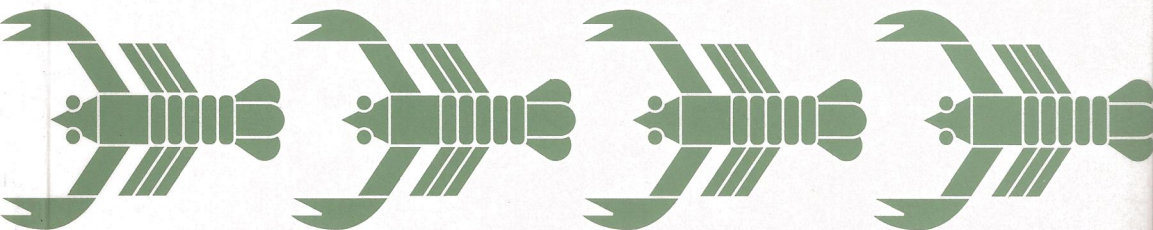
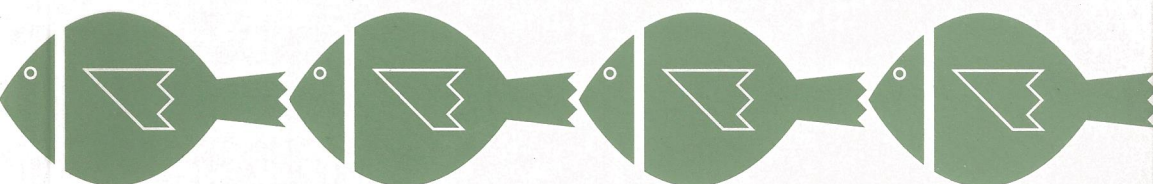
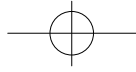
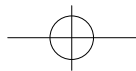
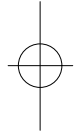
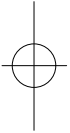


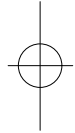
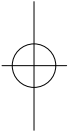
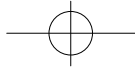
**ACUICULTURA**





DOCUMENTOS  
COTEC SOBRE  
NECESIDADES  
TECNOLÓGICAS

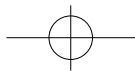




Primera edición:  
Septiembre, 1999

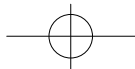
Depósito legal: M. 40.410-1999

Imprime:  
Gráficas Arias Montano, S. A.

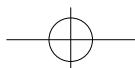
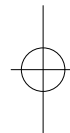


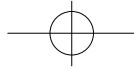


Presentación .....	5
1. Introducción .....	9
1.1. Conceptos básicos .....	9
1.2. Evolución reciente del sector pesquero español .....	10
1.3. Historia de la acuicultura española ....	11
1.4. La acuicultura en otros países .....	14
1.5. Mercado español de pescado fresco ..	16
2. Sectores afectados .....	19
2.1. Sector acuícola tradicional en aguas continentales y marinas.....	19
2.2. Sector de la pesca .....	19
2.3. Industrias auxiliares del sector naval... ..	20
2.4. Fabricantes de pienso.....	20
2.5. Sector de la distribución y transformación de productos pesqueros .....	21
2.6. Sector turístico .....	21
2.7. Sector de gestión del medio natural ..	22
3. Estado actual de la tecnología .....	23
3.1. Tecnologías para el conocimiento y manejo del medio acuático .....	23
3.2. Biotecnología en la producción de la acuicultura .....	32
3.3. Optimización de las tecnologías de producción en acuicultura (reducción de costos sin afectar la calidad final ni la seguridad del ciclo productivo) .....	45
3.4. Aplicación de nuevas tecnologías en la comercialización de los productos de la acuicultura .....	64
4. Riesgos y retos tecnológicos para el futuro	



desarrollo .....	77
5. Líneas de I+D que potenciarán un crecimiento ordenado y sostenible del sector .....	81
6. Líneas de ayuda a las inversiones y a la I+D en la acuicultura .....	85
7. Asociaciones empresariales de la acuicultura .....	89
8. Centros públicos de I+D relacionados con la acuicultura .....	93





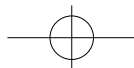
## PRESENTACIÓN

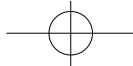
La Fundación Cotec para la Innovación Tecnológica en cumplimiento con su objetivo de contribuir al desarrollo tecnológico del sistema productivo español, organiza regularmente sesiones para la identificación de necesidades tecnológicas en sectores diversos.

Con estas sesiones se trata de conocer las amenazas y las oportunidades de carácter tecnológico con que se enfrenta un sector industrial determinado, así como las principales líneas de I+D que permitan mejorar la competitividad de ese sector.

En ellas, la Fundación Cotec reúne a grupos restringidos de expertos de la industria y a investigadores de centros de I+D, especialmente cualificados dentro del sector, para que analicen la situación tecnológica del mismo, e identifiquen sus necesidades tecnológicas más prioritarias para hacer frente a las exigencias del mercado. Asimismo, el conocimiento que unos y otros tienen de la comunidad científica española les faculta para inventariar la capacidad de I+D que puede incidir sobre el sector.

En esta ocasión, la Fundación Cotec ofrece el resultado de la sesión dedicada a la acuicultura, que tuvo lugar en Madrid



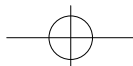
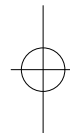


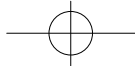
el día 28 de abril de 1999, en la sede la Cotec.

La sesión contó con la colaboración de un equipo de investigadores y expertos empresariales coordinados por D. Fernando Torrent, de Aguaviva Azul S.L., que preparó y coordinó el material de esta publicación.

La iniciativa de Cotec ha contado desde su inicio con el apoyo y la ayuda inestimable de la Secretaría General de Pesca Marítima, que facilitó los expertos y posibilitó la organización de la sesión mantenida. Asimismo, el presente documento forma parte del Libro Blanco de la Acuicultura en España, promovido por la citada Secretaría General de Pesca.

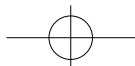
La Fundación Cotec quiere dejar constancia de su agradecimiento al coordinador y a los demás participantes en la sesión, sin cuyas numerosas aportaciones este documento no hubiera tenido su actual enfoque, y a D. Samuel Juárez Casado, Secretario General de Pesca Marítima por su colaboración.



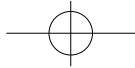


Participantes en la Sesión Cotec  
sobre Acuicultura

- D. Joan Baró.  
TRUCHAS DEL SEGRE, S.A.
- D. Rodolfo Barreta Orozco.  
VALENCIANA DE ACUICULTURA, S.A.
- D. Antonio Bode Riestra.  
CYTMAR. IEO DE LA CORUÑA.
- D. Luis Cabello.  
COREMAR.
- Dña. Gema Chicharro Santos.  
AGROSEGURO, S.A.
- D. Sergio Devesa.  
SUN FISH, Proyecto España.
- D. Juan Espinosa de los Monteros.  
CSIC.
- D. Manuel Roberto García.  
ANFACO.
- D. José Luis González.  
SECRETARÍA GENERAL DE PESCA MARÍTIMA.
- Dña. Susana González Sagarra.  
FUNDACIÓN ENTORNO.
- D. Nabil Kahyat.  
CDTI.
- D. Ricardo La Porte Ríos.  
APROMAR.
- D. Gustavo Larrazábal.  
APROMAR.



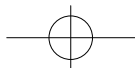


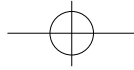


- D. Francisco López Saavedra.  
OPOGA de Productos de Ostra de Galicia.
- D. Manuel Núñez.  
INIA.
- D. Joaquín Riveiro.  
CONSELLO REGULADOR DEL MEJILLÓN.
- D. Juan Rodríguez.  
CORELSA.
- D. Raúl Rodríguez Sáinz-Rozas.  
ORGANIZACIÓN PRODUCTORES PSICULTORES OPP  
22.
- D. Manuel Zahera.  
FUNDACIÓN COTEC.

Coordinador:

- D. Fernando Torrent.  
AGUA VIVA AZUL, S.L





# 1

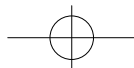
## INTRODUCCIÓN

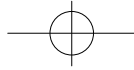
### 1.1. CONCEPTOS BÁSICOS

La acuicultura en su sentido más amplio es la actividad humana que maneja e interviene en los ecosistemas acuáticos, para mejorar la producción de las especies acuáticas de interés para el hombre.

La acuicultura española, excluyendo el marisqueo, en 1998 ha facturado cerca de 35.000 millones de pesetas.

La acuicultura está alcanzando mundialmente un desarrollo espectacular, constituyendo el sector de más rápido crecimiento dentro de la agricultura. Las capturas procedentes de la pesca, se considera que han alcanzado su tope máximo, e incluso Greenpeace señala en su informe de noviembre de 1998 que el 70% de las pesquerías del mundo están a punto de agotarse y están en 86,3 millones de toneladas. La acuicultura contribuyó, incluyendo algas, en 1996 con una producción de 34,1 millones de toneladas, suponiendo una contribución al consumo mundial de productos pesqueros del 23%. La acuicultura en 1987 tuvo una cosecha de 15,7 millones de toneladas, por lo que en el período transcurrido hasta 1996, se ha producido un incremento del 148%, según datos de FAO (1998). Esta tendencia tiene que mantenerse o subir, para mantener los actuales niveles de consumo de productos pesqueros, pues la población





mundial sigue su aumento geométrico.

La producción de la acuicultura comprende:

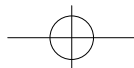
- c Peces.
- c Moluscos.
- c Crustáceos.
- c Algas.
- c Otros.

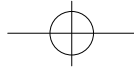
## 1.2. EVOLUCIÓN RECIENTE DEL SECTOR PESQUERO ESPAÑOL

España se caracteriza por tener un enorme litoral, con importantes núcleos urbanos en la costa. Existe desde tiempos muy antiguos una gran dependencia del mar, con una gran tradición pesquera y con una cultura de consumo de productos pesqueros muy importantes.

El pescado es un producto muy perecedero y, para poder consumirlo fuera de los núcleos de la costa, se ha precisado de técnicas de conservación adecuadas, especialmente cuando no existían los medios de transporte actuales. En la antigüedad, se utilizaban los salazones, el secado, el escabeche, el ahumado... Más recientemente, en el siglo pasado cuando se descubrió la esterilización por calor, y se mejoraron los envases, se empezó la fabricación de conservas, que supusieron una enorme fuente de riqueza para el litoral, lo que permitió comercializar los recursos pesqueros en toda España.

Las actuales tecnologías de transporte y conservación, han revolucionado el mercado, pues no hay en la actualidad fronteras ni distancias, que impidan el movimiento de los productos pesqueros de precio suficientemente elevado, en todo el mundo. Esto no sólo ocurre en congelados, sino que existen productos frescos





que se transportan a países lejanos, siendo bien conocido el caso de las exportaciones de atún rojo a Japón, o las importaciones masivas de merluza chilena en fresco a España.

La cultura de consumo de pescado fresco en toda España se incrementó significativamente en los años sesenta, cuando el despegue económico impulsó un nuevo modelo de alimentación, y se generalizó el consumo de pescado fresco de calidad en todo el país. Se creó una red de distribución de pescado fresco que llegaba a todos los puntos, que hoy persiste, lo que permite transportar con costo mínimo el producto en perfectas condiciones a cualquier ciudad española, distribución que no existía en ningún país de nuestro entorno.

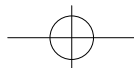
En el año 1977, con la entrada en vigor de las zonas económicas exclusivas, y la ampliación de los límites de las aguas territoriales a las 200 millas, se produjeron importantes variaciones en todo el sector pesquero.

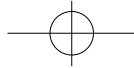
### 1.3. HISTORIA DE LA ACUICULTURA ESPAÑOLA

En los años ochenta, España contaba con un enorme mercado de pescado, que, dada la nueva situación internacional que limitaba los caladeros tradicionalmente utilizados por nuestra flota, hacía pensar en que se presentarían problemas de desabastecimiento en el futuro inmediato. Por ello se vio la necesidad de buscar nuevas estrategias para solventar esta nueva situación.

Se pusieron grandes esperanzas en la acuicultura como posible solución, ya que se desarrollaría dentro de las aguas jurisdiccionales españolas, y podría ayudar a paliar el efecto social y económico de la reducción prevista de la flota pesquera.

En aquellos años, España tenía como antecedente el



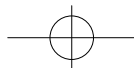


enorme éxito tecnológico que supuso la creación de la industria del cultivo del mejillón en Galicia, éxito reconocido por todos en el Congreso Mundial de Acuicultura de Kyoto, en Japón. En esta ocasión se supo jugar la carta una tecnología adecuada de producción que se adaptó con acierto a las condiciones naturales existentes y, mediante el uso de la industria conservera existente, consiguió llegar al mercado de manera organizada. El caso de la trucha es el otro gran éxito tecnológico de la acuicultura española. Fue un sector que se desarrolló sin subvenciones y con desarrollos tecnológicos debidos al esfuerzo de los empresarios individuales. En este caso, la entrada en el mercado se realizó de manera paulatina, ya que las instalaciones estaban muy dispersas por todo el territorio español, a lo que se ha añadido un largo período de crisis de precios en los últimos años, que han convertido las piscifactorías actuales en unas de las unidades de producción más eficientes de Europa, pero con necesidades de nuevas inversiones para su modernización.

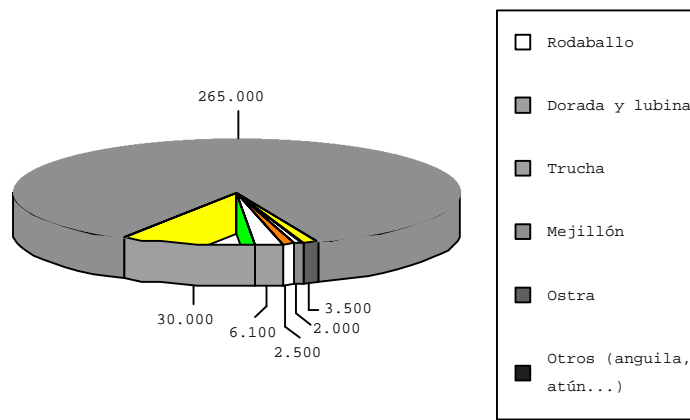
En los años ochenta se consideró que si, al enorme mercado español de productos pesqueros, se le pudiera abastecer mediante especies producidas en nuestras aguas, se podía predecir el nacimiento de una nueva industria, razonamiento que sigue en plena vigencia hoy más que nunca.

Para promover estos cultivos, en 1984 se aprobó la Ley de Cultivos Marinos, hoy actualmente obsoleta por las innumerables normativas aprobadas posteriormente. Se prepararon unas importantes líneas de ayuda, con importantes medios financieros en forma de subvenciones a las inversiones en inmovilizado, aunque las expectativas creadas, superaban la capacidad tecnológica de aquellos años.

Se dispusieron cerca de 20.000 millones de pesetas para

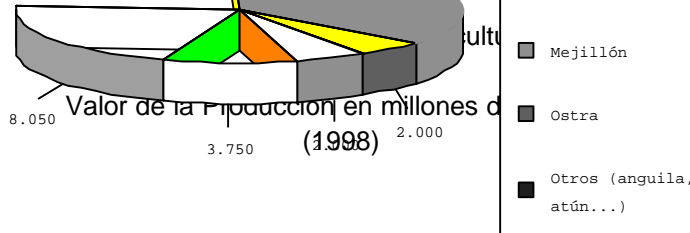


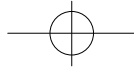
apoyar el sector, pero quedó demostrado que no existían suficientes conocimientos técnicos, que permitiera seleccionar de manera realista los proyectos financiados. Con estas importantes inversiones realizadas, se crearon unas expectativas muy optimistas, minusvalorando la dificultad que se iba a encontrar para desarrollar la tecnología de producción de estas nuevas especies: se ponía en evidencia lo complicado que resulta cambiar de una escala de laboratorio a otra industrial, en una actividad de base biológica. Varios de estos fracasos causaron una desánimo exagerado, que hoy está



cambiando, en diversos sectores empresariales, financieros y en la propia Administración.

Sin embargo, un pequeño porcentaje de proyectos iniciados en los primeros tiempos, y desarrollada en ellos, son la base de la actual producción. Se han alcanzado unos beneficios muy importantes en el Norte como en el Sur de España.



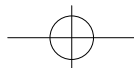


#### 1.4. ACUICULTURA EN OTROS PAÍSES

En este apartado vamos a hacer mención especialmente de los recientes desarrollos en las producciones de peces de gran valor en el mercado, en países de nuestro entorno cultural. Creemos que estos desarrollos sirven como ejemplo de los desarrollos meteóricos que se pueden dar en la acuicultura del futuro, cuando se encuentren productos de los que el mercado está desabastecido, experiencias que también se han dado mundialmente en el caso de moluscos (mejillón, ostra...) o crustáceos (langostinos).

