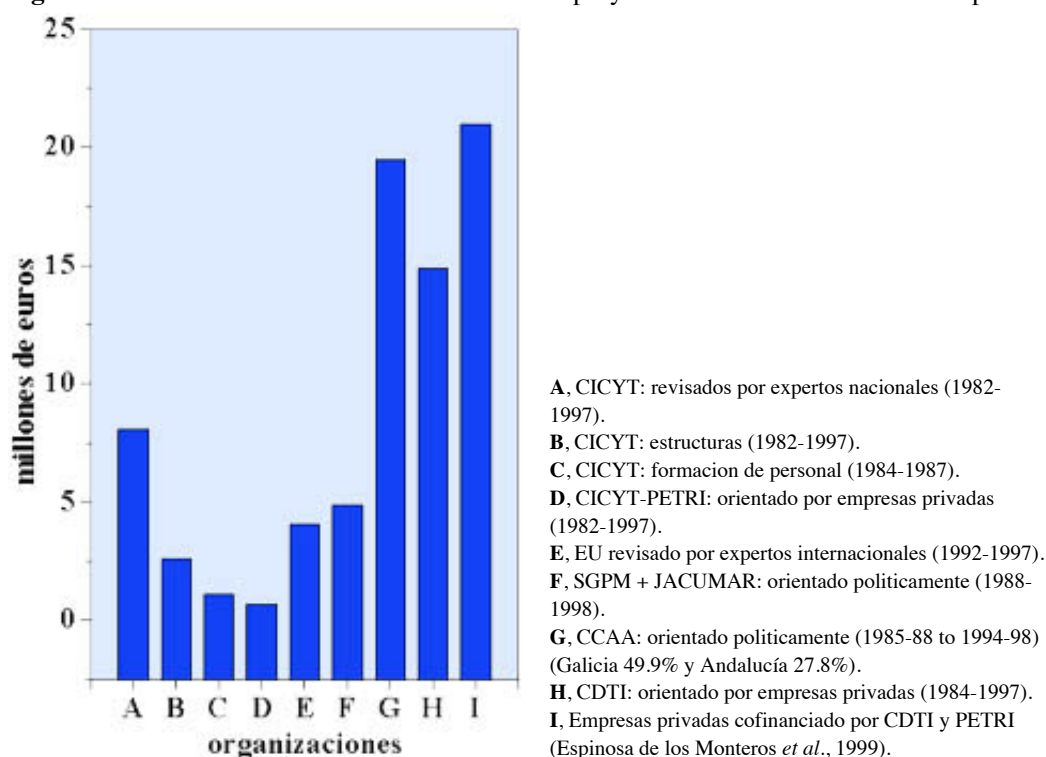
Fuentes de financiación

Como resultado de las regulaciones mencionadas, la I+D en Acuicultura española recibió un flujo de financiación sin precedentes . Debido a la estructura administrativa que divide el estado español en Comunidades Autónomas (CC AA), 2 fuentes independientes han financiado la Acuicultura: el Estado y las CC AA.

En total más de 70 millones de euros se han gastado en estas 2 décadas en Acuicultura (Espinosa de los Monteros *et al.*, 1999). La CICYT y el INIA financiaron el 23.9% de la I+D y proyectos estructurales sometidos a revisión por paneles de expertos de la Agencia Nacional de Evaluación y Prospectiva (ANEP), organismo estatal independiente.

A través de los programas CICYT-PETRI también se financió la transferencia de resultados de los Centros de I+D a las empresas privadas. El SGPM + JACUMAR y las CC AA propusieron y financiaron 47.2% de proyectos I+D a llevar a cabo en los Centros de investigación dependientes de las CC AA. El CDTI cofinanció un 28.9% los proyectos de I +D propuestos por las empresas privadas en colaboración con Centros públicos de investigación (Tabla 3 y Figura 1). En algunas CC AA, la CICYT y el CDTI cofinanciaron proyectos junto con la UE (fondos FEDER, Fondo Europeo de Desarrollo Regional).

