

20/00

PESCA Y ACUICULTURA

PATOLOGÍAS DE LA DORADA



COMUNIDAD EUROPEA



JUNTA DE ANDALUCÍA

Consejería de Agricultura y Pesca

**PATOLOGIAS QUE AFECTAN AL
CULTIVO DE LA DORADA
(*Sparus aurata*)
EN LA COMUNIDAD ANDALUZA**

- * Juan José Borrego
- * Dolores Castro
- * M^a Carmen Balebona
- * M^a Esther García-Rosado
- * Lourdes López-Cortés.

* Departamento de Microbiología. Universidad de Málaga.

Este trabajo está basado en los resultados del proyecto denominado "Elaboración de un mapa Zoonosológico de Patologías que afectan al Cultivo de la Dorada (*Sparus aurata*) en la Comunidad Autónoma Andaluza", financiado por la Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía, mediante asignación económica correspondiente a los Planes Nacionales de Cultivos Marinos, a través de un convenio específico de colaboración suscrito por la citada Consejería y la Universidad de Málaga.

Título: PATOLOGÍAS QUE AFECTAN AL CULTIVO DE LA DORADA (*Sparus aurata*) EN LA COMUNIDAD ANDALUZA.

© JUNTA DE ANDALUCÍA. *Consejería de Agricultura y Pesca.*

© *Textos:* Autor / es.

Publica: VICECONSEJERÍA. *Servicio de Publicaciones y Divulgación.*

Colección: PESCA Y ACUICULTURA Nº 20 / 00

Autor / es.: Borrego J.J., Castro D., Balebona M.C., García-Rosado M.E., López Cortés L.

Ilustraciones: Autores.

Depósito Legal: SE-354-2001

Fotocomposición e Impresión: Minerva. División Artes Gráficas.

a) INTRODUCCION

1. LA ACUICULTURA

1.1. LA ACUICULTURA EN ESPAÑA

El conocimiento del desarrollo acuícola en España se puede situar en el período correspondiente a la época del Imperio Romano, ya que precisamente a lo largo de dicha etapa histórica fue cuando se realizaron trabajos destinados a la producción de diversas especies en faes de estabulaciones, de engordes o propiamente de cultivos en cetáreas y parques naturales. Se puede considerar que la evolución de esta actividad en nuestro país pasó por diversos períodos en función de las modificaciones administrativas pudiendo destacar fundamentalmente la creación de los estados Autonómicos (1981-1982) y la entrada en la CEE (1986). Precisamente a partir de dicha incorporación a la Unión Europea la acuicultura experimenta un importantísimo desarrollo, cuyas producciones y calidades son equiparables a las obtenidas en los países que hasta entonces se consideran como los más avanzados (Vázquez et al., 1995).

El inicio de las actividades acuícolas coincide cuando en el VIII Concilio de Toledo, en el año 654, se promulga el Código del rey visigodo Recesvinto, llamado Fuero Juzgo, en el que se incluyen medidas de conservación y fomento de la riqueza piscícola, si bien, la primera referencia precisa sobre una instalación piscícola se sitúa en el siglo XII, concretamente en el año 1129, momento en el que el arzobispo de Santiago de Compostela, D. Diego Gelmírez, promociona la construcción de un criadero de truchas en el río Sar.

Ya con mucha posterioridad es el naturalista Mariano de la Paz Graells quien va a contribuir de una manera importante a la potenciación del desarrollo de la piscicultura, gracias a las ayudas que recibió de la Reina Isabel II, entre las que cabe destacar la concesión de terrenos del patrimonio real en el parque del



Escorial, la Casa de Campo y en los jardines de Aranjuez, en los que se llevaron a cabo numerosos estudios y experiencias prácticas, las cuales fueron publicadas en 1864 en una monografía que llevaba el título de Manual Práctico de Piscicultura y posteriormente, en 1866, tuvo lugar la construcción de un laboratorio ictiogénico, el primero en su género, ubicado en la Granja de San Ildefonso, si bien como consecuencia de la revolución de 1868 estas instalaciones fueron cerradas.

A nivel privado se creó en 1866 una piscifactoría con fines comerciales, concretamente en el Monasterio de Piedra (Aragón) que era propiedad de los hermanos Muntadas. La puesta en marcha de la explotación la dirigía el naturalista alemán, Dr. Rack, científico experto en reproducción artificial y repoblación de aguas con salmónidos. El éxito de esta empresa fue tal que dos años más tarde ya existían truchas en abundancia, las que eran cultivadas a partir de huevos embrionados que se importaban del laboratorio piscícola de Huninge (Francia). En 1887 este establecimiento se arrendó al Estado a través del Ministerio de Fomento, situación administrativa que se mantiene hasta la actualidad, dedicándose a la reproducción y producción de huevos embrionados destinados a la repoblación de ríos y embalses.

En 1881 fue el científico Alfredo Truan quien a través de huevos fecundados de trucha (*Trutta lacustris*) realizó una experiencia de cultivo-reproducción sobre el lago Enol (Asturias), la cual, si bien en un principio fue calificada como un fracaso, posteriormente se pudo comprobar que había resultado un éxito al comprobar como en el lago habían crecido truchas que no eran las autóctonas, sino que efectivamente se trataba de aquéllas que habían sido objeto de repoblación, y que se desarrollaban de la misma manera que lo podían hacer en cualquier lago suizo (González Esgrig, 1998). Un año más tarde, en 1882, se promulgó un Real Decreto sobre el desarrollo de la industria piscícola.