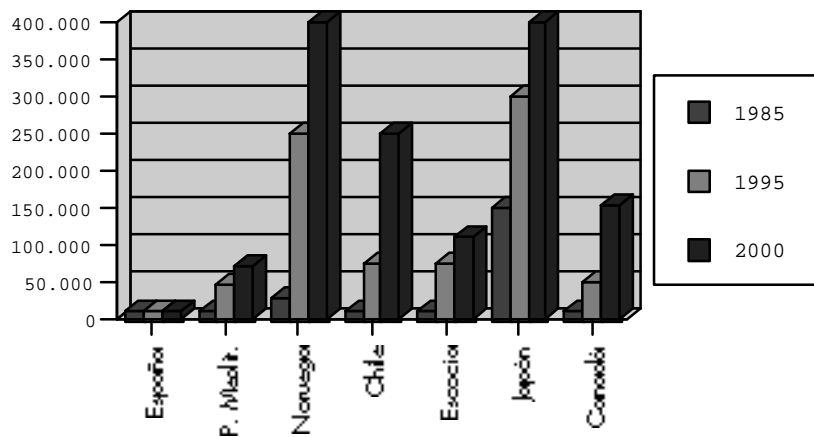
En los años ochenta no existían industrias de acuicultura consolidadas, exceptuando el caso de Japón, China y algunos países asiáticos, con mentalidad muy distinta y con desarrollos de granjas en cooperativas especiales, sistemas muy complicados de trasladar a nuestro país. Cuando se analizan los datos mundiales de una manera global, hay que tener en cuenta que los países desarrollados tienen unas necesidades en alimentación radicalmente distinta de las de los países en desarrollo, donde a veces se está hablando de una acuicultura suministradora de proteínas. Las especies que recientemente se están desarrollando, son de un alto valor en el mercado y permiten soportar importantes actividades económicas (langostinos, salmón...). Por ello, en la actualidad las estadísticas incluyen las producciones totales y, a la vez, el valor económico de esas producciones.

Sin embargo, en la actualidad sí que existen industrias consolidadas de producciones acuícolas en nuestro entorno cultural, industrias que en algunos casos han superado en dimensión a la pesca. Se están utilizando tecnologías de producción muy avanzadas, pues el tipo de empresa que está desarrollando la acuicultura en Europa tiene unas facturaciones importantes, por encima



de los 10.000 millones de pesetas, y están realizando unas inversiones en investigación y desarrollo muy importantes. De hecho, la estructura de estas empresas les está permitiendo desarrollarse muy rápidamente y, en la actualidad, están vendiendo tecnología de producción a Japón.

Entre los ejemplos más destacables de la importancia industrial de esta actividad, tenemos que citar a Noruega, que en 1981 produjo 8.600 toneladas de salmón, y en el año 1998 alcanzó las 350.000 toneladas, facturando cerca de 160.000 millones de pesetas. También podemos citar Escocia con 100.000 toneladas de salmón en 1998. Japón está cultivando en la actualidad 33 especies de peces. Uno de los países con desarrollos más espectaculares por la rapidez con la que han aumentado sus producciones ha sido Chile, donde se unieron unas condiciones naturales adecuadas, una tecnología de producción conocida y unos mercados que pudieron soportar el desarrollo de la industria, dando como resultado una industria de tan sólo 10 años de vida y que está facturando cerca de 70.000 millones de



pesetas.



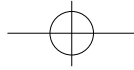
Evolución de la producción de piscicultura marina  
en los últimos doce años y previsiones (toneladas)

En el caso particular de España, tenemos unas condiciones muy particulares, y por las características de nuestra costa el desarrollo principal de esta industria se va a realizar en mar abierto. El limitado número de bahías, la importancia del sector turístico y la diversidad de actividades que se realizan en toda nuestra costa, va a ocasionar que, salvo excepciones, los mayores desarrollos haya que realizarlos fuera de estas áreas, sin que se interfieran sustancialmente las actividades existentes hoy en día. En España tenemos en funcionamiento proyectos que se están desarrollando con éxito, en mar abierto, siendo de jaulas flotantes en la costa mediterránea, y con granjas en tierra en la costa atlántica.

### 1.5. MERCADO ESPAÑOL DE PESCADO FRESCO

En el caso del mercado de pescado fresco, la adhesión a la Unión Europea ha tenido una gran influencia en el movimiento de las importaciones y las exportaciones, ya que las características perecederas del producto, hacían muy difícil las importaciones por los riesgos que suponía cualquier parada en las aduanas. El actual libre tránsito de las mercancías ha favorecido las importaciones de pescado fresco a España, mercado que ha reforzado la

posición de varias	TOTAL	FRESCO
1967	+190	—
1986	-21.000	—
1992	-169.000	-62.000
1996	-211.000	-60.000

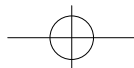


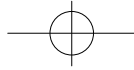
flotas comunitarias a costa de nuestra flota.

La evolución del déficit en la balanza comercial de productos pesqueros es el siguiente (millones de pesetas):

Entre las características del mercado de pescado fresco, nos encontramos que las distintas especies existentes se sustituyen unas a otras, dependiendo de la disponibilidad y de los precios de cada día. Es bien conocido para el consumidor los cambios notorios que se han originado en los últimos años. Entre los ejemplos más claros, está la introducción de 20.000 toneladas de salmón procedente de la acuicultura, en el mercado español en los últimos 15 años, que es aproximadamente el doble de toneladas de la cuota que se disminuyó a España, en las pesquerías del fletán en aguas canadienses. Otros ejemplos es el filete de bacalao fresco, la merluza chilena, etc., productos que hace pocos años no existían en el mercado.

La consecuencia directa de las características de este mercado es que existe un fantástico potencial de crecimiento para las producciones futuras de la acuicultura, explotando el mercado español, especialmente con las ventajas que para la comercialización en fresco tiene la cercanía al mercado, lo que es un valor estratégico que se debe aprovechar al máximo.





Vamos a hacer un breve repaso de los sectores que tienen relación actual o que van a tener protagonismo en el desarrollo de la acuicultura

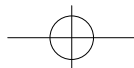
### 2.1. SECTOR ACUÍCOLA TRADICIONAL EN AGUAS CONTINENTALES Y MARINAS

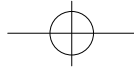
La industria acuícola en España, por lo general, no ha alcanzado la dimensión adecuada para que se haya desarrollado una industria específica asociada a su explotación. Por ello nos hemos basado en maquinaria, equipos y tecnología proveniente de otros sectores y que, tras una adaptación, se han adecuados a las necesidades de la acuicultura.

En el caso del mejillón, sí hay una industria auxiliar específica suministradora de equipos y materiales (cuerdas...), y otra de transformación del producto (cocederos...).

### 2.2. SECTOR DE LA PESCA

El sector de la pesca sí tiene una industria auxiliar que soporta la actividad: es una infraestructura que ya se





viene utilizando por la acuicultura y en el futuro lo será con mucha más intensidad. El interesar a todas las industrias del sector pesquero tiene que ser un objetivo prioritario, ya que ambas partes pueden salir muy beneficiadas. Particularmente los sectores que más han de colaborar son los siguientes:

- c Redes y aparejos.
- c Anclajes y balizamientos.
- c Sistemas electrónicos.
- c Actividad portuaria.
- c Comercialización y distribución.

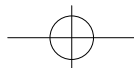
### 2.3. INDUSTRIAS AUXILIARES DEL SECTOR NAVAL

Dentro de este sector, las principales vías de colaboración serían las siguientes:

- c Construcción y equipamientos de barcos.
- c Anclajes y balizamientos.
- c Homologación de materiales.
- c Sistemas de comunicación y vigilancia.

### 2.4. FABRICANTES DE PIENSO

Este sector no influye en la producción de moluscos, salvo en el caso de dietas especiales para los cultivos larvarios, ya que éstos no precisan de piensos para sus engordes; sin embargo, es un sector absolutamente vital para el desarrollo de las granjas de peces, es decir, la piscicultura. La piscicultura en principio se benefició de todas las tecnologías de fabricación de pienso desarrolladas por otros sectores; pero en la actualidad, debido a la dimensión de la



industria de producción de salmónidos, hay un enorme desarrollo tecnológico específico para la producción de peces, del que se está beneficiando enormemente la piscicultura española. Los sectores específicos de esta actividad son los siguientes:

- c Proveedores de materias primas.
- c Proveedores de maquinaria y equipamiento en la producción.
- c Aprovisionamiento y distribución.
- c Laboratorios de análisis.

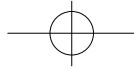
## 2.5. SECTOR DE LA DISTRIBUCIÓN Y TRANSFORMACIÓN DE PRODUCTOS PESQUEROS

Es un sector con muchísimos puntos en común con la acuicultura, puesto que los productos y las vías de comercialización son los mismos. En particular, las siguientes actividades van a ser comunes:

- c Dotación de infraestructura portuaria y red de mercados.
- c Equipos y maquinaria.
- c Control de calidad.
- c Embalajes y distribución.
- c Industria transformadora.
- c Caracterización de vertidos.

## 2.6. SECTOR TURÍSTICO

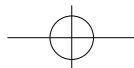
La acuicultura tiene que desarrollarse en áreas con calidades ambientales excelentes. Debido a la creciente presión humana sobre todo el territorio, las zonas de alta calidad ambiental se están protegiendo y, por ello, existe

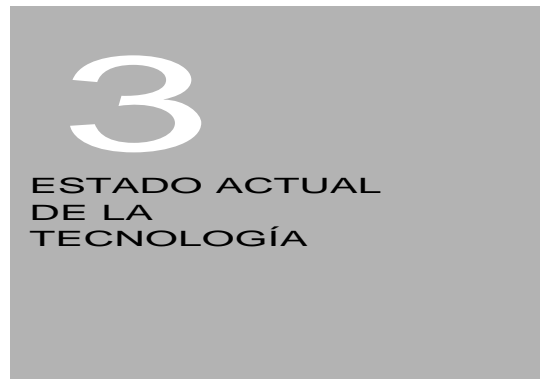
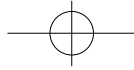


una permanente convivencia entre las áreas protegidas y la acuicultura. En vez de suponer una confrontación, en muy diversos países se está consiguiendo que las granjas sean parte del paisaje y de las atracciones turísticas. La manera más común es mediante la pesca deportiva, pero también existen acuarios, visitas a las instalaciones (como ya ocurre en Galicia, con las visitas a las bateas)... Por todo ello la acuicultura debe ser en el futuro un atractivo más y un complemento de lo que se ha denominado turismo sostenible en zonas rurales y litorales.

## 2.7. SECTOR DE GESTIÓN DEL MEDIO AMBIENTE

La acuicultura debe ser una herramienta común de gestión de la administración en el control y reforzamiento de las poblaciones acuáticas que se precisen. En España tiene que definirse una política de repoblaciones donde se analicen en profundidad las especies y estirpes que se utilizarán. En el caso del litoral español, es previsible que las repoblaciones sean una herramienta muy necesaria para el mantenimiento de la flota artesanal. Estas políticas de reforzamientos de las poblaciones naturales en el litoral están masivamente utilizadas en Japón y es previsible que se realicen en el futuro en España, lo cual originará una importante actividad.



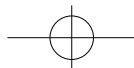


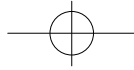
### 3.1. TECNOLOGÍAS PARA EL CONOCIMIENTO Y MANEJO DEL MEDIO ACUÁTICO

La acuicultura, como su propio nombre indica, independientemente de las especies que se cultiven, tiene en común que se desarrollan en el medio acuático. Por ello es muy importante conocer cada día más el ecosistema acuático.

En el caso de las aguas continentales, por lo general en España nos encontramos con ecosistemas relativamente pequeños y accesibles (en comparación a otros ríos o lagos americanos, asiáticos...), a pesar de que en ocasiones pueden demostrar una gran complejidad. En el caso de los ríos existe un conocimiento tradicional, y podemos conocer bien su fauna, flora y, en general, la vida que se desarrolla en el cauce, y una parte de los procesos biológicos que allí ocurren se conocen o se intuyen. En el caso de los lagos o los grandes embalses, el estudio del funcionamiento del ecosistema se complica, aunque tras detallados estudios podemos conocer su funcionamiento y su dinámica, como así lo demuestran los profundos y detallados estudios existentes.

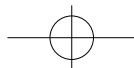
Existen unos ecosistemas característicos donde se mezcla el agua marina con el agua dulce formando unos



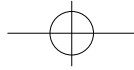


ecosistemas característicos, con una enorme y rica vida asociada. También en estos ecosistemas se realiza acuicultura. Se comenzaron sistemas extensivos y semiextensivos, con variadas especies, aunque en la actualidad estos cultivos se han ido transformando en cultivos intensivos con condiciones mucho más controladas, como pudieran ser los cultivos de las anguilas.

Cuando salimos al ambiente marino como soporte de la acuicultura, por lo general nos encontramos con un gran desconocido, sobre todo en términos comparativos con las producciones animales terrestres. Nuestros conocimientos tradicionales del funcionamiento de los ecosistemas marinos se limitan a aquellas porciones de mar que por sus características físicas nos han permitido acceder a ellos. Entre estos podemos encontrar bahías, estuarios, las rías gallegas,... Pero en general, salvo excepciones, el conocimiento que se tiene del ecosistema oceánico es muy limitado, y mucho más cuando lo intentamos comparar con el conocimiento que existe de los ecosistemas terrestres. El principal motor de la investigación oceánica ha sido la búsqueda de recursos minerales e hidrocarburos movilizand o las más costosas exploraciones e infraestructuras. Sin embargo, tradicionalmente el más importante uso que se le ha dado al océano, además de utilizarse como medio vital para las comunicaciones, ha sido la explotación de sus recursos naturales, que hasta muy recientemente se vienen explotando como un recurso inagotable. En particular, en la pesca se ha desarrollado una tecnología de cosechado y distribución tan eficiente, que unido al potencial aumento de la población mundial, están permitiendo ver que al océano no se le puede considerar ni explotar como un recurso ilimitado. De hecho, se considera que los 95,1 millones de toneladas de cosecha de productos pesqueros, en todo el mundo, es el techo de las capturas



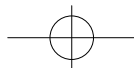


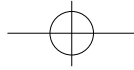


y, si no se empiezan a tomar medidas urgentes, que ya han comenzado en multitud de países, nos encontraremos que habremos agotado este recurso.

La actividad de la pesca con tradición milenaria, asociada como está a la aparición de las poblaciones humanas costeras, es la que nos puede dar más datos empíricos sobre el funcionamiento del ecosistema oceánico. Esta enorme actividad que supone la pesca actual ha dinamizado unos recursos económicos que han permitido investigar y conocer más sobre los océanos, fundamentalmente los estudios se han dirigido a apoyar al sector pesquero, mediante estudios para la conservación de los recursos, exploratorios y de dinámica de las poblaciones, entre otros.

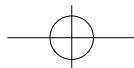
La acuicultura marina se comenzó en zonas litorales, con protecciones físicas que disipan la energía de los océanos. Ya en estos primeros pasos se dieron evidencias de las desconocidas reacciones del mar en los diferentes cultivos, que ponían de relieve la ignorancia que existía sobre el mar, en sus reacciones específicas sobre las nuevas actividades de la acuicultura naciente. Fundamentalmente la población litoral ejercía una actividad recolectora. Entre los primeros cultivos o semicultivos que se comenzaron, podemos hablar de los moluscos y, en general, se hizo evidente la utilidad práctica de conocimientos anteriores de las investigaciones oceanográficas (blooms planctónicos,...). En el caso de los peces, los cultivos se iniciaron con alevines capturados en la naturaleza y en aquellas ubicaciones donde el mar no podía manifestar su energía, es decir en lagunas litorales, en bahías muy protegidas y particularmente en España en las explotaciones salineras del Sur de España. Estos ecosistemas se denominan esteros, y se viene explotando su riqueza pesquera asociada al proceso de producción de sal, desde hace muchos años. Los esteros conforman unos ecosistemas caracterizados por ocupar enormes

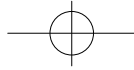




superficies, y por esa superficie y su accesibilidad, en los principios de los cultivos marinos se crearon unas expectativas de producción acuícola muy importantes. Con el paso de los años, vamos aprendiendo que estos ecosistemas confinados y limitados generan una serie de condiciones naturales propias de esos lugares, por lo que las experiencias no son fácilmente trasladables a otras situaciones. Así, las experiencias iniciales adquiridas en zonas específicas como las bahías muy protegidas, los esteros, los «valli» italianos, etc., no son fácilmente transferibles a otras instalaciones acuícolas, por lo que debemos considerar como tema importante que la acuicultura se desarrolla en multitud de distintos ecosistemas marinos y, por ello, las condiciones de partida de los cultivos no son homogéneas, como ocurre en la producción animal terrestre.

Históricamente, el aumento de las producciones en acuicultura que se comenzaron en las zonas más protegidas, obligó a buscar nuevos emplazamientos. Por lo general, estos emplazamientos eran bastante más expuestos que los anteriores y rápidamente evidenciaron que se encontraban con un ecosistema sustancialmente distinto. El fantástico crecimiento y desarrollo de los cultivos de mejillón en Galicia obligó a ordenar las zonas de bateas, en lo que se denominó polígonos. Las bases para la ordenación se basaron en las experiencias adquiridas en el propio sector, ya que no existía ninguna industria de acuicultura de moluscos en el mundo que se le pudiera comparar en tamaño. La ordenación de las bateas obligó a ubicar una buena parte de ellas en lugares sustancialmente más expuestos de los habituales, ubicaciones que, tras unas dramáticas experiencias de grandes pérdidas de bateas tras los temporales, obligaron a cambiar los diseños y el manejo de ellas. Todavía hoy en día hay determinados polígonos que producen mejillón de calidad sustancialmente mejor que otros, evidenciando que todavía hay mucho por conocer.

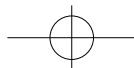


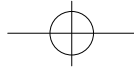


En el caso del sector del rodaballo, los cultivos se comenzaron utilizando antiguas depuradoras, que con frecuencia estaban ubicadas en el interior de una ría, ya que las tomas de aguas daban muchos menos problemas con los temporales. El crecimiento del sector obligó a situar las granjas en lugares sustancialmente más expuestos. La historia de la construcción de tomas de agua en el mar abierto de Galicia es muy impresionante, ya que se han realizado inversiones millonarias, que han arruinado variados proyectos. Sin embargo, se ha desarrollado una tecnología de explotación del mar abierto muy innovadora en todo el mundo, pero que debe desarrollarse más. El funcionamiento de estas granjas de mar abierto nos ha dado a conocer el ecosistema oceánico, que es sustancialmente distinto al del interior de las rías, y la experiencia nos ha dado síntomas del gran desconocimiento que tenemos del océano (toxinas, diferentes composiciones, cambios de temperatura...).