Figura 1: Distribución de la inversión en euros en proyectos I+D en Acuicultura en España



La estructura de financiación mencionada, vigente en la actualidad, tiene la ventaja de que considera necesidades tanto generales como locales, implicando al Estado y a las CC AA. Además no sólo financia proyectos I+D sino también transferencia de resultados a la empresa, necesidades de infraestructura, etc. Sin embargo, esta estructura de financiación ha generado también una falta de coordinación entre los Centros de I+D, del Estado y las CC AA causando una menor eficiencia en el uso de la financiación, según los resultados analizados a posteriori en las evaluaciones finales (González Serrano *et al.*, 1999).

Un Organismo que coordinara o en el que participaran todos, Estado, CC AA, Centros de I+D y empresas privadas, probablemente podría mejorar el uso de los medios en el futuro.

Impacto de la investigación supervisada por expertos

Los Organismos que financiaron investigación supervisada por expertos mediante un procedimiento competitivo y libre fueron: la CICYT (Planes Nacionales y Especiales), el INIA (Plan Sectorial en Patología) y la UE (programas FAR, AIR y FAIR, principalmente). La CICYT financió un total de 166 proyectos con un 50.5% de rechazo desde 1982 a 1997. En orden de importancia los proyectos se enfocaron a patología, nutrición, técnicas de cultivo, reproducción, hatchery, alimentación, fisiología, virología y genética. Los Centros de investigación colaboraron con empresas privadas en 17 proyectos PETRI (Espinosa de los Monteros *et al.*, 1999). Durante 1992 a 1997 la UE financió un total de 27 proyectos con la participación de al menos 1 laboratorio español (Figura 1).

La I+D se realizó principalmente en Centros estatales y de las CCAA. Los Centros estatales fueron el CSIC (Consejo Superior de Investigaciones Científicas), el IEO (Instituto Español Oceanográfico), el INIA (Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias y Alimentarias) y las Universidades. Los principales Centros de I+D con dedicación a Acuicultura se muestran en la Figura 2. Esta dedicación supuso unos 100 científicos en Centros I+D y unos 150 en las Universidades (45 Departamentos). Los centros de I+D en el Noroeste (Galicia) estudiaron preferentemente moluscos, salmón, rodaballo y trucha, mientras que los Centros continentales de I+D se enfocaron principalmente a patología de trucha y los de la costa mediterránea a la dorada y lubina. Sin embargo, el impacto de toda esta altamente cualificada investigación en la industria no ha sido todo lo importante que se esperaba. Una posible explicación de este hecho es la diferente motivación que separa estas dos actividades. Así, mientras que los científicos necesitan publicar para su promoción, la industria requiere mayor discreción para evitar competencia. Hacer converger estos divergentes puntos de vista probablemente corregiría algo de la desviación observada.

Figura 2: Situación geográfica de los centros más importantes de I+D en Acuicultura en España.



- La parte amarilla es donde se localizan la mayoría de las piscifactorías de trucha.
- Los mejillones y el rodaballo se cultivan principalmente en Galicia (Noroeste) y la dorada y lubina en las costas del Mediterráneo (Costa este).
- La barra horizontal es de unos 100 Km.
- Los centros I+D por localidades son: Cádiz (CSIC), Málaga (IEO), Cádiz y Huelva (CCAA), Gijón (CCAA), Baleares (IEO, CCAA), Canarias (IEO, CCAA), Santyer (IEO), Cataluña (CSIC, CCAA), Galicia (CSIC, IEO, CCAA), Murcia (IEO, CCAA), País Vasco (CCAA), Valencia (CSIC, CCAA) y Madrid (CSIC, INIA).
- ●, CSIC; ■, IEO; ○, CCAA; ▲, INIA; △, Universidades.

Impacto de la investigación en las Comunidades Autónomas (CCAA)

Los proyectos I+D financiados por las CCAA se seleccionaron preferentemente en base a intereses políticos, sociales o locales. Además, algunas CCAA mandan sus proyectos a evaluar por la ANEP para así disponer de una valoración independiente y científica antes de tomar una decisión final basada generalmente en otros criterios. Otras CCAA aplican el criterio de no financiar más que a grupos consolidados que ya han demostrado su productividad a lo largo de su historia.