Por otra parte, los cultivos de peces de aguas salobres y marinas tienen un origen más antiguo, remontándose a las épocas en que los salineros fomentaban la entrada de alevines de peces y crustáceos en los estuarios, en éstos los dejaban crecer hasta que alcanzaban una talla apta para su consumo o bien que resultara económicamente rentable su salida al mercado. Esta práctica era muy frecuente entre los salineros en Andalucía y también en determinadas zonas de Murcia, en donde desde antiguo existía la tradición de capturar peces con trampas y redes para introducirlos en encañizadas y así mantenerlos estabulados. El cultivo de peces se desarrollaría en zonas de ensenadas, además de las citadas en esteros, encañizadas, salinas, etc., teniendo conocimiento desde 1888 de diversas experiencias, concretamente en ese año en la ría de Boo, Cantabria (Polanco, 1997).

Sin embargo, el verdadero desarrollo de especies piscícolas de agua salada no daría comienzo hasta la década de los años 40, cuando empiezan a



establecerse empresas para dichas actividades, como son por ejemplo en 1943 la empresa «Piscicultura del Atlántico», en el litoral de Huelva. A partir de ese momento se llevan a cabo una serie de iniciativas que van encaminadas a producir diversas especies, para lo cual se ponen en explotación zonas intermareales, así como marismas, lagunas, etc. (Polanco, 1991).

Hasta los años 70 no se crean empresas dedicadas a la producción de alevines a partir de puestas inducidas, y concretamente será en 1973-74 cuando se obtengan los primeros alevines de salmón, e igualmente se resuelva el ciclo completo, al someter dichos alevines a un proceso de engorde en agua salada, técnica puesta a punto en Noruega en el año 1910. En este contexto consideramos preciso citar las empresas que hicieron realidad los comienzos de esta actividad industrial en España, de producción de alevines de peces marinos, siendo fundamentalmente tres las empresas: Finisterre-Mar y Marcultura, en Galicia, Tina Menor en Cantabria y CUPIMAR en Andalucía.

Paralelamente en el tiempo las técnicas de engorde se fueron perfeccionando, mejorando los sistemas, tanto tipo jaulas como depósitos fijos e igualmente se fue avanzando en las investigaciones sobre los alimentos y sobre la patología, ambos aspectos fundamentales en el desarrollo acuícola.

En Andalucía puede destacarse, por su carácter pionero y el desarrollo técnico que le ha caracterizado, el grupo de empresas CUPIMAR, creado en 1980 con la fusión de varias sociedades salineras gaditanas dedicadas a la acuicultura marina, a las que se unirían nuevas empresas de producción y comercialización acuícola. La aportación tecnológica y empresarial que ha prestado el grupo CUPIMAR al desarrollo de la acuicultura industrial puede considerarse como una de las más importantes en nuestro país. Igualmente deben destacarse las posteriores iniciativas y las aportaciones al proceso de desarrollo técnico y productivo operado en la acuicultura marina de otras numerosas empresas andaluzas (Maresa, Acuinova, Culmasur, Pesquerías de Isla Mayor,...).

Es necesario subrayar que parte de este avance tecnológico en la acuicultura andaluza se ha conseguido con el apoyo de las investigaciones llevadas a cabo por distintos Organismos públicos de la Administración que operan en la zona. Entre ello puede destacarse el desarrollo tecnológico y los avances en la innovación acuícola andaluza aportados en su momento por el Plan de Explotación Marisquera y Cultivos Marinos de la Región Suratlántica (PEMARES). Esta entidad pública fue creada en 1974 en el marco de la Ley 59/1969 sobre Ordenación Marisquera, siendo destinada al fomento del marisqueo y la acuicultura, pudiendo considerarse como el primer plan de cultivos marinos establecido en nuestro país, dados sus objetivos acuícolas. Este Plan, transferido en 1981 a la Junta de Andalucía siendo adscrito a la Consejería de Agricultura y Pesca, formó una importante dotación de recursos humanos y creó una notable infraestructura en centros de cultivo y producción



acuícola, que permitieran las funciones de impulsar la investigación aplicada, el desarrollo técnico de cultivos a escala industrial y realizar proyectos demostrativos en colaboración con las empresas acuícolas andaluzas (Manzano, 1989). Esta entidad fue antecesora de los actuales Centros de Investigación y Cultivo de Especies Marinas (CICEM) que operan actualmente en el Puerto de Sta. María (Cádiz) y en CARTaya (Huelva), dependientes de la citada Consejería, con similares objetivos de investigación e innovación tecnológica en el ámbito de la pesca y la acuicultura, en estrecha colaboración con distintas Universidades andaluzas y el Consejo Superior de Investigaciones Científicas, así como con empresas del sector.

En gran parte fruto de las anteriores colaboraciones, se puede afirmar que en la actualidad el desarrollo de ciertas especies (dorada, lubina, rodaballo) está al mismo nivel industrial que otros países europeos de gran tradición acuícola (Francia, Italia, Inglaterra,...).

La flota pesquera española se ha visto obligada a reducir drásticamente sus capturas a causa de las recientes restricciones internacionales y a la sobreexplotación de los bancos pesqueros, pasando de 1.200.000 Tm en la década de los 70 a 840.000 Tm en 1991. En España, el lento pero constante descenso de las capturas realizadas hace que cada día se mire más a la acuicultura como una importante fuente potencial de recursos con que abastecer parte de la demanda existente.