En el caso de la dorada y la lubina, los cultivos se comenzaron en ecosistemas lagunares o bahías extremadamente protegidas, mediante la captura de alevines recolectados de la naturaleza. El crecimiento natural del sector nos obliga a la utilización de ubicaciones muy expuestas, que tan sólo hace unos pocos años no se podían concebir como una posible granja. El funcionamiento de estas granjas, con su continuada presencia en estas ubicaciones, está acumulando una enorme experiencia que, una vez más, se debe utilizar para conocer estos ecosistemas y deben ser el embrión de todo el desarrollo futuro de la acuicultura española y mediterránea.

A pesar de que la acuicultura mundialmente se ha venido desarrollando en ubicaciones protegidas, el crecimiento futuro se ha de desarrollar en ubicaciones sustancialmente más expuestas que las actuales, y dentro de unos ecosistemas de los que se tiene un conocimiento limitado,





sobre sus posibles efectos en las futuras granjas. La explotación del mar abierto para la producción de acuicultura es una tarea tecnológica y biológica inmensa, y su complejidad se compara al de un programa aeroespacial de la NASA (Portland, 1996), donde se habla de traspasar la FRONTERA AZUL, en referencia al salto que supone la explotación de un ecosistema de alta energía como es el mar abierto.

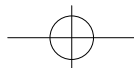
3.1.1. Mejoras en el conocimiento del medio acuático  
(estimación de las máximas capacidades de los ecosistemas,  
para un nivel de explotación sostenible)

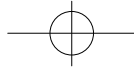
Es vital para la correcta planificación y desarrollo de la acuicultura, promover los estudios de la capacidad de carga de cada emplazamiento, que como ya hemos mencionado son de características muy diferentes.

Por ello, todas las líneas de investigación que nos permitan caracterizar los distintos emplazamientos, serán la herramienta fundamental para realizar una planificación de la acuicultura perfectamente compatible con otros usos.

3.1.2. Monitorización de los impactos

La actividad de la acuicultura tanto en aguas continentales como en aguas marinas es una actividad relativamente reciente y es de dimensión modesta en relación con los usos tradicionales de nuestros recursos terrestres. Salvo casos puntuales de ecosistemas muy sensibles de pequeña dimensión, no existe en la acuicultura experiencias sobre impactos notorios generados, que hayan resultado irreversibles. Cabe mencionar el caso de los cultivos de langostino en todo el



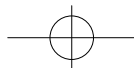


mundo, ya que sí han generado protestas, pues la implantación de estos cultivos requiere de miles de hectáreas de superficies de manglares, que han de ser transformadas.

En el caso de los ríos y lagos, los ecosistemas son relativamente parecidos a los existentes en Europa y, por ello, en principio, deberían ser directamente aplicables las experiencias existentes en otros países con legislaciones ambientales muy severas. Sin embargo, sigue siendo muy importante aprender a medir dichos impactos en nuestras condiciones. Un sistema muy interesante para la monitorización de los impactos es la búsqueda de indicadores biológicos, herramienta comúnmente utilizada en la gestión de ríos y que permite detectar de manera continua el estado de los ríos. Unido a esto, es importante señalar la función de testigo de calidad de agua de las granjas en funcionamiento, ya que son las primeras interesadas de que la calidad de agua que utilizan se mantenga en condiciones perfectas; de aquí que la existencia de una granja en funcionamiento es testigo de la buena condición del río.

En el caso del litoral español, los ecosistemas generados en nuestras costas son sustancialmente distintos a los existentes en países del Norte de Europa, que es donde están las industrias más consolidadas. Por ello, las conclusiones a las que han llegado sobre sus cultivos no son directamente utilizables por nosotros. A España podemos subdividirla en cuatro grandes áreas —la costa cantábrica, la gallega, la andaluza y la mediterránea—, que habrán de estudiarse de manera independiente.

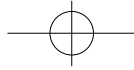
En el Norte de Europa se han estudiado bien los efectos de los impactos generados por la industria del salmón. Entre ellos se consideró el efecto paisajístico de las granjas, ya que se desarrollaban en zonas remotas de extraordinaria belleza. Sin embargo, en la actualidad éstas han sido



aceptadas socialmente, y se las considera como otras actividades inherentes a la explotación del mar (pesca...), como parte del paisaje. La producción de salmón en Europa en 1998, se acercó a 600.000 toneladas, industria consolidada que ya tiene una vida de 20 años, por lo que han estudiado muy bien los efectos de los cultivos en sus ecosistemas. Es de sobra conocido que en los principios de los cultivos se sobrepasaron las cargas máximas en bahías muy cerradas y, como consecuencia, los peces empeoraron su estado sanitario, lo que se reflejó inmediatamente en una disminución de su crecimiento y en el desarrollo de nuevas enfermedades. Ello obligó a tomar medidas técnicas, confirmando la teoría de que las granjas son indicadores biológicos de la calidad del agua. Un factor básico en los cultivos de salmón es la gestión de la granja: en relación con la alimentación, los cultivos se comenzaron con unos factores de conversión de 3 kg de pienso para producir un 1 kg de pescado, mientras que en la actualidad se utiliza 1 kg de pienso para producir 1 kg de pescado, por lo que se ha dividido por tres la cantidad de toneladas de pienso para la misma producción.

Hay que señalar que los mares del Norte de Europa son sustancialmente más fríos que los nuestros y que la digestión de la materia orgánica es mucho más lenta que en nuestras aguas. Según los datos preliminares de las conclusiones que se están alcanzando en granjas griegas, la eliminación de los sedimentos a 20°C es sustancialmente más rápida que en el Norte, por lo que el impacto generado tendrá un desarrollo distinto al generado en los cultivos de salmón.

En el caso de los mejillones en España, se paralizaron las concesiones y se reorganizaron las bateas en lo que se denominó polígonos. No hay experiencias internacionales contrastadas sobre los efectos de los cultivos masivos de mejillón, mientras que existen estudios sobre los efectos de



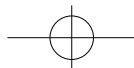
las bateas, pero no se han sacado conclusiones prácticas y claras que permitan tomar medidas que favorezcan a la industria. Existe un campo muy interesante para investigaciones a medio y largo plazo, que ayuden a tomar medidas de planificación que puedan promover una mejor calidad del mejillón, lo que tendría efectos directos sobre los cultivadores.

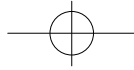
Es importante que recordemos que el estado natural del mar como ecosistema está profundamente alterado por la pesca, que prácticamente ha dejado vacío de peces el litoral. No hace muchos años, antes de que la pesca se desarrollara tecnológicamente a partir de los años sesenta, en todo nuestro litoral había miles de toneladas de peces que con sus ciclos vitales formaban parte del ecosistema. Por ello, las granjas actuales con sus toneladas de peces vivos contribuyen a sustituir unas biomásas que han existido en el ecosistema y que, por ello, si se gestiona adecuadamente, está perfectamente preparado para asimilarlo de manera natural. Todo ello en términos generales, sin que sea fácil extrapolar los efectos de las biomásas de las granjas, que generalmente están en ubicaciones fijas, con las biomásas originales de las poblaciones naturales, que existían antes que la actividad de la pesca, y que estaban en continuo movimiento.

En el litoral español habrá que incidir en el conocimiento y seguimiento de los impactos, que habrá que desarrollar en las granjas existentes. Ello nos permitirá, a través de las experiencias reales, conocer los efectos e ir tomando las medidas adecuadas.

Los principales impactos generados por las granjas se pueden englobar en las siguientes líneas:

- c Materiales orgánicos de desecho.
- c Materiales químicos y farmacéuticos de desecho.
- c Alteraciones físicas del litoral (corrientes, turbidez...).





- c Alteraciones paisajísticas.
- c Riesgos sanitarios.
- c Riesgos genéticos.

En conclusión, habrá que investigar en cada área unos parámetros indicadores de la evolución actual y tendencias futuras del área donde se ubica la granja. Lo cual permitirá diseñar modelos matemáticos ajustados para tomar las correctas medidas de planificación.

### 3.1.3. Búsqueda de nuevos usos del mar (industria farmacéutica...)

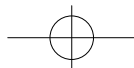
La explotación del mar, salvo en el caso de los recursos pesqueros y petrolíferos, está prácticamente virgen.

Los nuevos usos y tecnologías que están surgiendo para la acuicultura, están contribuyendo a un mejor conocimiento y accesibilidad del mar, por lo que es previsible que surjan nuevos usos.

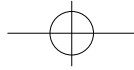
Como ejemplo podemos señalar que los cultivos larvarios de especies marinas llevan aparejados unos cultivos de fitoplancton. Ello ha permitido el considerar cultivos de fitoplancton para la fabricación de pigmentos y aditivos para la industria química y farmacéutica.

Los cultivos de macroalgas, muy desarrollados en Asia y en España se recolectan para la fabricación de agar-agar, y hay varios proyectos de investigación para el desarrollo de estos cultivos.

En España existe una empresa muy importante de desarrollo de biotecnología, cuyo objeto social es encontrar principios activos con uso farmacéutico en organismos marinos.







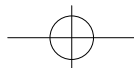
En definitiva, la explotación racional del océano está en sus comienzos y la acuicultura que en la actualidad se está desarrollando, está permitiendo conocer más y hacer más accesible un medio prácticamente desconocido como el océano.

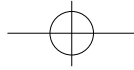
### 3.2. BIOTECNOLOGÍA EN LA PRODUCCIÓN DE LA ACUICULTURA

Todos los inicios de cualquier tipo de acuicultura parten del conocimiento de la especie que se intenta cultivar. Estos conocimientos pueden ser empíricos, y aprendidos a base de años de convivir en un determinado ecosistema (esteros del Sur de España, mejillones, etc.) o se pueden adquirir investigando en profundidad sobre la biología de la especie que se quiere cultivar.

La diferencia de los cultivos acuáticos sobre los cultivos terrestres es que la vida se desarrolla en un medio al que nosotros no tenemos acceso y, por ello, el aprendizaje es complicado y requiere de un mínimo de medios técnicos, de los que hasta hace muy pocos años no se disponía. Por otra parte, los recursos del mar, hasta épocas muy recientes, se consideraban inagotables y, por eso, todos los esfuerzos tecnológicos se concentraron en una explotación más efectiva de la pesca. También se realizaron importantes investigaciones en los métodos de preservación y conservación que permitiesen acceder a los mercados; de aquí que las necesidades en la investigación sobre la biología de las especies que se desean cultivar ha sido una necesidad que ha surgido muy recientemente.

La primera fase de investigación de la acuicultura consistió en unas investigaciones apasionantes que nos permitieron empezar a ver dónde se desarrollaban las especies de las que se conocía muy poco o nada,

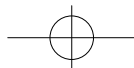




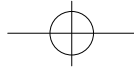
excepción hecha de la tradición centenaria de los pescadores y las poblaciones litorales y ribereñas que llevan multitud de años pescando estas especies y que con su actividad han adquirido unos conocimientos sobre la biología de las especies muy interesante y utilizable por los acuicultores.

Es muy interesante el título del Congreso Mundial de Acuicultura celebrado en Torremolinos con el título "De la etapa de los descubrimientos a la comercialización". Es muy significativo este título, ya que evidencia que cualquier actividad de acuicultura, para que se pueda considerar como tal, tiene que tener la posibilidad de generar una actividad económica rentable a medio y largo plazo. Pues el esfuerzo tecnológico que exige el desarrollar una nueva especie es muy importante y, si no existe un mercado presente y futuro, nos encontraremos con que la comercialización de dicha especie será tan costosa que puede hacer prohibitivo el desarrollo de los cultivos. La historia de los cultivos en acuicultura se ha repetido con frecuencia; por lo general, se han elegido como objetivo las especies que culturalmente han sido apreciadas en el mercado, normalmente asociadas a la carestía de las especies por la escasez de capturas. Con las especies de alto valor inicial se deben obtener unas buenas rentabilidades en los periodos iniciales de los cultivos, que siempre van asociados a producciones muy ineficientes, y este margen inicial debe permitir acometer las investigaciones que den a conocer los ciclos de producción y dejen reducir los costos de producción.

Sin embargo, es importante señalar que esta primera fase de conocimiento biológico es una fase importante y necesaria, pero no nos podemos quedar estancados, pues la siguiente fase es poder producir esas especies más eficientemente, dentro de un sistema sostenible y con unos productos de mejor calidad.



La experiencia de la investigación en acuicultura nos pone en evidencia el desconocimiento que tenemos del medio acuático, sobre todo en los temas particulares que en los desarrollos de las producciones nos van surgiendo. Estamos viendo que cada litoral, cada río, tiene un comportamiento propio, y en las granjas que en ellos se desarrollan, se va aprendiendo a base de años cómo funciona el ecosistema donde están asentados. Por ello, no es fácil hablar de soluciones generales a los problemas biológicos que se nos van presentando, ya que no partimos de las mismas condiciones iniciales. Este ha sido un problema general en la acuicultura, que ha consistido en sacar conclusiones biológicas en lugares distintos e intentar aplicarlos en otras ubicaciones, lo que con mucha frecuencia pone en evidencia lo poco que sabíamos antes de iniciar los cultivos. Existen multitud de ejemplos dramáticos de estas experiencias, entre las que podemos nombrar las referentes al salmón, langostinos, almejas... Entre ellos, los cultivos de salmón atlántico en Galicia que con la experiencia noruega en centros de investigación, que utilizaban agua de los fiordos tomada a 100 metros de profundidad, se concluyó que en Galicia se podía producir de manera extremadamente eficiente; la realidad es que otros factores que entonces se desconocían y todavía se desconocen hoy, afectan al desarrollo del salmón en esta agua. Este error de cálculo ha originado pérdidas de varios centenares de millones de pesetas, y es que la biología de las especies no es un proceso fácilmente controlable y predecible. La experiencia que debemos sacar es que los experimentos llevados a cabo en laboratorio no son fácilmente transferibles a otros lugares sin una serie de pruebas piloto que corroboren las experiencias alcanzadas, ya que es posible que ni el agua sea la misma, ni los tanques o jaulas se parezcan, ni el trato dado a las especies sea el mismo. La conclusión que podemos deducir de esta experiencia es que debería realizarse una gran parte de la



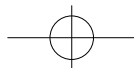
investigación dentro de los centros de producción existentes, y reducir al mínimo necesario los intentos de reproducir en laboratorio las condiciones que existen en la industria, como así se viene realizando en países con una amplia experiencia en acuicultura (Noruega, Escocia...).

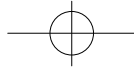
Otra conclusión a la que podremos llegar es que sería muy importante que los distintos cultivos se realicen partiendo de aguas con condiciones homogéneas o al menos lo más constantes que se pueda. Esto es posible cuando hablamos de mar abierto, con aguas de pozo o manantial, o con los nuevos modernos sistemas de recirculación.

### 3.2.1. Mejora en los conocimientos de las especies actualmente en cultivo

Prácticamente la consideración de que una especie sea cultivable parte de que exista una disponibilidad importante de alevines. Por ello, históricamente las primeras investigaciones se han centrado en el ciclo reproductor y los primeros estadíos de las especies de interés. La segunda prioridad se ha centrado en los conocimientos sobre su alimentación, para encaminarnos a la elaboración de un pienso adecuado y, a continuación, se ha buscado un sistema de cultivo viable y un mercado que esté dispuesto a pagar lo que nos cuesta producirlo, temas que tratamos en otros capítulos.

Los peces, crustáceos y moluscos marinos, especialmente en sus primeras fases larvares, precisan una alimentación microscópica a base de plancton. Las primeras investigaciones resultaron fascinantes y nos introdujeron en los cultivos de fito y zooplancton. En la actualidad, con estos sistemas se están produciendo centenares de millones de peces marinos y postlarvas de



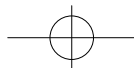


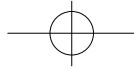
langostinos en todo el mundo, y los sistemas están muy consolidados. En el caso español, y particularmente en el del rodaballo, todavía hay dificultades en el aprovisionamiento de alevines. Sin embargo, es una constante y un permanente reto la calidad de los alevines de los que parten las granjas, teniendo un gran impacto en las producciones. Por ello, al igual que la ganadería terrestre o los cultivos agrícolas, la mejora de la semilla es un reto permanente y que no tiene final. Por otra parte y en directa dependencia de lo anterior, es vital aprender a manejar los reproductores, de manera que podamos tener huevos de la máxima calidad para el comienzo de la producción.

En el caso de los salmónidos, la reproducción es relativamente sencilla, ya que el tamaño del alevín recién eclosionado es sustancialmente mayor que el de los peces marinos y está diseñado para alimentarse con presas sustancialmente grandes. Esto ha permitido elaborar piensos granulados de alta calidad, que permiten dar una alimentación muy completa a los alevines en sus estadíos iniciales.

En los cultivos de moluscos, excluyendo los mejillones que parten de semilla recolectada de la naturaleza o de los colectores diseñados para ello, existen todavía especies donde la fase larvaria todavía es un cuello de botella y hay que seguir investigando. Hay que investigar partiendo de la tecnología industrial actual, y no reinventar la rueda, experiencia que en ocasiones ha caracterizado las investigaciones en acuicultura.

La segunda fase más importante es conocer la biología de la especie que vamos a cultivar en las siguientes fases de su desarrollo, lo que nos indicará la alimentación y las necesidades de la especie (preengordes, engordes, comportamiento social de la especie, reproductores...). Ello nos permitirá diseñar





los sistema de cultivo más adecuados.