Entre las CCAA, Galicia fue la que invirtió más en I+D en Acuicultura con un 49.9%, seguida por Andalucía con un 27.8% y el resto distribuido entre Cataluña, Baleares, Asturias y Valencia (Espinosa de los Monteros *et al.*, 1999 1952). La ventaja que tiene este sistema es la gran diversidad de proyectos generados (Tabla 1) lo que permite a cada CCAA enfocar sus problemas locales con una mayor eficacia, sin embargo, la falta de coordinación entre CCAA y el estado causa también duplicaciones innecesarias de algunos trabajos.

Contribución de las empresas privadas.

Cerca de 3.500 bateas pertenecientes a unas 40 empresas privadas producen la mayoría del mejillón en Galicia (Camacho, Roman, y Fuentes, 1991). Están organizados en OPMEGA (Organización de Productores de Mejillón de Galicia) y generan unos 10.000 empleos directos (Kirchner, 1983).>

La producción de trucha se distribuye entre 6 grandes empresas y más de 150 pequeñas empresas, todas situadas en el Norte-Centro de España (Figura 2). Están organizadas en la OPP (Organización de Productos Piscicultores) y la

OPAC (Organización de Productores de Acuicultura Continental) (Cachafeiro, 1995).

Alrededor del 19% de las empresas privadas dedicadas a la piscicultura marina pertenecen a empresas multinacionales. Por ejemplo, en 1997, el 70% de la producción de rodaballo pertenecía a una empresa Noruega (Bostock, 1998). La mayoría de estas empresas se organizaron a partir de 1987 y por lo tanto son muy modernas. Están organizadas en APROMAR (Asociación Empresarial de Productores de Cultivos Marinos de España). De acuerdo con estimaciones recientes, 56.5% de estas empresas se dedican a la dorada, lubina y/o rodaballo, mientras que el 26.1% crían trucha en agua salada y el 17.4% ostras y almejas. En las costas mediterráneas más de 40 granjas se dedican a dorada y/o lubina (Fernández, 1999 ; Vergara, 2000) y en Galicia unas 10 granjas se dedican a rodaballo (Fernández, DeLlano, y García, 1998). Debido a la alta tecnología de cría intensiva que manejan, utilizan hasta un 10% de personal altamente cualificado. Se observa además una tendencia a la especialización con respecto a la fase de cultivo. Por ejemplo, algunas empresas se dedican a producir semilla (hatchery), mientras que otras se especializan en engorde hasta el tamaño de mercado, otras en distribución, etc.

El pequeño tamaño de la mayoría de estas empresas ha hecho que su participación en I+D haya sido escasa con la excepción de algunas de trucha y las multinacionales (en este último caso debido a que tienen sus propios centros de I+D en el país matriz). En los casos en que se desarrolló una I+D, esta se dirigió a mejorar la productividad, las instalaciones y/o la calidad del producto. Aunque casi no ha habido esfuerzos dedicados a la apertura de nuevos mercados o a la promoción de nuevos productos, el FROM (Fondo de Regulación de Organización de Mercados) organizó campañas para el consumidor por valor de casi 1 millón de euros en 1999 (González Serrano *et al.*, 1999 1950). Estas campañas u otras semejantes deberían de implementarse para favorecer el desarrollo de la Acuicultura.>

El IFOP (instrumento Financiero para Orientación de la Pesca) también ha ayudado y financiado la exportación y la modernización de estructuras en algunas empresas privadas.

Sólo un 10% de las empresas que han desarrollado I+D lo han hecho con ayuda de las organizaciones financieras examinadas con anterioridad. Esta pequeña participación parece haber sido debida al alto coste de la I+D, al largo tiempo que hay que dedicar a estas actividades y/o a las diferencias de interés con los centros de investigación que se han mencionado anteriormente.>

La industria de la Acuicultura pide una mayor participación en el diseño de los Planes Nacionales y una clarificación de la regulación de las políticas sanitarias (uso de productos terapéuticos, control de enfermedades infecciosas, necesidad de personal cualificado, etc.). Algunas empresas de piensos cubren actualmente estas necesidades ofreciendo servicios complementarios y consejo en el manejo de enfermedades, ahora bien, son pocas y multinacionales.