España ocupa el tercer lugar entre los países consumidores de productos de la pesca, y Andalucía se sitúa en la media nacional de consumo. La acuicultura representa una importante alternativa a la pesca como fuente de proteína de alta calidad y, aunque su contribución a la alimentación humana es aún limitada, existe en ella un gran potencial, sin olvidar su importancia en actividades deportivas, de repoblación y ornamentación entre otras. España, con 5.000 Km de costa, 250.000 Ha de agua continental embalsada y una extensa red hidrográfica es un país con importantes recursos acuícolas. A nivel autonómico, la Comunidad Andaluza posee un gran potencial hídrico en forma de ríos, embalses, lagunas, así como 843 Km de costas, a lo que se unen unas condiciones geográficas y climáticas privilegiadas.

Si bien el cultivo de especies de agua dulce se remonta en los ríos españoles a finales del siglo pasado con el cultivo de la trucha para repoblación; las primeras experiencias de cultivo en agua de mar se realizaron a partir de 1940 y consistieron en el engorde de mejillón en las Rías Bajas gallegas. La trucha, en su variedad arcoiris (*Salmo gairdneri*) y el mejillón (*Mytilus galloprovincialis*) han representado hasta hace pocos años los únicos productos de la acuicultura española. Sin embargo, en la década de los 80 se ha iniciado el desarrollo de una actividades acuicultoras costeras y con cierta variedad de especies marinas entre las que cabe destacar la dorada (*Sparus aurata*, L.).



1.2. ACUICULTURA EN ANDALUCÍA

El litoral de la Comunidad Autónoma Andaluza tiene un alto potencial para el desarrollo de los cultivos marinos, especialmente en la región suratlántica. Esta región comprende la provincia de Huelva y parte de la provincia de Cádiz, hasta el Estrecho de Gibraltar. El litoral se caracteriza por un costa baja y arenosa con abundantes marismas, deltas, áreas intermareales y salinas, zonas idóneas para el aprovechamiento con fines acuícolas y que representan una superficie total de 30.000 Ha (Junta de Andalucía, 1992). Junto a las condiciones geográficas favorables, las condiciones ambientales, climatológicas e hidrográficas son excelentes para el desarrollo de numerosas especies de moluscos, crustáceos y peces.

La acuicultura se ha practicado en estas provincias desde hace mucho tiempo en los estuarios y salinas, donde los salineros fomentaban la entrada de alevines de peces y crustáceos, manteniéndolos en los esteros hasta que alcanzaban la talla óptima para el consumo. Las salinas andaluzas tienen un elevado interés para el desarrollo de la acuicultura, ya que, por sus condiciones bioecológicas, favorecen la reproducción y crecimiento de numerosas especies piscícolas así como el desarrollo del crustáceo branquiópodo *Artemia*, esencial para la alimentación de peces y crustáceos cultivados.

La explotación de las salinas constituyó un primer paso en los cultivos marinos, sin embargo, no fue hasta el año 1943 cuando se instaló la primera empresa privada dedicada al cultivo de peces (Piscicultura del Atlántico, S.A.). Tras la instalación de esta primera empresa surgieron otras, siempre en forma de pequeñas empresas familiares, sociedades anónimas o cooperativas que iniciaron una acuicultura basada en el engorde hasta talla comercial de alevines procedentes de la pesca. Desde 1943 hasta 1978 y gracias a la protección estatal de zonas de cultivo y a las ayudas económicas que destinó la Administración al fomento de los cultivos marinos en esta zona, se llegaron a establecer numerosos establecimientos acuícolas y parques de cultivo de moluscos en los litorales gaditanos y onubense.

Es interesante observar el fuerte incremento tanto en el número de empresas establecidas como en la extensión dedicada a la acuicultura entre 1978 y 1987 (Alba, 1989). Tras la instalación de ciclos completos de cultivo (reproducción, preengorde y engorde) para diversas especies de peces, moluscos y crustáceos, las empresas han iniciado el desarrollo de los cultivos intensivos, lo que ha dado un nuevo carácter a la acuicultura andaluza. En años posteriores, el incremento de las áreas de cultivo, el desarrollo de nuevas tecnologías de cultivo han supuesto un fuerte aumento en la producción (Manzano, 1989).

La dorada (*Sparus aurata*, L.) es la especie más importante en la acuicultura andaluza, acaparando su producción más del 80% de la facturación



total del sector andaluz y representando más del 50% de la producción de doradas cultivadas en España y en el continente europeo. Además, el interés e importancia del cultivo de esta especie queda **mostrado** por ser considerada especie prioritaria por las autoridades comunitarias, habiendo subvencionado la CEE 33 proyectos de investigación con una dotación económica de 3.700 millones de pesetas entre los años 1986 y 1989 (Polanco, 1991). En base a esto, la dorada ha visto multiplicada su producción por 10 desde 1985.

Actualmente existen en España algunas explotaciones de dorada de tipo extensivo en estanques de tierra y otras intensivas tanto en jaulas flotantes como en estanques de hormigón y otros materiales **en tierra firme**. Dado que la temperatura óptima de cultivo de la dorada es de 23-25°C, **todas** las piscifactorías se localizan **en el mar Mediterráneo**, en la región suratlántica de la península y en las Islas Canarias.