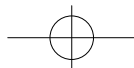
Cuando iniciamos los trabajos con nuevas especies, conviene no desanimarse con los datos iniciales de crecimiento, ya que el desconocimiento de su biología puede darnos datos muy confusos. Como ejemplo podemos señalar, que el ciclo en el mar del salmón atlántico en Noruega en 1987 tenía una duración de 30 meses y una mortalidad del 40-45% y, en 1995, ese ciclo tenía una duración de 15 meses y una mortalidad del 2%. En la actualidad la productividad de las granjas sigue mejorándose mediante una investigación multidisciplinar, al igual que otras ganade-rías terrestres.

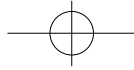
Toda la formulación de piensos, es un tema en permanente investigación, al igual que otros sectores de producción animal.

En conclusión, toda la investigación relacionada con la biología de las especies es un tema en permanente cambio, y la mejora en los conocimientos que se tengan redundará en una mayor productividad o calidad de las especies producidas. Sin embargo, los temas más complicados y que precisan de esfuerzo investigador tiene que marcarlos la industria productiva, para que se le pueda sacar el máximo partido a la investigación realizada. Por esta razón, tiene que existir un continuo contacto entre la industria y la investigación para que se pueda detectar e intentar solucionar los problemas más urgentes. Vamos a descubrir seguidamente los que consideramos más importantes.

### 3.2.2. Mejora genética. Control de la maduración sexual

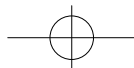
La acuicultura española en su estado actual se

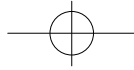




caracteriza por tener unos ciclos de producción extremadamente largos, especialmente si lo comparamos con cualquier otra producción animal.

La acuicultura española, salvo en el caso de la trucha, viene trabajando con estirpes semisalvajes, pudiendo afirmarse que la mejora genética acuática, en relación con la ganadería terrestre, está en el Neolítico. Los peces tienen un período relativamente largo hasta la maduración sexual, por lo que la selección genética tiene que ir mucho más lenta que la de la ganadería terrestre. En el caso del salmón atlántico, que es la especie en la que más esfuerzos en la mejora genética se están realizando, la maduración sexual ocurre hacia los dos o tres años desde el huevo. Teniendo en cuenta que se ha intentado seleccionar aquellos peces con una maduración sexual especialmente tardía, nos damos cuenta de que en 20 años de investigación, tan sólo hemos estudiado 10 generaciones. Si lo comparamos con la industria avícola, el número de generaciones que podríamos haber controlado es muy superior. Por ello, la aplicación de las fantásticas técnicas de mejora genética existentes en producción animal va a llevar un tiempo importante. Los proyectos de mejora genética de las especies que hemos comenzado a producir, tienen que ser proyectos a muy largo plazo, con unas medidas de seguridad extremas, que aseguren la continuidad de los proyectos, por el impacto que ocasionaría la pérdida de los reproductores. En España, los planes de mejora genética en las especies que producimos, salvo en el caso de la trucha, y algunos casos particulares de empresas, no deja de ser más que una declaración de intenciones. Sin embargo, la acuicultura española necesita una permanente investigación tendente a la mejora genética de las especies de cultivo. Como ejemplo podemos señalar que el salmón en Noruega, cuando se empezó a cultivar, estaba dos años en agua dulce y aproximadamente tres años en agua de mar para alcanzar los 4 kilogramos, y en el año 1996 estaba en



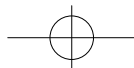


marcha un experimento para evaluar la capacidad de crecimiento de la especie, que intentaba alcanzar los 4 kilogramos desde el huevo en un año. Esto nos lleva a contemplar con mucho optimismo el futuro en la duración de los ciclos de las especies actuales y futuras, y no conviene desmoralizarse por resultados pobres de crecimiento en nuevas especies, ya que puede haber una gran diversidad de factores que pueden afectarlas y, a medida que se conozca más la especie, se puede mejorar. De hecho, los cultivos de trucha en España se comenzaron a fabricar con formulaciones similares a los piensos de vaca; las doradas y las lubinas se comenzaron a alimentar con pienso de salmónidos, y todavía hoy en día para las lubinas no se tiene una formulación específica.

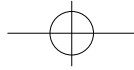
En los programas de mejora genética y para cada especie, tendrán que analizarse en profundidad todas las características que deben cumplir las estirpes o razas que nos sean más útiles en nuestros sistemas de cultivo, donde seguramente la duración del ciclo será un factor importante, pero no el único, pues hay otras características deseables para las especies en producción, como pueden ser resistencia a enfermedades, carácter gregario, calidad de la carne...

En el mercado de alevines de salmón, se pueden comprar las razas que se deseen. Sin embargo, en las lubinas, doradas y rodaballos no hay. Las estirpes salvajes que estamos cultivando en la actualidad, son muy importantes y tenemos que conservarlas como banco genético para el futuro.

En la aplicación de técnicas de mejora genética se han realizado esfuerzos produciendo «superpeces» (triploides...). Sin embargo, no se han conseguido introducir de manera generalizada en la industria, por problemas comerciales de imagen, y también por presentar mayores sensibilidades hacia las enfermedades. En los cultivos de salmónidos, mediante

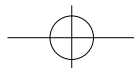






sencillas técnicas sí se han producido generaciones de todo tipo de hembras, que tienen una maduración más tardía que los machos. Sin embargo, en los cultivos de salmón, se ha utilizado como mejor medio para evitar la maduración sexual, además de la selección de estirpes de maduración sexual tardía, el acortamiento en los ciclos de producción.

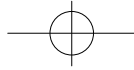
La maduración sexual es un tema que afecta de manera muy importante a todas las especies en cultivo en España. En el caso de las especies marinas, generalmente las estrategias reproductivas de las especies consisten en producir una enorme cantidad de huevos, y por ello desarrollan unas enormes gónadas que pueden llegar a suponer un importante porcentaje del peso corporal. En la mayor parte de las especies en producción, salvo en el caso del esturión, donde el caviar tiene un extraordinario valor, el interés está en producir carne. Por ello, en la época de maduración sexual dentro de las granjas tenemos el problema de que la alimentación suministrada a los peces la utilizan en la producción de gónadas, paralizando casi por completo el crecimiento. En algunas especies como los salmónidos, el período de maduración conlleva la muerte de los peces que no pueden sobreponerse a este proceso de maduración. En el caso de las truchas, la inmensa mayoría de la producción es de talla comercial pequeña, por no poder alcanzar la maduración sexual, pero cuando se llega a tamaños mayores, las afecta profundamente. En el caso de los mejillones, las toxinas en el agua pueden retrasar la cosecha y, por tanto, se puede iniciar la maduración de los mejillones, lo que deteriora la calidad de la carne. Esto es especialmente complicado de corregir por tener como punto de partida semilla recolectada en el mar, y con los sistemas actuales es difícil intervenir, aunque debe ser un continuo reto de la investigación. En el caso de las doradas y las lubinas, especialmente cuando se intenta conseguir tallas



comerciales mayores que las actuales, el efecto de la maduración es de un fuerte efecto económico, pues alarga enormemente los ciclos de producción. En el caso de los rodaballos, la maduración tiene una magnitud económica muy seria en las granjas, pues las tallas comerciales obligan en ocasiones a pasar más de un período de maduración en las granjas y alarga el ciclo en más de seis meses. En general la reproducción de cada una de las especies en cultivo, es sustancialmente distinta y requiere estudios específicos para solventar este período. En el caso de los cultivos de salmón este problema está casi resuelto, pero se ha conseguido muy recientemente, tras largos años de estudios. Por todo ello, la búsqueda de métodos de control de la maduración sexual aplicables en las granjas, debería ser de las primeras prioridades en la investigación en acuicultura en España, pues tener éxito en estas líneas supondría unos ahorros de muchos cientos de millones de pesetas a las granjas.

### 3.2.3. Bancos de reproductores de nuevas especies

España se caracteriza por tener una importante cultura de consumo de pescado, debido a los distintos tipos de mar que rodean nuestra península. Estamos acostumbrados a valorar un gran número de especies, ya que tenemos tanto las mediterráneas como las atlánticas. Por ello, existe un listado muy amplio de especies que son conocidas y apreciadas en el mercado y que, por ello, son potencialmente cultivables. No hay que olvidar que cualquier especie que se desee cultivar, tiene que tener un mercado que pueda pagar la producción. Intentar producir especies fácilmente cultivables y luego intentar crear un mercado es una tarea peligrosamente costosa y fuera de las posibilidades económicas de las granjas con la dimensión actual. Por ello, el conocimiento de un gran

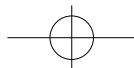


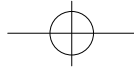
número de especies en el mercado español es un fantástico potencial que no debemos desaprovechar; además esta variedad de especies nos permitirá aprovechar los distintos ecosistemas que constituyen las distintas zonas de España.

Las especies que actualmente tenemos en producciones significativas son las siguientes:

- Peces marinos: dorada, lubina, rodaballo, atún rojo, salmón atlántico y pacífico, otros en fases experimentales.
- Peces continentales y de aguas salobres: trucha arco iris, anguila, tenca, carpa, peces ornamentales y de repoblación (trucha común, blackbass, lucio...).
- Moluscos: mejillón y ostra en bateas, más una variedad importante de otros moluscos producidos en parques de marisqueo (almejas, berberechos...).
- Crústáceos: cangrejo de las marismas y cangrejo señal en agua dulce, langostinos y distintos tipos de camarón en agua salada.

Las especies que pueden ser de interés en el futuro y que son bien conocidas por los consumidores en general son las siguientes: lenguado, besugo, merluza, salmonetes, mero, rape, pulpo, y otras con mercados más regionales. Tenemos que señalar Japón con su alta tecnología en la producción de alevines de especies marinas en sus instalaciones estatales. Una parte importante de la producción va destinada a las granjas y otra, más importante aún, va destinada a la repoblación del mar, experiencias que deberían tenerse en cuenta para el mantenimiento de la pesca de bajura en España. Japón en el año 1993, en el Congreso Mundial de Acuicultura, reconoció que sólo de peces se estaban produciendo 33 especies, y en la actualidad ya están





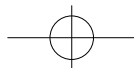
produciendo alevines de atún rojo y blanco, y muchas otras especies.

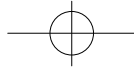
El potencial de producción de nuevas especies en España existe, pero la estabulación y preparación de los reproductores son tareas de larga duración y con un costo y riesgos muy altos para que la iniciativa privada pueda acometer estos proyectos. Parece lógico que la preparación de amplios bancos de reproductores de nuevas especies y el aprendizaje de los conocimientos básicos sea una tarea de los centros de investigación oficiales. Pero para que tenga efecto práctico en la industria, la creación de los bancos de reproductores debe ser un proyecto a largo plazo, ajeno a los vaivenes de la política y que podría estar patrocinado por la iniciativa privada. La creación de estos bancos de reproductores habría que realizarlos en las instalaciones existentes, dotándolas de unas medidas de máxima seguridad, para evitar pérdidas que ocasionarían años de retraso a la industria. Entiendo que la realización de este proyecto supondría la aceleración de un proceso que ya está en marcha.

#### 3.2.4. Inmunoestimulación, nuevas vacunas

Los temas de patología en la producción animal intensiva siempre han sido una seria amenaza para las granjas. En nuestro caso estamos trabajando con especies semisalvajes, cuyos cultivos apenas han tenido tiempo de desarrollar agentes patógenos específicos y realmente peligrosos.

Cuando los cultivos de salmónidos empezaron a masificarse, entonces comenzaron también a definirse problemas sanitarios serios. En las granjas españolas han existido problemas serios en el caso de truchas y en





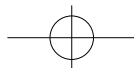
determinados tipos de moluscos. Muchos de los problemas sanitarios han surgido como consecuencia de una inadecuada gestión de la producción, y ya que los sistemas de producción en muchos casos son similares a los de otras partes del mundo, sería interesante en beneficio de todos no cometer los errores que, por desconocimiento en la gestión de la producción, se realizaron en otros países.

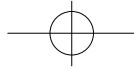
Creo importante apuntar que los problemas patológicos en España, con frecuencia han venido asociadas a una pobre gestión de la producción, originada por variadas causas, entre ellas, inexperiencia o problemas financieros, que han obligado a reducciones de personal, o trabajar con equipamientos en malas condiciones.

En los cultivos maduros hay una tendencia a reducir al mínimo el uso de los tratamientos curativos, intentando promover tratamientos preventivos, tratamientos que van desde el estricto control del movimiento de las especies de acuicultura, mediante la creación de diferentes zonas o áreas libres de distintos patógenos, hasta el uso de nuevas sustancias que favorecen las defensas naturales de las especies.

Con la investigación del SIDA humano, se han realizado sustanciales avances en el conocimiento de los sistemas inmunitarios, definiéndose en los organismos unos sistemas específicos para determinadas enfermedades y otros no específicos. En el caso de los peces, los sistemas de inmunización no específicos constituyen el 80% del total, mientras que en el caso de los humanos constituyen el 20%, por lo que se está evidenciando el gran uso que se hace en los peces de sustancias que refuerzan la actividad de los sistemas no específicos. De hecho, el uso de los glucanos en la industria noruega, en 1996, supuso la reducción de un 50% de antibióticos.

Existen variadas sustancias consideradas





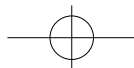
inmunoestimulantes, que están probando su efectividad, y que se han sumado a los procedimientos rutinarios de cultivo, sin que se hayan seguido efectos secundarios negativos, por lo que se viene mostrando como una atractiva vía alternativa para el control de infecciones: no deja de ser ésta una línea de investigación que se debe promover.

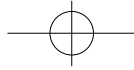
Por otra parte, se continúa con un enorme interés el desarrollo de nuevas vacunas y antibióticos, proceso cuya investigación se tiene que seguir potenciando para optimizar el uso de estas sustancias.

### 3.3. OPTIMIZACIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS DE PRODUCCIÓN EN ACUICULTURA (REDUCCIÓN DE COSTOS SIN AFECTAR LA CALIDAD FINAL NI LA SEGURIDAD DEL CICLO PRODUCTIVO)

Como ya hemos comentado anteriormente, la acuicultura española tiene en producción distintas especies; cada una de las que tienen producciones consistentes, tiene una fase de desarrollo distinta y, por ello, son distintas sus necesidades en investigación. Nosotros vamos a considerar, cuatro grandes grupos y su actual fase de desarrollo, aun sabiendo que hay otros grupos muy interesantes, que potencialmente pueden desarrollarse. Las fases que hemos considerado las hemos denominado de la misma manera que las fases conocidas en otras industrias de producción animal terrestre, como el pollo (Trouw,1998).

1. Cultivos de nuevas especies (lenguado, besugo...): fase inicial.
2. Cultivos marinos de peces (dorada, lubina y rodaballo): fase de crecimiento.





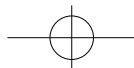
3. Cultivos marinos de moluscos (mejillón): fase inicial del desarrollo del procesado.
4. Cultivos continentales de peces (trucha): fase inicial del desarrollo de procesado.

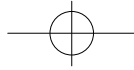
Los cultivos en la fase inicial necesitan concentrarse en los aspectos biotecnológicos, los cultivos en la fase de crecimiento necesitan concentrarse en la optimización de las tecnologías de producción, y los cultivos en fase de desarrollo del procesado necesitan concentrarse en las nuevas formas de comercialización y presentación. Por supuesto que en ningún cultivo, independientemente de la fase de desarrollo en que se encuentre, puede olvidarse de los otros aspectos.

En el caso actual de España, y para las tres industrias cuya facturación anual sobrepasa los 10.000 millones de pesetas, hemos superado la fase inicial de desarrollo y las necesidades de investigación se tienen que centrar en una mejora de la eficiencia en el ciclo productivo, y en un esfuerzo en la presentación de los productos, acorde con la nueva distribución y demanda en el mercado.

En el caso de los cultivos de peces marinos estamos asistiendo a un crecimiento vertiginoso de la producción, pero los procesos de producción son poco eficientes si se comparan con otras industrias acuícolas más maduras. A pesar de ello, y debido al alto precio de estas especies en el mercado, la industria está en una situación buena y saneada y, por ello, hay que aprovechar la ocasión para aprender a reducir costos.

En el caso de los cultivos de mejillón, nos encontramos en una fase donde ya la industria, tras sufrir algunas crisis importantes, ha madurado y ha desarrollado unos métodos de producción muy eficientes y, en estos momentos, se está en una fase de búsqueda de nuevas





presentaciones para comercializar en canales distintos de los tradicionales.

En el caso de los cultivos de truchas, todo el sector ha pasado una crisis muy severa, en algunos momentos precipitada por las importaciones masivas de salmón, pero en la actualidad las unidades de producción que están trabajando son muy eficientes. Sin embargo, la crisis continuada de muchos años no ha permitido a esta industria invertir en tecnología de producción y creo que en el futuro se avecina una fase de inversiones importantes en la adaptación tecnológica de estas empresas.

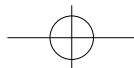
La anterior breve descripción de los sectores en producción la he realizado para poner en evidencia sus necesidades en investigación. Considero particularmente interesante mencionar que hay pocos desarrollos tecnológicos en los centros de investigación en España, tendentes a optimizar las tecnologías de producción, y la mayor parte de los desarrollos se están realizando por nuestras empresas mediante las importaciones de tecnología de otros países.

A continuación de esta introducción, pasamos a describir las líneas que consideramos prioritarias:

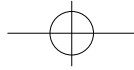
### 3.3.1. Mejoras en la gestión de la producción (dimensionamiento adecuado de las granjas)

En acuicultura nos encontramos con que los ciclos productivos por lo general son extremadamente largos si se comparan con otros ciclos de producción intensiva animal terrestre.