Formación de personal y redes de comunicación

La formación de personal cualificado o especializado en Acuicultura es difícil de cuantificar debido a que mucho personal se especializa actualmente en distintas Universidades. Durante 1984-1987 se desarrolló un programa piloto

tipo master para preparar a 36 personas (PFTSA, Plan de Formación de Técnicos Superiores de Acuicultura). Después de una selección y de una formación teórica se distribuyeron entre 18 Centros de I+D y 4 empresas privadas durante 1 año y finalmente realizaron una estancia de otro año en 21 Centros de I+D extranjeros. La mayoría de este personal ha sido absorbido rápidamente por Centros de investigación, empresas privadas, Universidades y oficinas de la UE. Este programa piloto orientado estatalmente fue un éxito sin precedentes. No se ha vuelto a repetir.

Fue alrededor de esos mismos años cuando el CSIC organizó una Biblioteca centralizada en Madrid. El CDA (Centro de Documentación en Acuicultura) tiene acceso a servicios de documentación alrededor de todo el mundo y una colección importante de libros y revistas de Acuicultura. El CDA ha sido una ayuda inestimable para el desarrollo de la Acuicultura en España.

Casi al mismo tiempo, en 1985, se comenzaron los Congresos Nacionales de Acuicultura que cada 2 años reúnen a todos los implicados en I+D en diferentes localidades en España. Estas reuniones formales han tenido un impacto importante en el progreso de la investigación acuícola en España sirviendo de cauce a un mayor intercambio de ideas y como ventana de observación a las empresas del sector, vigilando desarrollos, nuevas metodologías, selección de personal, etc. Sin embargo, el uso de distintas lenguas locales ha significado una complicación innecesaria que podría fácilmente resolverse si se estableciera un solo idioma para favorecer la comunicación.>

Un primer foro escrito para intercambio de ideas y para comunicar los progresos tanto en ciencia como en industria se intentó por primera vez en 1986 con la revista "Aquacultura" que sobrevivió unos pocos años. La Universidad de Zaragoza en 1997 fundó el medio de comunicación electrónico que estamos usando ahora y que tiene un importante eco divulgativo no sólo en España, sino también en Hispano América

Necesidad de más desarrollo en áreas tecnológicas

Durante los últimos 50 años muchos problemas tecnológicos para la cría de distintas especies se han solventado (Coll, 1983). Para discutir brevemente aquellas que todavía permanecen, se podrían agrupar en producción de alevines, de piensos secos y problemas de enfermedades (Comisión, 1994; Gonzalez Serrano *et al.*, 1999).

La producción de alevines o semillas es donde empieza la acuicultura intensiva y controlada. En trucha, por ejemplo, sólo existe una empresa española que produce unos 65 millones de huevos por año. Sin embargo, se necesitan más de 100 millones de huevos para obtener la producción actual y el resto se tiene que importar. De manera similar, la mayoría de las semillas de ostra que se engordan en Galicia se tienen que importar desde otros países (Coll, 1989). Debido a que no se toman controles de sanidad adecuados, estas prácticas significan un riesgo de introducción de nuevas enfermedades. Al contrario, el cultivo de especies marinas, al estar apoyado por tecnología propia, no sólo atiende las necesidades españolas, sino que también permite la exportación a otros países mediterráneos (Coll, 1988b; Vergara, 2000).

Uno de los cuellos de botella más importantes para la cría de nuevas especies es la necesidad de piensos secos específicos para cada especie. A algunos peces

carnívoros se les alimenta con otros peces congelados de menor importancia económica, pero si la escala de producción aumenta, son necesarios los piensos secos. Para desarrollar un pienso seco es necesario incorporar todos los requerimientos nutricionales para la especie y el momento de desarrollo específico ya que de otra manera el ritmo de crecimiento y/o la susceptibilidad a las enfermedades quedan afectados. Un ejemplo de estos problemas tuvo lugar a comienzos de la cría del rodaballo que exhibía problemas de pigmentación que se solventaron después de años de investigación. En el área del diseño de piensos es poco lo que se investiga en España. La experimentación en estos temas requiere la cooperación de empresas durante largos periodos de tiempo y altas inversiones. Esta clase de I+D está relacionada con la de nuevas especies (Tabla 1) y la de selección genética por adaptación a piensos prediseñados y optimización de la velocidad de crecimiento.