La acuicultura marina, por su carácter innovador, contiene un fuerte componente de desarrollo tecnológico basado en una necesaria investigación científica y técnica para un mejor conocimiento de las especies, de su alimentación y de los factores que posibiliten el control del medio acuático desde una doble perspectiva: 1) investigación disciplinaria, que abarca los estudios de reproducción y desarrollo; nutrición; patología; genética; medio ambiente y diseño de sistemas de cultivo; y 2) investigación para el cultivo de nuevas especies.

Para estos fines, la Comunidad Autónoma Andaluza, y más concretamente, la Consejería de Agricultura y Pesca, ha iniciado un importante Programa de I+D en el marco del Plan Andaluz de Investigación (III PAI) para la investigación y desarrollo de materias relacionadas con la pesca y la acuicultura. En este sentido, este trabajo pretende ser una aportación al conocimiento de los patógenos bacterianos que afectan a los cultivos intensivos de *S. aurata*.

2. GESTIÓN DE LOS RECURSOS ACUÁTICOS: CALIDAD Y CONTROL

La calidad del agua es un factor fundamental en cualquier proceso acuícola, ya que de ella dependerá que el desarrollo de los organismos sea bueno, así como los rendimientos que se prevean obtener, debido a que el agua tiene influencia en los tres niveles básicos, el crecimiento, la reproducción y la supervivencia. Por tanto, la disponibilidad de la misma con calidad adecuada es importante para todos los sistemas de producción, aunque fundamentalmente lo es en el caso de los cultivos intensivos.

Por otra parte, las necesidades de agua son específicas para cada especie y su determinación exacta dependerá de los requerimientos de los diversos



parámetros de los cultivos, de su capacidad de resistencia frente a los contaminantes, de las técnicas de desarrollo y de los métodos que se vayan a emplear, lo que nos lleva a encontrar diferentes situaciones:

a) Cultivos extensivos/semiintensivos, en los que se puede intervenir aunque sea ocasionalmente mediante la adición de fertilizantes, para desarrollar las cadenas tróficas asegurando un equilibrio natural, mineral, vegetal y animal del sistema.

b) Cultivos en los que se practica un reciclaje completo del agua, como en las hatcheries, en las que se trabaja únicamente con animales y se controla el mantenimiento de los equilibrios biológicos a procedimientos artificiales, tales como bombeo, filtración, regulación de las temperaturas, niveles de oxígeno, salinidades, etc.

c) Cultivos intensivos en los que el volumen del agua se renueva en función de la densidad del cultivo y de la cantidad de alimento aportado desde el exterior.

En todos estos casos, los principales indicadores de la calidad del agua son:

- Temperatura.
- Salinidad.
- pH.
- Concentración de oxígeno/dióxido de carbono.
- Concentración de amoníaco.
- Concentraciones de nitritos, nitratos, fósforo, calcio, magnesio, cloro.
- Partículas sólidas en suspensión.
- Turbidez.
- Metales pesados.
- Fenoles y compuestos orgánicos.

La temperatura y el oxígeno disuelto son parámetros que afectan a la tasa de crecimiento, mientras que a su vez el oxígeno disuelto y el pH actúan a nivel de la reproducción. Haciendo un análisis sobre estos factores, la temperatura será un criterio importante, si bien en los centros de cultivo en los que se utilicen sistemas con un suministro de agua recirculante es posible controlar este parámetro, dicho control es extremadamente difícil (por no decir imposible a un coste razonable) en las grandes granjas de estanques.

La salinidad y sus variaciones es otra de las variables importantes que se debe considerar para mantener una calidad aceptable respecto a una especie determinada, ya que algunas presentan amplios márgenes de tolerancia, hasta el extremo de haberse observado que determinados peces de agua dulce crecen más rápidamente en aguas ligeramente salinas, mientras que otros de aguas salobres lo hacen con mayor velocidad en aguas dulces. Sin embargo, en ambos casos los animales todavía tienen unos límites de supervivencia, e incluso si sobreviven a dichos límites, el desarrollo y la reproducción podrían verse alterados.



Respecto a la acidez y la alcalinidad se considera que los valores de pH del agua para los cultivos de las especies acuícolas deben de mantenerse entre 6,7 y 8,6, ya que con valores superiores o inferiores a éstos se inhiben el crecimiento y la reproducción, aunque la magnitud del efecto dependerá de la especie y de las condiciones ambientales, tales como concentraciones de dióxido de carbono o presencia de metales pesados, como por ejemplo el hierro. Por otra parte, el agua ácida con pH entre 5,0 y 5,5 puede ser nociva para las larvas y los juveniles de la mayoría de los peces y para la fase adulta de muchos otros, debido al hecho de que la acidez reduce la rapidez de descomposición de la materia orgánica e inhibe la fijación de nitrógeno, con lo que afecta la productividad global. Asimismo, valores elevados del pH también pueden ser perjudiciales, sin embargo, debe de hacerse notar que en aguas productivas el pH podría alcanzar valores superiores a 9 o 10 a causa de la captación de dióxido de carbono durante la fotosíntesis, aunque nunca puede olvidarse que un nivel de pH 11 podría ser letal.