En el caso de las doradas y lubinas, el ciclo actual general,





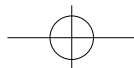


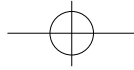
aunque hay distintas posibilidades de producción, partiendo de alevines de 2 a 5 gramos, es de unos 15 a 17 meses para tallas comerciales de 350 gramos, y de unos 20 a 24 meses para la lubina. En estos cultivos existen demandas en el mercado para tallas sustancialmente mayores de 1, 2 y 3 kilogramos. Hay intentos de distintas granjas para alcanzar estos tamaños, pero los ciclos son extremadamente largos y por ello los costos de producción son muy elevados.

En el caso de los rodaballos, el ciclo normal de una granja eficiente, partiendo de alevines de 3 a 5 gramos, es de unos 28 meses para alcanzar los dos kilogramos de peso, aunque existen tallas comercialmente interesantes sustancialmente superiores de 3 y 4 kilogramos, por lo que los ciclos pueden llegar a ser sustancialmente mayores.

En el caso de los peces marinos, estos largos ciclos de producción obligan a mantener una enorme cantidad de peces vivos (biomasa) en la instalación, ya que se solapan las producciones de varios años. Por ello, existen unas inversiones muy importantes dentro de las granjas de peces vivos, stocks que es posible asegurar por compañías especializadas, pero hasta hoy no hay bancos en España que los acepten como garantía, a diferencia de otros países, lo que supone un freno importante a la acuicultura marina española.

Hay que realizar un esfuerzo tecnológico importante, para reducir la duración de los ciclos, pues supone un costo importante y un riesgo prolongado. Además de las líneas de investigación en genética y control de la maduración sexual, es muy importante, para definir estrategias de producción en ciclos tan largos, tener unos programas de análisis de costos, ya que éstos nos ayudarán a tomar las decisiones más correctas en cada momento. A pesar de que pueda no ser un tema estrictamente tecnológico, por





su influencia en los resultados de las granjas, es importante resaltarlo.

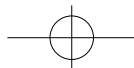
Las decisiones de traída de alevines mayores, de especializarse en preengordes hasta tallas medianas, de dejar parte de la producción para tallas comerciales mayores, etcétera. es una decisión fundamentalmente económica, por lo que promover investigaciones de economistas en este sentido será de gran utilidad.

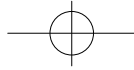
En el caso de las truchas se comenzó con ciclos de producción de 12 a 16 meses, habiéndose reducido sustancialmente en la actualidad. La reducción de este ciclo ha permitido reducir las toneladas de peces vivos de la granja, y ha ayudado a optimizar la producción de la granja, al estar menos influenciadas por el período de sequía estival. También existen empresas que suministran alevines sustancialmente mayores que los tradicionalmente utilizados, lo que ha ayudado a reducir la duración del ciclo.

En el caso de los mejillones, el ciclo de producción es de aproximadamente 12 meses para los tamaños que requiere el mercado actual. Sin embargo, existe un tamaño comercial sustancialmente menor en Europa, que podría influir significativamente en la rentabilidad de las bateas actuales.

Con la descripción anterior he querido evidenciar la importancia de una correcta gestión de la producción, ya que hay multitud de decisiones empresariales que precisan de una analítica de costos y de mercados, para poder tomarlas con mayor conocimiento.

Todo el análisis económico de la industria permitirá ayudar a tomar decisiones sobre el tipo de empresa que tiene más posibilidades de desarrollar este sector en el futuro. En la actualidad existen empresas de alevinaje, de preengorde, de engorde, de fabricación de piensos,... Y





será interesante, para el momento de planificar el futuro del sector, estudiar y conocer las posibilidades de integración, especialización, etc. y aquilatar las dimensiones de la unidad mínima capaz de competir en el mercado a medio y largo plazo, intentando promover las uniones o la creación de cooperativas de la dimensión más correcta.

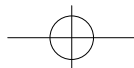
### 3.3.2. Sistemas de manejo de peces y moluscos

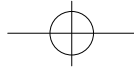
Los cultivos iniciales se basaban en dejar la semilla en las unidades de engorde y tocarlas lo menos posible durante el ciclo productivo. Cualquier manejo de los peces o moluscos sin los equipos adecuados dañaba físicamente las especies en cultivo y llevaba aparejados problemas posteriores de mortalidades y aparición de enfermedades. La verdad es que eso era una operación complicada y en algunas especies lo sigue siendo. Vamos a diferenciar los peces de los moluscos.

En el caso de los peces, para optimizar el uso de las unidades de engorde, es fundamental hacer el mejor uso del volumen disponible, sin que dañe el estado sanitario de los peces. Esto precisa de una continua clasificación y conteo de peces.

En el caso de las truchas, estas operaciones están perfectamente mecanizadas y los diseños de las granjas permiten realizar estos movimientos sin que afecten a los peces.

En el caso de los salmones, estas operaciones que antes suponían un índice de mortalidad importante por las pérdidas de escamas de los peces, hoy existen diseños muy mejorados, que permiten un manejo fácil y sin daño para los peces, que conlleva la ventaja de acrecentar el





tamaño de los peces y clasificarlos perfectamente.

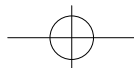
En el caso de las doradas, la clasificación se realiza con maquinaria proveniente de los cultivos de salmónidos. Sin embargo, la lubina es mucho más delicada y todavía queda por investigar nuevos diseños y métodos.

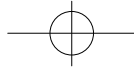
En el caso del rodaballo, al ser un pez plano, requiere una maquinaria específica y no es fácil utilizar la maquinaria proveniente de los salmónidos. Por ser una industria muy modesta en toneladas, no hay empresas de fabricación de maquinaria auxiliar que estén interesadas en desarrollar modelos con tan escaso mercado. Sin embargo, hoy en día se realizan multitud de operaciones casi manualmente, por lo que el despliegue de nueva maquinaria podría optimizar mucho el uso de las granjas actuales.

La maquinaria actualmente existente está en continua evolución, desde la industria del salmón a la de la dorada, utilizándose principalmente en el manejo de peces las siguientes unidades:

- c Sistemas de agrupamiento de peces.
- c Bombas de succión.
- c Clasificadoras y contadoras.
- c Sistemas de distribución y movimiento de peces clasificados.

En el caso de los moluscos, principalmente en el del mejillón, existe el desarrollo de una maquinaria excepcional desarrollada íntegramente en España, que permite realizar las operaciones de siembra, desdoble, cosechado y posterior clasificación, y utilizar las bateas con una gran eficiencia. En el caso de otras especies de moluscos en España, no están particularmente desarrollada la maquinaria, y es previsible que en el futuro, muchas





operaciones que se realizan hoy manualmente haya que mecanizarlas.

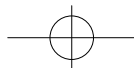
En conclusión: todos los sistemas de manejo de los animales en cultivo deben estar en una continua evolución e investigación para mejorar la efectividad de las granjas.

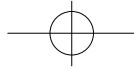
### 3.3.3. Automatización y monitorización. Sistemas de vigilancia

Existen en la industria naval y en la pesquera sistemas electrónicos muy sofisticados para facilitar todos los procesos aparejados a la industria naval y a la pesca en el mar. Tienen en común con la acuicultura que están diseñados para trabajar en el mar, y lo que la acuicultura precisa es definir las operaciones que requiere para que estas tecnologías desarrolladas puedan aplicarse. Las líneas más interesantes para la acuicultura actual son las siguientes:

- c Sistemas de conteo y medición de la biomasa.
- c Sistemas de balizamiento y vigilancia.
- c Sistemas de monitorización de condiciones oceanográficas.
- c Sistemas de comunicación.
- c Sistemas de seguridad en el trabajo submarino y de superficie.
- c Sistemas de revisión de redes y anclajes.

### 3.3.4. Tratamientos de agua, esterilización y oxigenación, tratamiento de efluentes, sistemas de recirculación



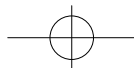


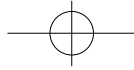
La acuicultura se realiza en el medio acuático y, por ello, es una herramienta vital el poder controlar las condiciones del agua, que es donde se desarrollan los cultivos. Como ya hemos resaltado, a diferencia de la producción animal terrestre cuyas especies respiran aire y, por tanto, su vida se desarrolla en una atmósfera de características constantes, la respiración de los organismos acuáticos se realiza en el agua, que es un medio natural muy cambiante (turbidez, sólidos en suspensión, plancton...). De aquí que sea una constante en la acuicultura intentar que los cultivos, especialmente en sus fases más delicadas, partan de unas características homogéneas, y de la misma manera se utilizan métodos para devolver al medio el agua en las mejores condiciones mediante filtraciones o decantaciones. En cualquier caso los tratamientos de agua que mencionamos, se refieren a las instalaciones que se desarrollan dentro de unos caudales controlados, siendo de poca aplicación por lo general a los cultivos sustentados en el mar, como las jaulas o las bateas, aunque sean de aplicación a los cultivos auxiliares (depuradoras, criaderos, preengordes...).

#### Filtración

En el caso de las truchas, los esfuerzos iniciales se centraron en las filtraciones de los sólidos de gran tamaño que venían por los ríos (hojas, ramas, algas...) y se diseñaron filtros especiales para grandes caudales. Para los efluentes se utilizaron las balsas de decantación, aunque ya se está considerando la utilización de filtros.

En el caso de las granjas marinas, las filtraciones del agua en los engordes realizados en tierra, como en el caso de los rodaballos, tiene ciertas similitudes con los filtros de truchas. En los casos de los cultivos larvarios,





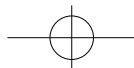
existen unos equipos de filtración muy finos y para caudales importantes, por lo que son procesos caros. En cualquier caso, las filtraciones y tratamientos precisos dependen de las características de cada emplazamiento y hay una enorme variedad de sistemas, que van desde la filtración con arena, la extracción del hierro del agua o los intentos de filtrar el plancton. En la actualidad se están realizando esfuerzos de investigación muy grandes para la mejora de la filtración biológica, que es fundamental para implementar los procesos de recirculación. De la misma manera existe una extensa gama de equipos de filtración diseñados para grandes caudales, que se utilizan para los tratamientos de efluentes.

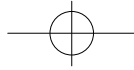
### Esterilización

A continuación de los procesos de filtración, y especialmente para los casos de los cultivos larvarios marinos y los sistemas de recirculación, se realizan estos procesos que tienen como objetivo conseguir que el agua sea un medio estéril. Son comúnmente utilizados los tratamientos mediante rayos ultravioleta, pero también se utilizan otros variados métodos (ozonización...). Estos sistemas también tienen un uso directo en las depuradoras de moluscos, que han desarrollado eficientes técnicas (cloración...) para los usos de grandes volúmenes de agua.

### Calentamiento y enfriamiento

Para controlar el medio acuático y poder realizar los cultivos en las temperaturas óptimas, son ampliamente utilizados los sistemas de calentamiento y enfriamiento. No se puede decir que estos sistemas tengan que estar específicamente diseñados para la acuicultura, y la





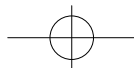
tecnología está muy desarrollada por otras industrias, como pueden ser las del acondicionamiento del aire; sin embargo, la acuicultura precisa de grandes caudales y de una fiabilidad absoluta, que no requieren otras industrias. Como ejemplo están los mantenimientos de reproductores en los que no se deberían cometer fallos por el tremendo coste económico. Por ello existe una investigación continuada en los sistemas de control, y en los propios de ahorro de energía, por los importantes caudales utilizados.

### Oxigenación

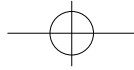
Existen varios métodos para incrementar el oxígeno del agua de los cultivos, y la utilización de uno u otro método dependerá del coste económico y de los resultados en la producción. Se comenzó utilizando aireadores que inyectan aire en el agua, cuya eficiencia depende del grado de saturación del agua donde se inyecta, y siguen siendo de uso común en muchos cultivos de tipo extensivo o lagunar, pero mucho menos comunes en los cultivos intensivos.

Con la bajada de los precios del oxígeno líquido y los buenos resultados en los aumentos de la producción, se ha generalizado el uso de oxígeno, en el sector de la trucha, donde ha conseguido ayudar en el proceso de sequía estival, y en los cultivos marinos realizados en tierra (rodaballo, dorada y lubina). Existen multitud de sistemas de inyección de oxígeno y es un tema en permanente investigación para mejorar su eficiencia, por su importancia económica.

En realidad, el sistema de oxigenación es un primer paso de una recirculación, no muy completa, pues precisa de importantes renovaciones de agua, pero de muy sencilla aplicación.







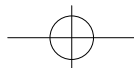
### Tratamiento de efluentes, caudalímetros

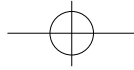
Como toda actividad sostenible y responsable, la acuicultura está tomando las medidas precisas para que sus efluentes vuelvan al medio en las mejores condiciones. Los tradicionalmente utilizados son las balsas de decantación y los filtros. Sin embargo, hoy internacionalmente se viene realizando un gran esfuerzo en la mejora de la gestión de la producción para minimizar los posibles impactos, y que los efluentes en su punto de partida sean lo menos inocuos que se pueda.

En la legislación española y comunitaria existe una serie de parámetros que hay que monitorizar de manera continuada y de los que se desprende el pago de unos cánones. Por ello es muy conveniente abrir líneas de investigación, que permitan a la industria disponer de equipos con un costo asumible, que detecten los parámetros indicadores de los efluentes, y de otros equipos que ayuden a minimizar estos efectos. Especialmente en el caso de los equipos de medición de caudales, será muy importante desarrollar líneas de investigación, pues en el borrador de la nueva Ley de Aguas, se contempla la medición de los caudales utilizados como un objetivo prioritario y la industria de la acuicultura utiliza volúmenes sustancialmente mayores que los de otras industrias.

### Sistemas de recirculación

Existe un enorme interés mundial por desarrollar estos sistemas. Sobre el papel reúne todas las ventajas: por una parte, se independiza del medio y permite realizar los cultivos en condiciones homogéneas y, por otra, se reducen prácticamente a cero los efectos sobre el medio ambiente.

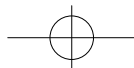




Sin embargo, hay que señalar que en la industria se viene escuchando, desde hace muchos años, que se había desarrollado una tecnología que sería la supersolución de todos los problemas y, de una forma muy extendida, se pronosticaban los grandes desastres que seguirían a dichos proyectos ultramodernos. Sin embargo, en la actualidad ya existen industrias importantes con sistemas de recirculación en funcionamiento desde hace muchos años, como puede ser el caso de las anguilas, preengordes de distintas especies, y el de los grandes acuarios de todo el mundo entre otros. Cuando se habla de recirculación, tenemos que diferenciar la renovación precisa para operarlos, ya que varían enormemente los sistemas según la proporción de agua renovada. Estos sistemas, sin duda, se van a imponer en el futuro y conviene investigar y profundizar en ellos, siempre teniendo en cuenta que tienen que cumplir las premisas que requiere la industria de la acuicultura, que son simplicidad, fiabilidad y economía.

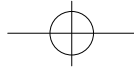
### 3.3.5. Nuevos piensos y su distribución en granja

Los piensos compuestos han supuesto la revolución de la acuicultura y han permitido el desarrollo de la industria. Están fuertemente basados en las harinas de pescado y sobre todo en los aceites de pescado. Se han mejorado sustancialmente la calidad de las harinas y los aceites de pescado, y las formulaciones son mucho mejores, por lo que se está optimizando de manera muy importante el uso de estas harinas. Se está investigando y progresando significativamente en la utilización de proteínas de origen vegetal. Conviene señalar que en cualquier caso el consumo de harinas de pescado en la acuicultura es mínimo, si se compara con los usos de estas harinas por la ganadería porcina, avícola, vacuna, piensos para animales domésticos, etc. Es importante resaltar que la eficiencia de



transformación del pienso en la industria piscícola por ser animales de sangre fría, es sustancialmente mejor que la producción animal terrestre y se cifra en el uso del 30 al 40% de la energía del pienso en crecimiento y, en el caso de ganadería terrestre, es del 10%, ya que no se consume energía ni para mantener el cuerpo caliente, ni para sustentarse. En el caso de que los peces no sufran de estrés y la formulación sea la adecuada, las transformaciones son espectaculares (en Noruega, con una fórmula experimental se ha conseguido con 0.8 kilogramos de pienso producir un kilogramo de salmón). La investigación de los piensos es absolutamente vital para el desarrollo de la acuicultura española y debería ser una prioridad para todos los centros oficiales de investigación españoles, ya que quedan por desarrollarse especies que sólo son apreciadas en nuestro mercado, por lo que nosotros tendremos que realizar las investigaciones en las nuevas formulaciones. En las industrias maduras de acuicultura el pienso supone un coste de producción cercano al 40%.

Sin embargo, recientemente ha quedado perfectamente claro que la formulación del pienso es una parte importante, pero la forma de alimentar los peces y el estado de ellos en las unidades de producción es de igual o mayor importancia. Si un pez está estresado, no utiliza la energía del pienso en crecer, y se pierde esta energía en la actividad, respiración, etc. Tradicionalmente se han utilizado tablas de alimentación para calcular la ración, siendo ésta una de las pocas ganaderías que no se alimentan por autodemanda, pero desde hace muy poco se está investigando muy intensamente el diseño de equipos que nos permitan conocer el grado de apetito de los peces cada día y en cada momento. Estos equipos ya se están utilizando en la industria del salmón y están dando resultados sorprendentes en cuanto a los crecimientos. Se menciona como ejemplo, que la forma de alimentar a los peces basándose en lo que



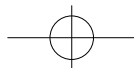
ve la persona que distribuye la alimentación, es como dar de comer a los cerdos de una granja con los ojos cerrados, guiándose por los gruñidos que estos emitan. Todo lo expuesto nos evidencia la necesidad de investigar en sensores, detectores, alimentadores, etc., en suma, en todo eso que supone uno de los mayores costos en la producción piscícola.