Cuando especies nuevas se producen y crían en acuicultura intensiva, viejas y nuevas enfermedades aparecen. Respecto a las enfermedades de peces, España es uno de los pocos países europeos que han resultado libres de rabdovirus según un reciente trabajo (Coll, 1999; Olesen, Ariel, y Slierendrecht, 1998). Esta situación sanitaria tiene más que ver con las altas temperaturas existentes en España más que a la existencia de políticas sanitarias desarrolladas para controlar la enfermedad. El birnavirus IPN sin embargo, se encontró en un 11.8% de las piscifactorías de trucha. Enfermedades bacterianas tales como las producidas por estreptococos, *Yersinia* y *Vibrio*, también están relativamente extendidas.

Hasta ahora no se han detectado enfermedades muy importantes o con alta incidencia económica en el cultivo de especies marinas. Por ejemplo, aunque se ha aislado aquareovirus del rodaballo (Ledo *et al.*, 1990), y linfocistis en dorada (Basurco *et al.*, 1990), ninguna de estas especies es económicamente importante. Actualmente sólo existen 2 laboratorios de referencia de enfermedades: uno de moluscos (CSIC, en Vigo) y otro de peces (CC AA en Algete, Madrid). Debido a que las regulaciones europeas (Council Regulation EEC/2377/90) están forzando a restringir el rango de antibióticos autorizados para usar en piscifactorías, debe hacerse un énfasis en desarrollar nuevos métodos de prevención, tales como vacunas, mejora de la calidad nutricional, tests de diagnóstico rápidos, selección de especies resistentes a enfermedades, etc. Las empresas también necesitarían alguna compensación por pérdidas debidas a desinfecciones totales o a pérdidas masivas debidas a enfermedades devastadoras.

Necesidad de más desarrollo en otras áreas

Todavía hay capacidad de una mayor producción, debido a que la máxima capacidad de producción que permite la costa española se ha estimado en unas 600.000 Tm/año (Arnal, 1980#1954) y que al menos el 50% de las CCAA con costas todavía no han desarrollado su potencial de cultivos marinos. Para obtener esa máxima diana todavía hay que resolver algunos problemas (González Serrano *et al.*, 1999).

Muchas de las recomendaciones hechas por las empresas claman por un único criterio en todas las CCAA respecto a la evaluación de proyectos de I+D, al control de resultados y a la planificación de usos de las aguas, tanto

continentales cómo marinas. Una mayor coordinación entre los proyectos seleccionados por expertos y los orientados políticamente, probablemente aumentaría su impacto y mantendría localmente enfocadas las posibles soluciones a los problemas.

Un punto muy importante es la necesidad de personal de I+D con alta especialización para la industria. Sería necesario promover un programa anual para preparar gente especializada. Por otra parte, los investigadores necesitan incentivos para aumentar la aplicación de su I+D, tales como una mayor valoración en su curriculum, participación en salarios, etc.. Un aumento del número de investigadores sería también bienvenido.

El estudio de alternativas al uso de los peces cultivados para consumo humano, tales cómo la producción y extracción de productos farmacéuticos o proteínas humanas de valor clínico, sería una posible solución para aquellas especies con un mercado ya saturado (manipulación de peces como biofactorías de productos farmacéuticos). Por ejemplo, el cultivo del mejillón ha sufrido problemas de medio ambiente que han producido fluctuaciones en la producción y aunque con una mejora de la gestión y regulación se puede estabilizar esta industria, no se puede anticipar un futuro de crecimiento (Camacho, Roman, y Fuentes, 1991) si ninguna otra innovación, tal como la mencionada, se lleva a cabo.

De acuerdo con las empresas, la creación de una oficina única para la obtención de la gran cantidad y diversidad de permisos (CC AA, estatales, uso del agua, medio ambiente, etc.) que necesita una empresa para comenzar a funcionar, resultaría en una simplificación y facilitación del establecimiento y del funcionamiento de más empresas. Una mejora del conocimiento de las peculiaridades de las empresas de este sector (gran inversión inicial, costes altos de seguros, peculiaridades de los impuestos, etc.) por las entidades financieras, también contribuiría a una mejor operatividad (González Serrano *et al.*, 1999).

Los estudios de mercado coinciden en la predicción de un 20% de crecimiento anual mundial de este sector, lo que sólo será posible con una continúa y sustancial inversión en I+D (Bostock, 1998). España no debe quedar al margen de este crecimiento.