La concentración del oxígeno es un factor determinante en la calidad del agua, de tal forma que un descenso de la misma, que puede ser como consecuencia de un aumento en el consumo, obligará necesariamente a disponer de un sistema complementario de oxigenación, mediante simples sistemas de aireación, agitación, o bien a través de métodos más sofisticados. Señalemos por otra parte que durante la noche el oxígeno acumulado en la superficie se pierde en el aire o se consume por la respiración de los animales y plantas del estanque al igual que en las capas más profundas puede llegarse a concentraciones muy bajas (este es el motivo por el cual no es recomendable construir estanques de profundidades mayores de 2 m). En contraposición, existe un incremento en las tasas de oxígeno disuelto al final del día debido a la fotosíntesis que ocurre en las capas superficiales, tasas que han de ser asimismo controladas ya que las altas concentraciones pueden causar problemas de tipo patológico tales como la enfermedad de las burbujas en los peces.

Como producto final de la descomposición de la materia orgánica se forman los nitritos que actúan como estado intermedio en la conversión del amoníaco a nitrato. Las concentraciones elevadas de amoníaco representan un parámetro muy peligroso en los cultivos intensivos ya que pueden ocasionar el estrés y la muerte de los organismos, sin embargo, el nitrógeno y el metano no son considerados como críticos. Por otra parte, la materia orgánica puede proceder de diversas fuentes, como de los restos de alimentos, de las excretas de los organismos, de las descomposiciones vegetales de los productos químicos empleados en las operaciones de cultivo, etc. Una proporción variable de los alimentos suministrados a los organismos no es ingerido, bien porque se sobrealimentan o bien porque sus sistemas de ingestión son deficientes y no optimizan la digestión, en estos casos la fracción del alimento no digerida es eliminada en forma de heces sólidas, mientras que aquellos nutrientes absorbidos en exceso son excretados a través de las branquias junto a los productos finales del catabolismo de las proteínas en forma de amonio y urea disueltos.



En cuanto a los productos químicos empleados en la acuicultura intensiva, como formol, verde de malaquita o hipoclorito sódico, lo son generalmente de forma muy diluida por lo que son degradados rápidamente y en consecuencia su actividad se reduce a períodos de tiempo muy limitados. Los antibióticos, añadidos generalmente al pienso, son liberados en la fracción del alimento no consumido por los animales, pero una vez disueltos en agua las tasas de descomposición e inactivación de la mayoría de estos compuestos son tan altas que no se consideran especialmente perjudiciales, además, por lo general, la materia orgánica que se libera en forma sólida se degrada con facilidad en el sedimento en presencia de oxígeno, si bien este proceso de descomposición puede dar lugar a déficit del oxígeno disuelto en el sedimento, provocando un cambio en las condiciones químicas que favorecen la liberación adicional de fósforo y nitrógeno contenido en la materia orgánica hacia la columna de agua y con ello acelerando el proceso de eutrofización. La consecuencia será siempre el consumo de oxígeno, con lo que afecta a los propios organismos cultivados, llegando a dar lugar a fenómenos de déficit de oxígeno total en ciertas estaciones del año, frecuentemente asociadas con formaciones de termoclinas estivales en la columna de agua y a los ciclos de mareas. Frente a estas situaciones se puede mejorar la calidad del agua mediante la eliminación de las partículas sólidas a través de diferentes procesos.

Por otra parte, la elevada turbidez del agua a causa de sólidos suspendidos afecta a la productividad y a la vida misma de los organismos al reducir la penetración de la luz en el agua y, de este modo, la productividad primaria. Tal situación influye en la producción secundaria además de ocasionar alteraciones como pueden ser la obstrucción en el aparato filtrador de los moluscos o la lesión de las branquias de los peces y crustáceos y afectar en alto grado al desove y al desarrollo de las larvas, si bien los efectos concretos van a depender, por una parte de la especie cultivada, y, por otra, de la naturaleza de las materias suspendidas, pero, en general, serán graves cuando el agua contenga alrededor del 4% en volumen de sólidos.

También la supervivencia de las especies, que dependerá de los procesos patológicos, se verá influida por la calidad del agua, ya que ésta tiene un papel fundamental en el desarrollo de las enfermedades infecciosas y los procesos toxicológicos (Cebrián et al., 1987) y precisamente, respecto a estos últimos, es necesario hacer especial hincapié sobre la influencia-relación que ejercen los distintos factores de la calidad del agua sobre las enfermedades (Girard, 1993):

1. Enfermedades virales: éstas se ven favorecidas por la presencia de materias en suspensión y orgánicas, y concretamente:

- Por presencia de cobre: la necrosis hematopoyética infecciosa.
- Por elevación de la temperatura, materias en suspensión e hidrocarburos: la enfermedad linfocítica, el herpes del rodaballo y los papilomas y tumores.
- Por caída de oxígeno y disminución del pH: la necrosis pancreática infecciosa.



2. Enfermedades bacterianas, se ven favorecidas:

- Por elevación de la temperatura, el cobre, las materias en suspensión y los hidrocarburos: Fibrosis.
- Por elevación de la temperatura, el cobre y materia orgánica: Yersinosis.
- Por shocks térmicos: Corinebacteriosis.
- Por metilmercurio: infecciones por *Pseudomonas*.
- Por metales pesados: enfermedad ulcerativa de la lubina.
- Por aumento de la temperatura, materia orgánica y amoníaco: infecciones por *Aeromonas* y forunculosis.
- Por aumento del pH, amoníaco, materia orgánica, dureza, presencia de materias minerales y disminución de oxígeno: Myxobacteriosis y flexibacteriosis.