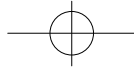
Todas las investigaciones en alimentación automática y efectiva de la industria de la acuicultura cuenta con un mercado mundial muy importante. Se da el caso de que uno de los sistemas más efectivos y revolucionarios de alimentación de los peces en jaulas se ha desarrollado en Australia, que no tiene una industria particularmente importante en cuanto a cultivos marinos y que, sin embargo, está teniendo una repercusión mundial.

Hay que considerar que la distribución de los piensos se realiza en situaciones muy dispares, especialmente en las instalaciones de mar abierto muy complicado, por lo que existe un enorme campo de investigación en los diseños precisos para cubrir las necesidades de toda esta industria.

### 3.3.6. Homologación de los nuevos materiales que hay que utilizar. Mejoras en la seguridad del proceso productivo

La acuicultura tiene multitud de características comunes con la ganadería terrestre, pero las especies acuáticas tienen la particularidad de que deben respirar en el agua. Esto significa que los aportes de agua o las condiciones del medio donde se desarrollan los cultivos tienen que tener una continuidad y unas garantías absolutas. Es decir, tenemos que asegurar mantener unas condiciones donde los peces o moluscos puedan estar vivos, lo que en comparación con una granja de pollos significaría que tendríamos que estar preocupados con los aportes de aire. Por ello, la seguridad en una granja acuícola tiene

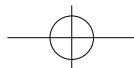


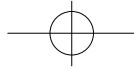


que estar muy por encima de los parámetros de otras industrias.

En particular, como ya hemos mencionado, muchos de los ciclos actuales de los procesos de cría son extremadamente largos en comparación con otras producciones animales. Esto tiene como consecuencia que las granjas acuícolas, mantienen unos stocks muy grandes de peces vivos, ya que se mezclan las distintas generaciones. Es muy común que el valor de los stocks en la granja sea muy superior al valor de las instalaciones. Por ello, todos los temas relacionados con la seguridad de los stocks en las granjas son absolutamente vitales, pues un accidente, en muchos casos, llevaría aparejado el cierre de la instalación.

Es difícil generalizar por estar hablando de muy distintos sistemas de cultivos de peces y moluscos, pero hay una tendencia a asegurar los riesgos de accidente en las empresas acuícolas. El problema principal es contar con las compañías especializadas, que puedan compartir el riesgo de cada granja en cada emplazamiento. En general, en la madura industria del salmón existen variadas casas de seguros especializadas, pero en realidad éstos se realizan con sistemas y en condiciones relativamente similares. En el caso de España, en algunos de estos cultivos que se están iniciando carecen de la experiencia suficiente para que las casas de seguro puedan analizar el riesgo con cierta perspectiva y, por ello, gran parte del desarrollo de la industria se está realizando sin el debido aseguramiento. Esto lleva aparejado que los nuevos empresarios estén asumiendo todo el riesgo de un negocio que desconocen, y en muchos casos con un notable asesoramiento de las casas proveedoras de equipos, que, aun teniendo gran experiencia, tienen lógicamente intereses en la venta de sus equipos. El que la industria naciente pudiera desarrollarse estando asegurada, tendría la ventaja de

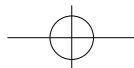




que las propias casas de seguro y, por consiguiente, los bancos que financian la granja estarían velando para que disminuyan los riesgos técnicos del proceso. Por lo que toda la política de seguros debería ser una línea prioritaria de investigación, para facilitar el desarrollo de esta industria acuícola.

La acuicultura en España no tiene la dimensión suficiente, en general, para que existan equipos específicos, salvo en el caso del mejillón y de la trucha. Normalmente se utilizan los equipos que han desarrollado industrias similares, adaptándolos a las necesidades de la acuicultura. Pero la gran actividad que se está llevando a cabo pone en evidencia que hay equipos y materiales que tienen que desarrollarse de manera específica para las granjas, ya que requieren condiciones muy especiales. El caso de las jaulas flotantes en las condiciones expuestas del Mediterráneo está demostrando que hay que desarrollar materiales específicos. En España existe una gran tradición de construcción naval y pesquera y, por ello, hay una multitud de industrias auxiliares (redes, cadenas, estachas...), que les suministran sus productos desde hace muchos años. Estas industrias auxiliares españolas podrían adaptar sus productos a las necesidades de la nueva industria acuícola. La rapidez del desarrollo de la acuicultura es tal, que a veces parece que la industria acuícola y el mercado que originan no tiene la dimensión suficiente para que puedan pagar el costo del desarrollo de los nuevos productos. Sin embargo, conviene recordar que sólo la acuicultura de doradas y lubinas en el Mediterráneo facturó en 1998 cerca de 100.000 millones de pesetas.

En general, los suministros de redes y materiales de la pesca están diseñados para esa actividad, particularmente las redes, que están diseñadas para resistir a la tracción de los arrastres. Como ejemplo, las jaulas flotantes y las bateas precisan de una resistencia a la fatiga por estar continuamente sumergidas y sometidas a las acciones del

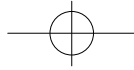


mar, por lo que los materiales que se deben utilizar en la fabricación de estos utensilios tendrán que modificarse sustancialmente.

La conclusión que podemos sacar es que hay que realizar un importante esfuerzo de investigación en conseguir desarrollar nuevos materiales y equipos específicos para la acuicultura, siempre teniendo en cuenta que existe un gran mercado mundial de estos productos. La forma de que sean comerciales es conseguir una clasificación y homologación adecuada, que cumpla todas las disposiciones de seguridad requeridas por la industria. Estas líneas de investigación conseguirían abrir nuevos mercados a industrias ya existentes en España, y dotarían a las granjas españolas de materiales nacionales con la calidad requerida, cumpliendo una función social muy importante.

En lo que denominamos seguridad del proceso productivo, tenemos que considerar como línea prioritaria de investigación, a pesar de que puede no ser un tema estrictamente tecnológico, todos los temas relacionados con la seguridad e higiene en el trabajo de las granjas. Por lo general, esta nueva actividad no tiene ningún reglamento sobre riesgos y medidas preventivas, por lo que es necesario promover estudios que puedan definir los riesgos y promover las medidas preventivas acordes con la nueva industria. Todo ello, antes de tener que utilizar reglamentos diseñados para otras actividades, que siempre dará lugar a malas interpretaciones en perjuicio de los empresarios y trabajadores de las granjas. Es particularmente interesante promover investigaciones y análisis de medicina preventiva, para todas las actividades del buceo realizado en las granjas.

### 3.3.7. Jaulas y cultivos de moluscos en lugares de mar abierto. Barcos y plataformas

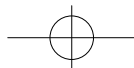


### de apoyo en instalaciones expuestas

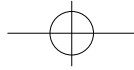
Cuando nos referimos a mar abierto nos referimos, hoy por hoy, a la zona costera, que consideraremos una fase intermedia antes de acometer proyectos en océano abierto.

El litoral español se caracteriza por ser muy abierto y por un uso turístico especialmente intenso. En el caso de las rías gallegas, hay una grandísima actividad de explotación de los recursos marinos, dinamizando una enorme actividad que afecta a sectores sociales muy diversos, de la que depende en gran medida la población costera. Estas características de España nos hacen ver el futuro de la acuicultura en lugares expuestos, que minimicen su impacto en los usos tradicionales costeros. La acuicultura en mar abierto se considera que es el futuro, pero todavía hoy se contempla como un reto tecnológico de ingeniería muy importante. Hay en todo el mundo un gran interés en desarrollar estos sistemas, pero en la actualidad no existe una industria que podamos denominar consolidada y de la que se pueda decir que está ubicada en mar abierto. Sí es cierto que existen instalaciones más o menos aisladas, que están preparadas para resistir olas importantes en Noruega, Irlanda, Japón, España... instalaciones que, por lo general, están ubicadas en emplazamientos que esporádicamente deben soportar y sufrir grandes temporales, pero durante la mayor parte del año se puede trabajar en las jaulas con relativa normalidad.

Es importante señalar que los cultivos en mar abierto requieren de una atención continuada en las tareas de alimentación, cambio de redes, cosechado,... Por ello, las instalaciones que diseñemos no sólo tienen que resistir las condiciones físicas del océano, sino que deben permitir criarse los peces o moluscos. Por lo general, y en



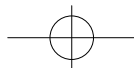


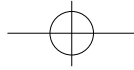


comparación con las jaulas flotantes instaladas en lugares protegidos, los costes de producción se incrementarán, por lo que es muy importante dimensionar las granjas, que permitan la adquisición de un material de apoyo (barcos, grúas...), y definir bien el tipo de ciclo que queremos desarrollar en estos sistemas, al que les beneficiará que se puedan reducir al mínimo las operaciones diarias de manejo de peces.

En el caso de los moluscos, y particularmente en Galicia donde el océano tiene una productividad primaria muy importante, sería de interés promover investigaciones exploratorias para diseñar sistemas que nos permitiesen poner en explotación emplazamientos novedosos. Los cultivos de mejillón en mar abierto se consideran como una posibilidad real en muchos simposios, donde se trata sobre los aspectos relacionados con la explotación del océano abierto. En cualquier caso debemos tener en cuenta el profundo conocimiento que se tiene del mejillón en España, muy por encima de la mayoría de los países productores. El sector productor de mejillones actualmente se pronuncia decididamente a favor de continuar con los cultivos de bateas de la manera que se viene realizando actualmente, y les preocupa que cualquier otra actividad acuícola que se inicie en los exteriores de las rías, pueda afectar a las corrientes y, en consecuencia, afectar a la actual configuración de los polígonos productores. Por ello, y viendo la enorme industria que existe, cualquier movimiento debería contar con el beneplácito del sector, que podría involucrarse en unas investigaciones cuidadosas que permitan ampliar los conocimientos, respetando la industria existente.

Todos los cultivos en mar abierto deben tener buenos barcos y plataformas de apoyo que permitan dar un servicio continuado a las granjas. Estos barcos o





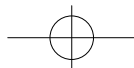
plataformas tienen que estar concebidos para resistir las condiciones físicas del emplazamiento y para dar el servicio requerido a la granja que apoye. Estos diseños conllevan un desarrollo de ingeniería naval, que tan sólo tiene antecedentes en las explotaciones petrolíferas «offshore», que evidentemente tienen otra dimensión económica en comparación con la acuicultura, tal como la concebimos hoy en día.

En definitiva, la explotación del océano abierto es una tarea muy complicada, de interés mundial, pero que abre unas posibilidades asombrosas de los desarrollos de las granjas. No tenemos que olvidar que la actividad de la acuicultura ha de poder suministrar a los mercados productos a precios competitivos. Es un reto, por tanto, de la ingeniería naval, ocuparse en el diseño de sistemas que resistan la fuerza y la energía de los océanos, y que permitan realizarlo a precios adecuados para que las granjas sean rentables.

#### 3.4. APLICACIÓN DE NUEVAS TECNOLOGÍAS EN LA COMERCIALIZACIÓN DE LOS PRODUCTOS DE LA ACUICULTURA

Como ya hemos indicado, España por su centenaria tradición pesquera tiene hábitos arraigados de consumo de pescado, que en las últimas estadísticas se cifran en 38 kilogramos por habitante y año. Es una cifra casi tres veces superior al consumo medio europeo, lo que unido a la gran población de España convierte a nuestro país en un gran consumidor de pescado. Por los distintos tipos de mares que rodean España, el mercado aprecia un gran número de especies, por las que en la actualidad se pagan precios sumamente altos.

Cuando el pescado escasea, las especies que tienen una

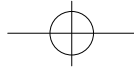


tradición importante de consumo alcanzan precios muy altos. Tradicionalmente la acuicultura, cuando se inicia la producción en una granja, elige las especies particularmente apreciadas en el mercado. El problema de estos comienzos es que muchas veces el elevado precio de esas especies está asociado a la escasez, y cuando la acuicultura empieza a producir dichas especies y puede empezar a suministrar con regularidad, el mercado no es lo suficientemente amplio para asimilar esa oferta extra de la acuicultura. La subida de precios de esas especies salvajes tan escasas puede propiciar que sean los propios pescadores y distribuidores quienes se encarguen de desprestigiar el producto de la acuicultura.

Es interesante describir brevemente, aun a riesgo de simplificar demasiado los hechos, la historia de la entrada en el mercado de las especies de la acuicultura española.

El caso más antiguo es el del mejillón, cuya producción masiva actual de cerca de 280.000 toneladas por año, en gran medida se debe a que hubo un sector conservero capaz de procesar y comercializar el producto. En un momento dado se hizo un gran esfuerzo en la instalación de depuradoras que permitieran una comercialización mayor en fresco; sin embargo, los precios pagados en fresco no resistían los costos del movimiento y preparación del mejillón y, salvo un sector que consiguió superar la crisis, es fácil ver depuradoras cerradas por todo lo largo de la costa gallega. Con todo, existe un mercado potencial muy importante, con las nuevas formas de presentación para la comercialización, que deja ver el esfuerzo que está realizando el sector.

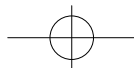
En el caso de la trucha, especie muy apreciada en los inicios de los cultivos, comparándose su calidad con la de la merluza, las instalaciones iniciales estaban muy diseminadas por todo el territorio español, por lo que la

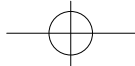


entrada en el mercado se hizo de manera más pausada: hasta las 4.000 toneladas por año el precio no varió sustancialmente, mientras que la presencia de otros cultivos en los mercados centrales fue casi inmediata. También es cierto que en los comienzos de los cultivos de la trucha se utilizaban unos piensos no muy desarrollados, que podían llegar a afectar su calidad, aspecto del proceso completamente superado en la actualidad, pues ahora se comercializa una trucha de calidad magnífica. Sin embargo, esta baja reputación inicial todavía afecta a otros productores de acuicultura. En la actualidad, la industria está desarrollando nuevas presentaciones comerciales (filetes, brochetas...) y está comercializando con éxito trucha congelada hacia Europa.

En el caso del rodaballo, especie que muchos denominan como el «faisán del mar», su entrada en el mercado, salvo en los comienzos donde los productores permanecieron unidos, fue realmente traumática, habiéndose cometido fallos importantes en la comercialización, de los que la acuicultura futura debería aprender. Con producciones casi insignificantes se afectó tremendamente el precio del mercado y prácticamente arruinó al sector cuando casi no se había empezado a producir. El rodaballo no tenía una tradición de consumo en gran parte de España y el esfuerzo de promoción y penetración en el mercado español del sector productor de rodaballos fue utilizado por holandeses y daneses para sus exportaciones de rodaballo de pesca. Sin embargo, hoy esta especie conocida en toda Europa y cuyas pesquerías están casi agotadas, con un mercado muy amplio, constituye una auténtica oportunidad, para Galicia particularmente, ya que reúne unas condiciones oceanográficas únicas en toda Europa.

En el caso de la dorada y la lubina, en los inicios de los



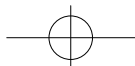


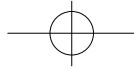
cultivos y dado que Italia apreciaba las tallas pequeñas, y parecía un mercado inagotable, las producciones españolas se exportaban en su casi totalidad. En España, la dorada tenía tradición de consumo sólo en el sur y en la costa mediterránea, pues la pescada en Galicia se exportaba a Italia en su totalidad. En cuanto a la lubina, por lo general se apreciaban tamaños mayores y, para la lubina pequeña o robaliza, los precios italianos eran sustancialmente mayores. Sin embargo, algunas empresas españolas acometieron la tarea de introducir estas especies en España, provocando la consiguiente reacción en el mercado nacional, de manera que, en la actualidad, se está convirtiendo en un mercado muy relevante e incisivo y netamente importador de las producciones de Grecia, Turquía, etc.

La mayor parte de la producción de la acuicultura se comercializa en fresco, con la importante excepción de los mejillones, en los que una gran mayoría de la producción se dirige a la conserva. Centrándonos en los productos frescos de la acuicultura, es interesante señalar las diferencias y posibles ventajas competitivas que tienen, comparándolos con los productos de la pesca, pues en el futuro se van a realizar esfuerzos en la identificación y marcado de los productos que deben contener esos aspectos.

Entre las principales ventajas de la acuicultura de la acuicultura sobre la pesca, encontramos las siguientes:

- c Calidad controlable.
- c Suministro predecible.
- c Gestión comercial con los stocks vivos.
- c Aplicación de nuevas tecnologías de conservación y envasado, partiendo de materias primas homogéneas.

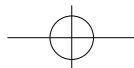


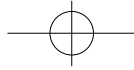


En relación con la aplicación de nuevas tecnologías de conservación y envasado, al igual que en toda la industria de alimentación, se está en una fase de permanente evolución, por lo que los mercados y los canales de distribución existentes en la actualidad pueden alterarse muy significativamente en el futuro.

Por ello, aunque en la actualidad la mayor parte de la producción de acuicultura marina se comercialice en fresco en el mercado nacional, tenemos que considerar un mercado mucho más globalizado e internacional, en el futuro, puesto que nuestros productos podrán distribuirse por todo el mundo. Con el mismo razonamiento tenemos que considerar que nos surgirán competidores de todo el mundo. Como ejemplo de lo que está pasando en la actualidad en productos de la pesca, y para el caso de especies de alto valor en España, nuestro mercado recibe a diario masivamente merluza y otros productos frescos de Chile, Argentina, Méjico, Namibia,... o marisco vivo de Canadá, Estados Unidos... La conclusión es que tenemos que considerar a la acuicultura con una perspectiva internacional, y para producciones importantes tendremos que centrarnos en producir aquellas de las que disponemos en condiciones óptimas en España, trabajando en identificar y diferenciar nuestros productos, como forma de garantizar el futuro.