Agradecimientos

Se agradece la ayuda en la mecanografía de J.P. Coll. Este trabajo se ha realizado mientras la investigación del autor está financiada por el programa FAIR de la EU, proyectos CT984003 y CT984398 y el proyecto sectorial SC0046 del INIA.

Bibliografía

- **Arnal, J. I.** (1980). Posibilidades de la Acuicultura en el litoral español. *Beca Rumasa de investigación. ed Analisis economicos S.A.* **1**,1-337.
- **Basurco, B., Marcotegui, M. A., Rueda, A., Tiana, A., Castellanos, A., Tarazona, J. V., y Muñoz, M. J.** (1990). First report on lymphocystis disease in *Sparus aurata* (Linnaeus in Spain). *Bulletin European Association Fish Pathology* **10**,71-73.

- **Bostock, J.** (1998). Animal pharm's complete guide to aquaculture. *Animal Pharm's reports of University of Stirling. Institute of Aquaculture. PJB publications Ltd.* **1**,1-229.
- **Cachafeiro, M.C.** (1995). *La trucha. Cria industrial* Ed. MundiPrensa, Spain, 503.
- **Camacho, P. A., Roman, G., y Fuentes, J.** (1991). Mussel culture in Galicia. *Aquaculture* **94**,263-278.
- **Coll, J. M.** (1983). *Acuicultura Marina Animal*, 670. Ed MundiPrensa, España .
- **Coll, J. M.** (1987). Cría del Cangrejo de Río, 164. Ed Omega, España
- **Coll, J. M.** (1988a). El Cultivo controlado de cangrejos de río. *Revista Latinoamericana de Acuicultura* **35**,26-30.
- **Coll, J. M.** (1988b). La Acuicultura Española. *Tecnología XXI* **7**,2-5.
- **Coll, J. M.** (1989). Estudio comparado de instalaciones en Acuicultura, 127 pags. Monografías del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación
- **Coll, J. M.** (1999). Prevalencia de las rabdovirosis en la Acuicultura Europea. *AquaTIC* **6**, <http://aquatic.unizar.es/n2/art602/rabdoUE.htm>
- **Comisión.** (1994). La investigacion Europea en Acuicultura. Balance y perspectivas. *Informe de la Comisión Europea* **258**,1-30.
- **Espinosa de los Monteros, J., Diaz, V. B., Labarta, U. F., Muñoz, E. R., Toribio, M. A. T., y Ruiz, A. M.** (1999). Evaluación de las actividades de investigación y desarrollo tecnológico en acuicultura en el periodo 1982/1997. *Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación*. **1**, 1-136.
- **Fernández, C.** (1999). Estado actual y perspectivas futuras del mercado de la dorada y lubina, España y Portugal. *Documentos Trouw España* **2**,10.
- **Fernández, J. C., de Llano, E., y García, P.** (1998). Situacion actual del cultivo de rodaballo en Galicia. *Foro dos recursos Mariños e Acuicultura. O Grove*.
- **Gonzalez Serrano, J. L., Delgado, J. N., Torrent, F. B., Ortega, R. L., Mediavilla, M. G., Ortiz, A. L., Ramirez, A. D., Molina, A. G., y Claver, I. F.** (1999). Conclusiones del borrador del libro blanco de la Acuicultura en España. *Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación* **1**,1-96.
- **Kirchner, J. V.** (1983). La cartilla del marcultor. *Secretaria General Pesca Maritima* -,238.
- **Ledo, A., Lupiani, B., Dopazo, C. P., Toranzo, A. E., y Barja, J. L.** (1990). Fish viral infections in northwest of Spain. *Microbiologia* **6**,21-29.
- **Olesen, N. J., Ariel, E., y Slierendrecht, W.** (1998). Report of the second annual meeting of EU National Reference Laboratories for Fish Diseases. *Bruxelles,Belgium. Sept 15-16*, 21.
- **Vergara, J. M. M.** (2000). Consideraciones socio-economicas sobre el momento actual de la acuicultura marina en España. *AquaTIC*, **10**,1-11 <http://aquatic.unizar.es/n2/art1006/gia.htm>.