3. Enfermedades parasitarias, influenciadas:

- Por disminución de oxígeno y materias en suspensión: todas las parasitosis.
- Por fenoles, amoníaco y pesticidas: Saproleginosis.
- Por aumento de la temperatura: Lerneiasis, bucefalasis larvaria e infestaciones por *Chondrococcus*.

Un caso particular que se debe analizar es la calidad de aguas de las marismas, ya que la mayoría de los cultivos semiintensivos se llevan a cabo en estos medios, los que se caracterizan por presentar las siguientes características:

- Bajo contenido en oxígeno disuelto.
- Fuerte contenido en gas carbónico libre.
- Fuerte contenido en nitrógeno amoniacal.
- Las sales nutritivas, fosfatos y materias nitrogenadas son abundantes, por ello presentan gran interés para los cultivos de fitoplancton.

Por otra parte, se caracterizan por diversas particularidades ecológicas tales como que en el interior de las zonas las variaciones de temperatura son exacerbadas, la baja inercia térmica hace que los valores extremos sean muy fuertes, los contenidos en oxígeno disuelto pueden variar fuertemente en un ciclo de 24 h según la función fotosintética que esté sucediendo. Unido a esto ocurre que las diversas reacciones y actividades biológicas que tienen lugar en los límites agua-sedimento dan a esta interfase un papel clave en la acumulación de materia orgánica y su mineralización, así como en la remesa de disposición de sales nutritivas que puedan faltar en ciertos momentos.

Estos medios tienen una productividad primaria muy fuerte, comparados con las aguas costeras, cuando esta productividad consiste en abundancia de microalgas, se pueden dedicar al cultivo de moluscos o a especies animales de pequeña talla que luego sirvan de alimento a peces y crustáceos. Cuando por el contrario, por diversas razones (materia orgánica en grandes concentraciones, fuertes variaciones de salinidad, etc.) abundan las algas pluricelulares (macrofitas), las que invaden las zonas, presentan estas circunstancias inconvenientes para el desarrollo acuícola.



2.1. CONTROL DE LA CALIDAD DEL AGUA

A nivel práctico se utilizan diversos sistemas para mejorar y controlar la calidad del agua, estos pueden basarse fundamentalmente en la realización de acciones de limpieza, purificación, pre-tratamiento, etc. Normalmente se emplean sistemas de regulación de oxígeno y sistemas de filtración y de esterilización, de tal manera que se puede decir que las técnicas de aireación, tratamiento y reciclaje del agua permiten paliar ciertos inconvenientes permanentes o temporales de abastecimiento y entre otros, se puede citar:

- Una falta de caudal de agua con respecto a la producción prevista.
- Una contaminación en un lugar en el que se lleve, o pretenda llevar, a cabo un proyecto acuícola.
- Una temperatura demasiado baja para la producción proyectada.

Entre los parámetros que se consideran prioritarios a la hora de actuar sobre el agua de un cultivo se encuentran el control del oxígeno y el de los parámetros físico-químicos.

a) Actuación sobre el control de oxígeno: Los problemas relativos al oxígeno en el agua son poco frecuentes en piscicultura de ensenadas, albuferas, etc., ya que se trata de un sistema de producción extensivo o semiintensivo. Por contra, estos inconvenientes se van generalizando a medida que se intensifica el sistema de producción, bien sea por la fertilización mineral u orgánica del medio o bien por el aporte de alimentos a los peces.

Tabla 1.- Valores extremos de los diferentes parámetros en aguas de marismas (Clement, 1991)

<u>Parámetros</u>	<u>Valores extremos</u>
Temperatura	13,5-15° C
Salinidad	1,0-4,5%
Oxígeno disuelto	< 1mg/l
pH	6,5-7,5
Gas carbónico libre	500-400 mg/l
Nitrógeno amoniacal libre	1-10 mg N/l
Nitratos	0,01-1 mg N/l
Fosfatos	0,1-1 mg P/l
Silicatos	2-5 mg Si/l
Hierro total	0,1-5 mg/l

No obstante, estos problemas de anoxia o poca oxigenación que se pueden presentar en medios de cultivo, pueden ser perfectamente controlados, existiendo técnicas de oxigenación en caso necesario, con maquinarias adecuadas que están disponibles y al alcance de los profesionales, sin embargo, a modo indicativo nos referimos a los siguientes medios de lucha contra el déficit de oxígeno, contemplando dos aspectos:



1. Lucha contra los factores de déficit de oxígeno mediante control, en particular de la evolución del fitoplancton, pudiendo realizarse por tratamientos preventivos que limiten la formación de los blooms algales y reduzcan el riesgo de inactivación, y otros tratamientos que destruyan parcialmente o totalmente el bloom existente. La prevención y tratamiento de los blooms algales se llevan a cabo mediante intervenciones sobre la calidad del agua empleando medios de lucha biológica y medios químicos.

2. Lucha contra la propia desoxigenación del agua, aireándola de una manera artificial, con la ayuda de diversos tipos de aparatos, existentes en el mercado, tales como los aireadores que producen movimiento por la influencia de la fuerza de un tractor, aireadores eléctricos y/o circuladores de agua.

b) Sistemas de filtración: Los sistemas de filtración consisten en tratar el agua de forma que se eliminen y controlen las variaciones en las características químicas de la misma. Todos los sistemas son abiertos en mayor o menor grado, en el sentido de que siempre es necesario reponer alguna cantidad de agua, así como regular el nivel de sustancias excretadas y los límites de tolerancia de la especie, si bien esto va a depender de factores tales como la densidad de población, la cantidad del alimento suministrado al día, el volumen del cultivo en relación al volumen total de agua, etc. Estos sistemas no suelen utilizarse en las granjas de engorde, debido a que a esos niveles no es necesaria, ya que los adultos son mucho más resistentes que las larvas.