El desarrollo de las tecnologías de la congelación y aplicado a los productos de la pesca supuso una revolución, pues se comercializó por canales totalmente distintos a los tradicionales de la pesca en fresco. Hoy en día la comercialización de productos pesqueros congelados tiene mucho más en común con la comercialización de otros productos vegetales congelados, que con la distribución en fresco. A pesar de que coinciden estos productos en los mercados centrales de pescado, los distribuidores de perecederos y

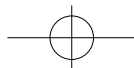


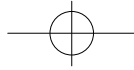


congelados son sustancialmente distintos.

En cualquier caso, el mercado de productos de la pesca es sumamente reacio a cambios, pues los consumos de especies apreciadas están asociados a nuestra cultura, a pesar de que los hábitos de consumo cambian sustancialmente con el paso de los años, como por ejemplo ocurre con el salmón, el filete de bacalao fresco, la merluza chilena,... Pero cuando se habla de nuevas presentaciones o introducciones de nuevas especies o productos, tenemos que ser conscientes de que es una tarea que lleva asociada unos costes muy importantes. Si nos ceñimos a la acuicultura, tenemos que ser constantes y a la vez cautelosos con los productos muy novedosos, puesto que no será fácil su introducción: como ejemplo podemos hablar de la introducción de filetes de trucha en fresco y, actualmente, de los nuevos envases del mejillón.

Por último, no podemos olvidar como tema actual y futuro la comercialización de los productos de la acuicultura en asuntos relacionados con el ocio y la pesca deportiva. La evolución de nuestra sociedad está consiguiendo que dispongamos de un mayor tiempo libre, y todas las actividades que se enfoquen a ser parte del ocio de las personas, son actividades de un claro futuro. Centrándonos en la pesca, y teniendo en cuenta que España ya es en la actualidad y en el futuro más, país receptor de un elevado número de jubilados europeos, tenemos por desarrollar una actividad importante de pesca deportiva, cuya importancia no podemos minimizar, sabiendo, por ejemplo, que en Estados Unidos actualmente se estima que existen unos 60 millones de pescadores de caña, dinamizando una industria muy importante. Esta actividad se está comenzando en España, pero en Europa se venían comercializando 20.000 toneladas de truchas a través de la pesca deportiva.





### 3.4.1. MEJORAS EN LA CALIDAD DEL PRODUCTO FINAL (ISO 9000, ISO14000...)

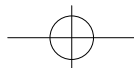
El permanente reto de la acuicultura consiste en ofrecer un producto de calidad a un mercado cada día más exigente.

La acuicultura en nuestro país no es una acuicultura de producción de proteínas como en países en desarrollo, sino que los productos van dirigidos a un mercado de un nivel medio y alto. Los productos de la acuicultura han de responder a una calidad permanente.

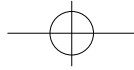
En el futuro el consumidor estará muy sensibilizado respecto a los productos consumidos. El sector de la acuicultura ya tiene experiencias de los efectos que puede significar una publicidad negativa. En el caso de los mejillones, que en la actualidad cuentan con una de las mejores analíticas del mundo en relación a las toxinas, cualquier accidente que se pudiera culpar a los mejillones tenía efectos contundentes sobre su consumo.

La implantación de unos sistemas de calidad en todo el proceso beneficiará al consumidor y al producto, en caso de crisis. La identificación de los productos y el uso de marcas deben ir asociados a un control importante de todo el proceso, el cual comienza con la introducción de la semilla o alevines, siguiendo con la fase de crecimiento y cosechado, para acabar con el control de todo el envasado y su distribución hasta el consumidor final.

Para la implantación de estos sistemas de calidad se requiere unas producciones mínimas, que puedan soportar todos estos gastos en los controles. Por ello, es importante promover organizaciones de productores que puedan dotarse de estos medios, ya que las empresas de







dimensión media y grande son conscientes y tienen medios para acometer estos retos.

En la actualidad, en España existen varias empresas de producción y de fabricación de pienso importantes en el proceso de certificación de las normas ISO 9000 de calidad.

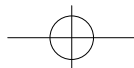
En cuanto a la implantación de las normas ISO 14000, que certifican la gestión medioambiental de las empresas, parece todavía algo lejano en el mercado español. Sin embargo, las empresas que centren sus esfuerzos en la exportación a países centroeuropeos, tienen que empezar a considerar estos sistemas con la máxima rapidez, como así está sucediendo en toda la industria de los invernaderos de producción agrícola del sur de España, de los que una parte importante de su producción va dirigida hacia Europa.

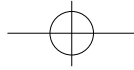
Una de las mayores empresas noruegas productoras de salmón ha obtenido recientemente la certificación ISO 14000, lo que debe considerarse como un buen precedente que hay que tomar en cuenta.

En definitiva, la industria futura de la acuicultura tendrá que adaptarse a la normativa y estándares de otras industrias de alimentación, lo que servirá para identificar y diferenciar los productos de la pesca, dato que se podrá utilizar como una ventaja, al permitir presentarse como una industria «verde», frente a la pesca actual que no tiene una imagen muy ecológica.

#### 3.4.2. Nuevas formas de conservación, presentación y distribución del producto final

Por un lado, el mercado español es enorme y deficitario y aprecia los productos pesqueros frescos; por otro, la



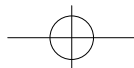


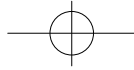
acuicultura se desarrolla en nuestro litoral y, por ello, se caracteriza por su cercanía a esos mercados. Es evidente, pues, que donde habrá que realizar un mayor esfuerzo para el desarrollo del mercado nacional ha de ser en la presentación en fresco, ya que es ahí donde tenemos una ventaja competitiva respecto a otros países productores, a quienes les será muy difícil competir en frescura con nuestra producción.

La congelación y otras formas de conservación que puedan alargar durante semanas la vida comercial de los productos de acuicultura, va a tener las ventajas de poder acceder a mercados muy distantes, pero va a tener que enfrentarse con la competencia de lejanos países productores.

Una de las mayores diferencias de la acuicultura frente a la pesca es que los productos que la acuicultura maneja están vivos y controlables, por lo que se puede elegir el método de sacrificio y controlar todo el proceso de conservación del pescado de manera muy precisa.

En Asia gran parte de los pescados más apreciados se comercializa en vivo. En el caso particular de Tokyo o Seúl, los mercados centrales de pescado casi parecen acuarios, por la cantidad de productos comercializados en vivo: ello es debido a que hay un gran consumo de productos en crudo y, consiguientemente, la frescura del producto es indispensable. En el caso español sólo se comercializa vivo actualmente el marisco, pues el grado de su frescura es fundamental para la calidad del producto. Sí que se puede mencionar que en los productos pesqueros, dependiendo de la calidad de la materia prima, la forma de cocinar se simplifica —y es bien conocida la cocina gallega, donde la propia simplicidad de la cocción permite apreciar la calidad natural del producto—, al contrario de la cocina europea, donde es difícil detectar si el producto es fresco,

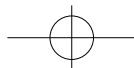


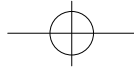


congelado, etc. La posible comercialización en vivo de los peces en acuicultura conllevaría un cambio en la estructura de la distribución tradicional española. Sin embargo, es un tema potencial de futuro, ya que valoraría la principal ventaja de la acuicultura frente a la pesca, que consiste en mantener los stocks vivos.

En el caso de los productos de la pesca, se están haciendo grandes esfuerzos para lograr nuevas presentaciones en fresco, habiéndose conseguido mejorar notablemente la calidad del pescado suministrado a las lonjas. Sin embargo, por trabajar con especies salvajes, la composición de los peces es sustancialmente distinta según las épocas del año. Por otra parte, el estado del mar y las condiciones meteorológicas varían, por lo que no es lo mismo el estado de los peces pescados cuando hay marejada que cuando la mar está en calma; no es lo mismo pescar en días de sol o en días nublados, por lo que el pescado puede presentar diferencias en su llegada a puerto. En definitiva, es muy difícil conseguir una materia prima homogénea como base de partida para utilizar las más modernas técnicas de preservación y envasado.

En el caso de la acuicultura, se puede elegir el momento y la forma de sacrificio de los productos producidos. Esta característica nos pone en las mismas condiciones de punto de partida que en toda la producción animal terrestre. Por lo que en teoría, con los productos producidos podremos introducir los avances en los envases, y copiar los métodos de conservación en fresco de otros productos perecederos. Las líneas futuras de investigación serán las relacionadas con los distintos métodos de sacrificio (tipos de hielo, nuevos métodos,...), y el conocimiento de los procesos bioquímicos de descomposición del producto, según los distintos métodos de conservación elegidos (atmósfera





modificada,...) hasta su consumo final.

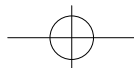
La comercialización de los productos acuícolas precisará investigar en los diseños de las salas de procesado, adaptando la tecnología existente para los productos de la pesca. Las características específicas de la acuicultura requerirá adaptar la maquinaria precisa para las nuevas presentaciones de nuestros productos (balanzas, fileteadoras...).

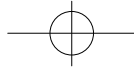
Las actuales cajas de poliestireno generalizadas en todo el comercio de pescado precisarán investigación continuada para adaptarse a las nuevas necesidades. Todas las nuevas presentaciones obligarán a diseñar nuevos envases, (bandejas, plásticos,...), que deberán ser perfectamente reciclables. En definitiva, la industria de la acuicultura debe tener unas líneas de investigación permanentemente abiertas, que le permita conocer y adaptar los avances alcanzados en otros sectores de productos perecederos.

En definitiva, el crecimiento de la industria de la acuicultura tiene que ir acompañado de investigaciones en el campo de la presentación de nuevos productos, que permitan adaptarse a las necesidades que los futuros consumidores requieran. Es interesante señalar el caso de la industria de los cultivos del bagre (catfish) en Estados Unidos, donde la Universidad de Auburn, en Alabama invirtió varios miles de millones de pesetas en la investigación de nuevas presentaciones comerciales del bagre, lo que permitió crecer a la industria acuícola hasta las producciones actuales, que rondan las 400.000 toneladas anuales.

#### 3.4.3. Gestión de la comercialización

La acuicultura comercializa productos tradicionales de la pesca. Sin embargo, hay diferencias con la





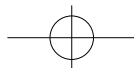
# 4

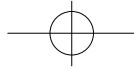
## RIESGOS Y RETOS TECNOLÓGICOS PARA EL FUTURO DESARROLLO

En relación con las amenazas y retos tecnológicos del futuro de la acuicultura, existen unos temas comunes a todo el sector, y otros específicos de cada subsector, como ya hemos explicado, por lo que empezaremos por los comunes y, a continuación, enumeraremos las líneas de I+D que hay que promocionar, específicas de cada subsector.

Riesgos comunes a los desarrollos tecnológicos de la acuicultura:

1. La investigación pública tiene que evolucionar, trabajando en las líneas que beneficien el desarrollo del sector, coordinando y dirigiendo los esfuerzos hacia los problemas más urgentes que la industria se va encontrando. La anómala situación actual, a pesar de existir una infraestructura en investigadores e instalaciones muy brillante, se ha debido a que no se han encontrado las fórmulas de gestión adecuadas, para que sea fácil la transmisión de las necesidades del sector industrial al sector investigador.
2. Existe una falta de planificación por parte de la Administración, que permita ordenar de manera adecuada el crecimiento y la consolidación de la industria acuícola. Esto constituye hoy una seria



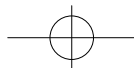


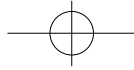
amenaza que puede comprometer el futuro del sector, especialmente su posicionamiento internacional, teniendo en cuenta que la definición del tipo de concesión, distancias mínimas, etc., influirán en el tipo de tecnología que se pretenda desarrollar.

3. El sector industrial tiene que ser consciente de la internacionalización del mercado de los productos acuícolas, por lo que los competidores podrán surgir en países lejanos, especialmente cuando los productos tengan una vida comercial superior a la tradicional comercialización en fresco.
4. El sector tiene que ser consciente de la importancia de la «imagen» pública que en el futuro debe tener la industria acuícola como industria responsable, por lo que deberá dotarse de los medios precisos que puedan transmitir la imagen más adecuada, como sector de futuro con un desarrollo sostenible y compatible con los usos tradicionales de la costa, especialmente en los temas relacionados con el medio ambiente y con la seguridad en el trabajo.
5. El sector acuícola tiene un enorme y creciente desarrollo mundial. Ningún subsector de la acuicultura que no tenga un continuo desarrollo tecnológico podrá sobrevivir en el futuro, siendo necesarias unas permanentes líneas de investigación tecnológicas propias, que permitan competir en el futuro.

Retos para los desarrollos tecnológicos comunes a la acuicultura española:

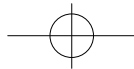
1. España está pasando de ser una potencia pesquera y consumidora de productos pesqueros, a ser una potencia tan sólo consumidora e importadora de productos pesqueros. Existe un déficit en nuestra

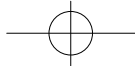




balanza comercial pesquera que, ya en 1996, fue de 211.000 millones de pesetas. La acuicultura se desarrolla en nuestras aguas territoriales, generando una riqueza alternativa y complementaria a la de la pesca, pero con un fantástico mercado desabastecido.

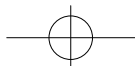
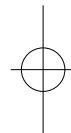
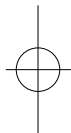
2. El sector de la acuicultura es un sector multidisciplinar, que todavía hoy tiene una dimensión reducida, que posibilita acercar los conocimientos actuales de sectores importantes y similares como los de la pesca y transformación de productos pesqueros. Es interesante promover la existencia de comités y foros que permitan conocerse las necesidades y disponibilidades tecnológicas de todos los sectores con futura influencia.
3. Por la enorme cantidad de intereses que se conjugan en el litoral español, para que el desarrollo de la acuicultura alcance una dimensión importante, tiene que estar precedido de decisiones estratégicas de carácter nacional. Sólo se podrán tomar esas medidas de planificación, si existe una investigación seria que permita realizar un seguimiento al incipiente sector y que permita tomar las medidas adecuadas con los datos contrastados.
4. La acuicultura internacionalmente ha tenido unos desarrollos muy importantes en países de nuestro entorno cultural. Tiene que ser una constante del sector investigador español, y especialmente de la Administración como gestor del medio acuático, hacer un permanente seguimiento de los eventos que ocurran a las industrias maduras de la acuicultura.
5. La velocidad del desarrollo del sector de la acuicultura es tal, que tienen que existir fórmulas ágiles, que permitan adecuar las medidas administrativas a los desarrollos tecnológicos que vayan apareciendo.
6. España tiene que equilibrar la infraestructura



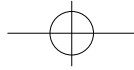


investigadora para ayudar el desarrollo de la acuicultura, teniendo en cuenta que es una investigación multidisciplinar, donde deben participar, entre otros, las universidades politécnicas, las facultades de derecho y económicas, facultades de biología,... que puedan investigar todos los aspectos relacionados con la acuicultura, con la conveniente promoción de foros de reunión que faciliten compartir necesidades y experiencias.

7. Tiene que existir una permanente investigación para ampliar los mercados tradicionales de la acuicultura, cuyas producciones han ido dirigidas para el consumo directo. Sin olvidar que es muy importante para España, que es hoy una de las potencias mundiales turísticas con más tirón, dar servicio a la industria del ocio mediante la promoción de la pesca deportiva, acuarios, peces ornamentales y otras actividades.





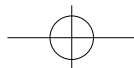


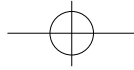
# 5

## LÍNEAS DE I+D QUE POTENCIARÁN UN CRECIMIENTO ORDENADO Y SOSTENIBLE DEL SECTOR

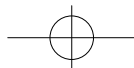
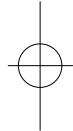
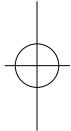
Como ya hemos comentado anteriormente, la acuicultura española tiene en producción distintas especies; cada una de las que tiene producciones consistentes tiene una fase de desarrollo distinta y, por ello, unas necesidades distintas en la investigación. Nosotros vamos a considerar, cuatro grandes grupos y su actual fase de desarrollo, aun sabiendo que hay otros grupos muy interesantes, que potencialmente pueden desarrollarse. Las fases que hemos considerado las hemos denominado de la misma manera que las fases conocidas en otras industrias de producción animal terrestre, como la del pollo, y en cada una de ellas hemos destacado las líneas de investigación que hay que promover. Por otra parte, hemos enumerado las líneas y actuaciones que, sin ser tecnológicas en sentido estricto, tienen una influencia directa en los desarrollos tecnológicos futuros.

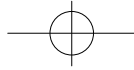
1. Cultivos de nuevas especies (lenguado, besugo, merluza, pulpo, venéridos...): fase inicial.
  - c Mejora en los conocimientos biológicos de las especies interesantes.
  - c Búsqueda de nuevos usos del mar, donde intervengan organismos vivos.
  - c Bancos de reproductores de nuevas especies.



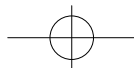


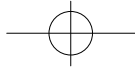
- c Sistemas de manejos de peces y moluscos.
  - c Formulación de nuevos piensos.
  - c Diseño de políticas de repoblaciones.
2. Cultivos marinos de peces (dorada, lubina y rodaballo): fase de crecimiento.
- c Mejoras en el conocimiento del medio acuático.
  - c Monitorización de los impactos, como herramienta de planificación futura.
  - c Mejora de los conocimientos de las especies en cultivo (cultivos larvarios y engordes).
  - c Mejora genética y control de la maduración sexual.
  - c Inmunoestimulación y nuevas vacunas. Técnicas de diagnóstico sencillas.
  - c Mejoras en la gestión de la producción.
  - c Sistemas de manejo de peces y moluscos.
  - c Automatización y monitorización.
  - c Tratamientos del agua. Entrada y salida. Sistemas de recirculación. Biofiltración. Optimización energética.
  - c Formulación de piensos y su distribución en granja.
  - c Homologación de nuevos materiales.
  - c Diseño de jaulas, barcos y plataformas de apoyo en el mar abierto.
  - c Mejoras en la calidad del producto final.
  - c Nuevas formas de presentación comercial de los productos.
  - c Nuevos mercados de los productos.
3. Cultivos marinos de moluscos (mejillón, ostras): fase inicial del desarrollo del procesado.