Existen en todas las instalaciones depósitos de agua y sistemas primarios de filtros del agua. Los distintos tipos de filtración que se utilizan en la actualidad pueden ser: Filtración mecánica; filtración biológica, y filtración química.

c) Desinfección: En determinadas secciones de un establecimiento acuícola, especialmente durante las primeras fases de los cultivos de fitoplancton, los departamentos de larvas, las primeras fases de la semilla y los laboratorios, se precisa necesariamente agua desinfectada, para lo cual es necesario acudir a la desinfección, empleando como métodos más usuales la desinfección por radiación ultravioleta, por ozono y/o por cloro.

- Desinfección por radiación ultravioleta: esta técnica se basa en el poder "cida" de los rayos ultravioletas sobre los microorganismos, pudiéndose utilizar los U.V. al aire libre y a presión, si bien sea cual sea el sistema que se emplee, las lámparas de U.V. han de instalarse muy cerca del agua y ésta ha de pasar en lámina delgada.

Por otra parte, debido a que sólo se pueden aplicar en aguas poca cargadas en materias en suspensión, el emplazamiento de estos tipos de instalaciones ha de ubicarse inmediatamente a continuación de los de filtración.



La desinfección mediante radiación al aire libre se basa en la instalación de lámparas provistas de reflectores encima de un canal por el que circula el agua, formando una fina lámina de 3 a 5 cm de espesor. Si bien esta técnica es más económica que la de presión tiene bastantes inconvenientes, además de requerir la existencia de un canal abierto y un elevado número de lámparas.

- Desinfección por ozono: se basa en las propiedades que posee el ozono, consistentes en que una vez disuelto el gas en el agua, éste reacciona con la materia orgánica oxidándola rápidamente. La eficacia de la utilización del ozono es mucho mayor cuando se actúa sobre aguas previamente tratadas, por lo que su instalación se realiza, al igual que se indicaba en el caso de la desinfección por radiaciones ultravioletas, inmediatamente después de la unidad de filtración.

- Desinfección por cloro: este tipo de tratamiento se usa a nivel de depuradoras más que de establecimientos de producción de especies. Por otra parte, es preciso tener en cuenta que para este sistema no suele emplearse el cloro en forma de gas sino como hipoclorito sódico.

3. ESPECIES Y CULTIVO

3.1. SELECCIÓN DE ESPECIES CULTIVABLES

En el objetivo de cualquier proyecto acuícola (producción o investigación) se han de considerar como especies inicialmente aptas aquellas que sean utilizadas habitualmente para el consumo humano o industrial y cuyo estudio de las condiciones biológicas y tecnológicas se encuentren en un estado de desarrollo avanzado. En el caso de que el proyecto se destine a la investigación, cualquier especie es válida pero, sin duda, lo más oportuno sería investigar sobre aquellas que potencialmente puedan utilizarse o aprovecharse o bien centrar los estudios sobre problemas concretos de especies ya estudiadas, desechando otras cuyas investigaciones no se hayan iniciado, a no ser que el mercado o la necesidad de éstas fuera grande y ello justifique los esfuerzos tanto científicos como económicos.

La selección de especies a cultivar deberá de hacerse en función de los factores que inciden en su viabilidad y éxito, por lo que son fundamentales los conocimientos sobre la biología de las que se pretendan desarrollar y los parámetros en función de los cuales se planificará el cultivo, parámetros tales como el clima, el medio natural, la tecnología, las condiciones sociales, económicas, jurídicas, etc.

Como punto de partida hay que observar la disposición natural de las especies a ser cultivadas, ya que se han obtenido grandes éxitos de producción



con determinadas especies mediante técnicas de cultivo, mientras que con otras no se ha sobrepasado el nivel de investigación, siendo necesario un mayor estudio para poder obtener producciones en masa. En los momentos actuales se trabaja sobre especies de las que hace pocos años no se planteaba su desarrollo y, sin embargo, tenemos conocimiento de los buenos resultados que se pueden obtener.