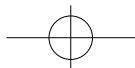
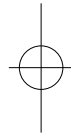
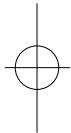
- c Mejoras en el conocimiento del medio acuático.
  - c Monitorización de los impactos, como herramienta de planificación futura.
  - c Mejora en los conocimientos de las especies en cultivo (cultivos larvarios y engorde).
  - c Patología. Estudios sobre la infestación de parásitos.
  - c Sistemas de manejo de moluscos.
  - c Homologación de materiales.
  - c Mejoras en la calidad del producto final.
  - c Depuración de toxinas naturales.
  - c Nuevas tecnologías de valorización e inertización de residuos del mejillón.
  - c Nuevas formas de presentación y comercialización.
  - c Alternativas experimentales a los métodos de cultivo actuales.
4. Cultivos continentales de peces (trucha): fase inicial del desarrollo de procesado
- c Monitorización de los impactos, como herramienta de planificación.
  - c Inmunoestimulación y nuevas vacunas.
  - c Automatización y monitorización.
  - c Tratamientos de agua, entrada y salida. Sistemas de recirculación.
  - c Formulación de piensos y su distribución en granja.
  - c Mejoras en la calidad del producto final.
  - c Nuevas formas de presentación y comercialización.
  - c Desarrollo de la pesca deportiva.
5. Líneas y temas comunes que, sin ser tecnológicos, tienen influencia directa en la tecnología que se va a

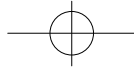




emplear.

- c Creación de foros que, reúnan la investigación y la industria, y que permitan aplicar los conocimientos adquiridos en la investigación, para planificar el desarrollo de la acuicultura como una industria saneada y con un nivel de explotación sostenible.
- c Creación de comités de investigación con presencia del sector privado y público, que permitan informar, coordinar y divulgar las líneas de investigación.
- c Diseño de estructuras organizativas adecuadas dentro de los centros públicos, que permitan la incentivación del investigador, para la realización de proyectos conjuntos, como optimización de la infraestructura investigadora existente.
- c Investigaciones sobre la gestión de la producción. Dimensionamiento y especialización más adecuada de las empresas.
- c Definición de los sistemas de seguridad e higiene adecuados para la acuicultura.
- c Investigaciones comerciales.





# 6

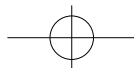
LÍNEAS  
DE AYUDA  
A LAS  
INVERSIONES  
Y A LA I+D  
EN LA  
ACUICULTURA

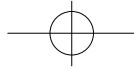
Dentro de la política pesquera común de la Unión Europea, la actividad de la acuicultura está incluida, desde el año 1993, en el marco específico de intervención financiera en el sector pesquero, denominado instrumento financiero de orientación pesquera (IFOP). Se realizan planes sectoriales de pesca donde se recogen los desarrollos previstos del sector. El nuevo plan comenzará a partir de enero del año 2000, que recogerá las líneas previstas del desarrollo del sector.

El plan sectorial de pesca actual, en vigor hasta el 31 de diciembre de 1999, fue aprobado por la Comisión en forma de un Programa operativo, para regiones objetivo núm. 1 (máxima subvención entre la participación del IFOP y la nacional del 60%), y un Programa comunitario para las regiones fuera de este objetivo (máxima subvención del 40%).

Existen otras ayudas en forma de subvención, siendo las principales las de la Ley de Incentivos Regionales (Ley 50/1985), para la corrección de desequilibrios entre regiones.

En cualquier caso, ningún proyecto podrá percibir ayudas financieras que, acumuladas en términos de subvención neta equivalente, sobrepase el tope máximo que corresponda a la región, salvo excepciones declaradas





por el Ministerio de Economía y Hacienda.

Existen otras ayudas a la financiación, comercialización, formación de personal, etc, que son comunes a los sectores de las PYMES fundamentalmente.

Por otra parte, están las ayudas específicas a los proyectos de I+D:

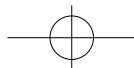
## PLAN NACIONAL DE I+D

En 1999 finaliza el III Plan Nacional de I+D, en el que la acuicultura marina se contempla como una de las prioridades en el Programa de Ciencias y Tecnologías Marinas (CYTMAR). Las actividades de I+D en acuicultura de agua dulce se contemplaban en el Programa de Investigación Agraria; otras actuaciones específicas se financiaron dentro del Programa de Investigación en Alimentación. En el próximo Plan Nacional de I+D será posible la realización de muchas de estas actividades, tanto de forma genérica como específica.

Los detalles de participación y probablemente las convocatorias propuestas se harán públicos a finales de 1999. En general, la forma de participación de las empresas en estos proyectos de I+D se ha hecho como «ente promotor observador», en el que la empresa hacía constar su interés en el desarrollo de determinada investigación, a veces incluso aportando medios o instalaciones para realizarla, pero sin recibir fondos públicos directamente.

## PROYECTOS DE I+D FINANCIADOS CON FONDOS FEDER

Estos fondos están gestionados por el Plan Nacional de

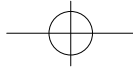


I+D con la participación de las Comunidades Autónomas. La convocatoria de propuestas ha estado abierta hasta julio de 1999. Las propuestas son similares a las del Plan Nacional de I+D, excepto que la duración de los proyectos no puede superar el 31 de diciembre del 2001. La participación de la empresa es imprescindible, haciendo constar la aportación de medios materiales y financieros para el desarrollo de la investigación. Los fondos asignados a estos proyectos proceden en su mayor parte de la Unión Europea y son complementados con fondos del Plan Nacional de I+D.

#### PROYECTOS Y ACTIVIDADES DE I+D DEL V PROGRAMA-MARCO DE LA UNIÓN EUROPEA

Como se sabe, los programas-marco están gestionados por la Comisión Europea. En el V se contempla una gran variedad de actividades financiadas en acuicultura, concentradas principalmente en un programa temático denominado «Calidad de Vida», con fórmulas especiales e iniciativas de participación para PYMES. Los fondos asignados pueden cubrir hasta el 50% del coste total de las propuestas. Las empresas participantes también pueden recibir fondos del programa. Es requisito imprescindible que haya participantes (empresas o centros de investigación) de al menos dos países de la Unión Europea. También hay programas específicos de colaboración con empresas de terceros países (especialmente de la cuenca mediterránea, del Este de Europa y de Iberoamérica).

#### PROYECTOS DE I+D FINANCIADOS POR LA JUNTA ASESORA DE CULTIVOS MARINOS (JACUMAR)



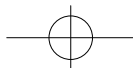
Estos proyectos de I+D están gestionados y financiados por el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, con participación en algunas ocasiones de las Comunidades Autónomas, y cubren una amplia variedad de iniciativas para el desarrollo de los cultivos marinos.

### PROYECTOS DE DEMOSTRACIÓN Y APLICACIÓN INDUSTRIAL (PETRI)

Estos proyectos están gestionados por el Ministerio de Industria. Se contemplan actuaciones de aplicación de investigaciones a las empresas (incluida la acuicultura). Es imprescindible la participación de al menos una empresa y un centro de investigación. Los fondos públicos financian hasta el 50% del coste total de la propuesta.

### PROYECTOS DE I+D FINANCIADOS POR LAS COMUNIDADES AUTÓNOMAS

Se trata de proyectos gestionados exclusivamente por cada Comunidad Autónoma. Muchas Comunidades tienen la acuicultura como una de sus actividades prioritarias. Concretamente, Galicia acaba de abrir una convocatoria específica para la realización de actividades de I+D marina (incluyendo la acuicultura), con cargo a los fondos del Plan Galego de Investigación. Se estimula especialmente la participación de empresas y la colaboración con centros de investigación. Se financia hasta un 70% del coste total del proyecto.







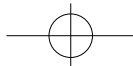
**1. SECTOR DE LA TRUCHA. Facturación anual de 9.000 millones de pesetas**

OPP-22 Moscardó, 3, 5.º F - 28020 915560212	Organización de Madrid	G r a l . T e l . . :
Productores Piscicultores		
OPAC Organización de	Balmes, 450, 2.º, 3.ª - 08022	Barcelona Tel.:

**2. SECTOR DE PECES MARINOS. Facturación anual de 12.000 millones de pesetas**

**2.1. Sector de la dorada, lubina y rodaballo**

APROMAR 4.º B - 28002 Madrid de Productores de Cultivos Marinos	OPP-30 Asociación Tel.: 915560212	Orense, 18,
AROGA Trillo, 4 - 36600 Villagarcía 986500681 de Rodaballo gallego	Asociación de Productores	Edelmiro Tel.: Pontevedra
ACEA Asociación Canaria 1.º dcha. - 35003 Las Palmas de Empresarios Acuicultores	Canaria Tel.: 928360474	Murga, 7, de Gran





## 2.2. Sector del salmón

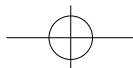
Organización de Productores López, 24 - 15360 Cedeira	Ezequiel T e l . . :
--	-------------------------

## 2.3. Sector atún (empresas sin agrupar)

Ricardo Fuentes e Hijos, Marines, La Palma	S.A. Tel.: 968554141 Cartagena, Murcia	30593 Los
G. Méndez España S.L.	Ctra. de Murcia-603 Km.49,1	

## 3. SECTOR DEL MEJILLÓN. Facturación anual de 14.000 millones de pesetas

1. CEMEGA Tel.: 986508517	Rúa da Baldosa 1, 3.º - 36600 Pontevedra	Villagarcía,
1.1. OPMEGA Tel.: 986501338 Pontevedra	Rúa da Mariña, 25, baixo - 36600 Pontevedra	Villagarcía,
1.2. Fed. de Asoc. de Mex. José Antonio, 9, 1.º, Boiro de Arousa Norte	Tel.: 981842626 15930 La Coruña	Avda. de
1.3. Conf. de Asoc. E Coop. Pedra, 5, Bueu - 36930 986324239	Pontevedra	Rúa da T e l . . :
Mex. Rías Pont. Vigo e Aldán		
2. AGAME 981845811	Peirao, s/n., Cabo de Cruz, Boiro	Tel.:



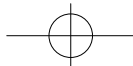


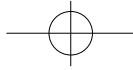
#### 4. SECTOR DE LAS OSTRAS. Facturación anual de 2.000 millones de pesetas

OPOGA OPP 21 1, 4.º L - 36002 Pontevedra 986844802	Org. De prod. de ostra	Michelena, T e l . . :
de Galicia		

#### 5. MARISQUEO Y CETÁREAS

OPP 20 Marisco y Cultivos Marín Porta, 1 - 36626 Isla de Arosa 986527291	Marín	Rúa Agro da T e l . . :
	Pontevedra	
OPP 34 Mariscos y Cultivos Marinos Malecón, 22 - 15960 Ribeira 981870964		Avda. del T e l . . :

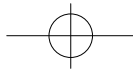




8

**CENTROS  
PÚBLICOS  
DE I+D  
RELACIONADOS  
CON LA  
ACUICULTURA**

ARAGÓN PISC. CONT. (3) 976849047	Monasterio de Piedra	ZARAGOZA	
ANDALUCÍA INST. CIENCIAS Cádiz MARINAS (CSIC)	Pol. Río San Pedro, s/n. 956832612	CÁDIZ	1 1 5 1 0
CENTRO CULTIVOS 21080 Huelva MARINOS DE HUELVA	959390104	Apdo. 104	HUELVA
CENTRO DE INVESTIGACIÓN 11500 Puerto INVESTIGACIÓN Y CULTIVO Santa María DE PECES MARINOS «EL TORUÑO»	956562347	Ctra. Nacional IV,654	CÁDIZ
CENTRO OCEANOGRÁFICO MÁLAGA DE MÁLAGA (IEO)	29640 Fuengirola	Puerto Pesquero, s/n. 952476955	d e
ASTURIAS CENTRO DE EXPERIMENTACIÓN ASTURIAS PESQUERA	33212 Gijón	Avda. Príncipe de Asturias, s/n. 985314652	
CENTRO DE EXPERIMENTACIÓN		El Muelle	ASTURIAS 3 3 7 9 4

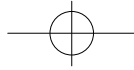


ESTACIÓN DE ACUICULTURA BALEARES Roca, 69	7158 Port	Avda. Ingeniero Gabriel D'Andreatx 971672335		
CANARIAS CENTRO COSTERO 38120 Santa Cruz de Tenerife CANARIAS (IEO)	922549400	Ctra. San Andrés, s/n		
INST. CANARIO DE CIENCIAS MARINAS Telde	928132900	Apdo. 56 CANARIAS	3 5 2 0 0	
CANTABRIA CENTRO COSTERO CANTABRIA SANTANDER (IEO)	38080 Santander Martín, s/n. - Apdo.	Promontorio de San 942275033 240		
PISC. CONT. (3) 942678120	Arredondo	CANTABRIA		
CATALUÑA INSTIT. CIENCIAS DEL MAR (CSIC) 08039 Barcelona	Paseo Juan de Borbón, s/n. 932216450	BARCELONA		
CENTRO NAC. DE ACUICULTURA 43540 Sant Carles de la Rápita	Ctra. Poble Nou, km 5,5 977745427 Apdo. 200	TARRAGONA		
PISC. CONT. (3) 938244017	Baga	BARCELONA		
CASTILLA-LA MANCHA CENTRO DE ASTACICULTURA CIUDAD REAL		Ctra. De Porzuna, km 3,5 926229800		
EL CHAPARRILLO. DELEGACIÓN DE AGRICULTURA DE CIUDAD REAL				
CENTRO DE INVESTIGACIÓN CUENCA AGRARIA DE ALBALADEJITO	16071	Ctra. Toledo-Cuenca km. 174 969213763		

GALICIA CENTRO DE CULTIVOS LUGO MARINOS	27700 Ribadeo	Muelle de Porcillán, s/n. 982110100		
CENTRO DE EXPERIMENTACIÓN CORUÑA EN ACUICULTURA	15960 Aguiño	Punta de Couso, s/n. 981841600 (Ribeira)	A	
CENTRO OCEANOGRÁFICO CORUÑA DE A CORUÑA (IEO)	15001	Muelle de las Ánimas 981205362	s/n.A	
CENTRO OCEANOGRÁFICO PONTEVEDRA DE VIGO (IEO)	36280 Vigo Apdo. 1552	Cabo Estay-Canido 986492111		
INST. INVESTIG. MARINAS PONTEVEDRA VIGO (CSIC)	36208 Vigo	Eduardo Cabello, 6 986231930		
C. INVESTIGAC. MARINAS PONTEVEDRA VILANOVA AROUSA Arousa	Vilagarcía	Apdo. 208 981546151		d e
INSTITUTO GALLEGO PONTEVEDRA FORMACIÓN ACUICULTURA	Illa de Arousa	Niño de Corvo, s/n. 986527101		
ANFACO 36310 Vigo	Campus Universitario-Lagoas 986469301 (Marcosende)	PONTEVEDRA		
PISC. CONT. DIR. XERAL CORUÑA DE MONTES	15703 Santiago	San Lázaro, s/n. 981546109 de Compostela	L A	
LA RIOJA PISC. CONT. 941377157	Brieva	LA RIOJA		
MADRID				

CENTRO REC. MARINOS MURCIA SAN PEDRO DE PINATAR Pinatar	30740 San Pedro	Magallanes, 2 - Apdo. 968184518	22	d e l
NAVARRA DEPT. ORDENAC. TERRIT. NAVARRA Y MEDIO AMBIENTE	31002 Pamplona	Gob. de Navarra 948427688		
PAÍS VASCO AZTI-SIO 20008 San	Avda. Satrústegui, 8 943214124		GUIPÚZCOA Sebastián	
VALENCIA CONSELLERIA DE MEDIO VALENCIA AMBIENTE, C. DE CULTIVO	46688 Poliña	Ullal Grande de Poliña 963866262		de Júcar

Además de los centros públicos reseñados, en el reciente estudio realizado por el Instituto de estudios sociales avanzados del CSIC en 1999, se señala que en España existen 45 departamentos universitarios que han realizado proyectos relacionados con la acuicultura. Además, en la actualidad, hay 256 investigadores en el sector público, con dedicación a los temas relacionados con la acuicultura.



## DOCUMENTOS COTEC sobre OPORTUNIDADES TECNOLÓGICAS

### Documentos editados

- Nº 1: Sensores.
- Nº 2: Servicios de Información Técnica.
- Nº 3: Simulación.
- Nº 4: Propiedad Industrial.
- Nº 5: Soluciones Microelectrónicas (ASICs) para todos los Sectores Industriales.
- Nº 6: Tuberías de Polietileno para conducción de agua potable.
- Nº 7: Actividades Turísticas.
- Nº 8: La PYMES y las Telecomunicaciones.
- Nº 9: Química Verde.
- Nº 10: Biotecnología.
- Nº 11: Informática en la Pequeña y Mediana Empresa.
- Nº 12: Innovaciones Telemáticas para las Empresas de Transporte.
- Nº 13: Redes Neuronales.
- Nº 14: Vigilancia tecnológica.

## DOCUMENTOS COTEC sobre NECESIDADES TECNOLÓGICAS

### Documentos editados:

- Nº 1: Sector Lácteo.
- Nº 2: Rocas Ornamentales.
- Nº 3: Materiales de Automoción.
- Nº 4: Subsector Agro-industrial de origen vegetal.
- Nº 5: Industria Frigorífica y Medio Ambiente.
- Nº 6: Nuevos Productos cárnicos con bajo contenido en grasa.
- Nº 7: Productos Pesqueros reestructurados.
- Nº 8: Sector de la Construcción.
- Nº 9: Sector de la Rehabilitación.
- Nº 10: Aguas Residuales industriales
- Nº 11: Acuicultura