Antes de iniciar el análisis de los diferentes criterios que influyen en las decisiones para seleccionar unas especies frente a otras, debe mencionarse que entre los grupos susceptibles de ser cultivados, la algocultura representa una acuicultura de alto rendimiento energético al aprovechar la radiación luminosa como fuente de energía para su desarrollo y tener la capacidad de utilizar el nitrógeno inorgánico, fundamentalmente en forma de nitratos, para formar moléculas proteicas; es decir, presenta las ventajas que proporciona el estar situadas en el primer escalón de la cadena trófica; asimismo, es un grupo de gran interés económico tanto para la industria como para la alimentación. El cultivo de moluscos produce igualmente un alto rendimiento energético, además, es sin duda, el tipo de cultivo más estudiado, desarrollado y practicado, se trata de especies sencillas de cultivar, con elevadas producciones, facilidad para obtener las semillas y no requieren ni alimento adicional ni atención diaria, los costes de instalación son relativamente bajos y la existencia de un mercado ya consolidado que puede acoger grandes cantidades del producto es otro factor positivo. Hay, por otra parte, que tener en cuenta el doble aspecto de estas especies, como fuentes de proteínas para la alimentación humana y como organismos participantes en los trofismos ambientales. Los crustáceos se encuentran en la cadena alimentaria al mismo nivel que los peces carnívoros, es decir, a nivel trófico son mucho menos favorables energéticamente que las algas, los moluscos y los peces fitófagos y/o detritófagos; asimismo, las condiciones requeridas para estos cultivos son, en lo concerniente a la cantidad y calidad de recursos hídricos, equiparables a los que necesitaríamos para cultivar peces de alto valor en densidades más fuertes. La piscicultura es sin duda la actividad a la cual se dedican los mayores esfuerzos y sobre la que se están logrando éxitos importantes, además de presentar ventajas destacables tales como el rápido crecimiento de algunas de las especies mejor valoradas en los mercados, considerable variedad de las mismas, gran tasa de multiplicación, etc.

Entre los criterios a los que prestaremos atención cabe destacar el tipo, la configuración y la extensión de las zonas utilizables para cultivos, las situaciones dentro del medio estructural, al igual que la capacidad del territorio a acoger la diversas estructuras de producción. Otros parámetros esenciales son sin duda las tecnologías que vayan a emplearse, además de las condiciones ecológicas, que son complejas y delicadas. Hay que escoger el modelo y método de cultivo de manera minuciosa, teniendo en cuenta que en el interior de un territorio se pueden encontrar unidades operacionales bien definidas, motivo por el cual conviene disponer de una cierta variedad de



técnicas que adapten los medios de producción a las circunstancias más diversas, ya que cualquiera que sea la capacidad productiva de una zona, ésta puede verse notablemente aumentada por la aplicación de sistemas dirigidos a un mayor aprovechamiento de la productividad natural del medio. Estas reflexiones nos llevan a la necesidad de establecer una serie de requisitos por los que se pueda orientar la decisión de cultivar unas especies en lugar de otras y en este sentido, consideramos que los principales parámetros para basar un criterio de selección, son los siguientes:

- Parámetros biológicos.
- Parámetros medioambientales.
- Parámetros tecnológicos.
- Parámetros económicos.

Del análisis de estas condiciones generales se puede llegar a establecer la especie o especies más idóneas para cultivar en un determinado lugar.

Parámetros biológicos

Los criterios biológicos son los que determinan el que una especie sea, en principio, óptima para un cultivo; ahora bien, algunas especies que biológicamente ofrecen posibilidades de desarrollo no son necesariamente las que se han estudiado y, por ello, uno de los primeros puntos a examinar cuando se quiere decidir sobre un determinado cultivo es la cantidad de estudios que existen sobre la especie candidata.

Generalmente en relación a aquellas especies que se cultivan en sistemas intensivos existen un gran número de referencias bibliográficas, siendo las más investigadas los salmónidos, el mejillón y las ostras. Otras son desde hace unos años objeto de numerosos estudios y proyectos de desarrollo, tal es el caso de la dorada, la lubina, el rodaballo y el lenguado.

El punto de vista biológico es un factor de la máxima importancia, puesto que de él depende, en gran medida, el coste del producto final. El estudio comparado de la biología de moluscos, crustáceos y peces permite resaltar las ventajas, inconvenientes y posibilidades que ofrecen para su cultivo unos grupos frente a otros. Bajo los aspectos exclusivamente biológicos, estos tres grupos presentan ventajas e inconvenientes, los moluscos ofrecen además de las condiciones favorables que citamos al inicio de este apartado otras tales como el poseer carácter sésil que facilita su confinamiento a altas densidades y su alimentación herbívora, mientras que la desventaja principal consiste en el elevado porcentaje de materia no comestible, la concha, en relación a la comestible, la carne. Los crustáceos tienen la ventaja del gran contenido proteico en calidad y cantidad; su principal inconveniente es la existencia del crecimiento por mudas, lo que disminuye la eficiencia de su alimentación y contribuye a un alto porcentaje de canibalismo. Los peces presentan como



ventaja su alto contenido proteico y la variedad de especies o adaptabilidad a distintas condiciones (pelágicos o bentónicos, herbívoros o carnívoros, baja o alta temperatura, etc.), si bien, la principal dificultad radica en la compleja regulación de su reproducción que encarece las instalaciones en un sistema de cultivo integral.

En la actualidad es técnicamente posible cultivar un gran número de especies de valor comercial durante todo su ciclo vital o bien en alguna de sus fases, en muchos casos en unas condiciones bien distintas de su hábitat natural, sin embargo hay que evaluar los parámetros biológicos de la reproducción, fundamentalmente de la viabilidad de ésta con especies en cautividad, la viabilidad del cultivo larvario, el índice de transformación o conversión del alimento, la patología, etc. Respecto a la reproducción, sería deseable tener un buen conocimiento sobre la gestión de los stocks de los reproductores en base a los aspectos fisiológicos, y endocrinológicos de la gametogénesis y de la vitelogénesis; morfológicos, los ecofisiológicos, osmóticos, térmicos, fotoperiódicos, etc., los nutricionales, relación calidad de gametos/calidad de embriones y larvas; los genéticos, edad de la primera reproducción, creación de cepas precoces o tardías, etc., la optimización de la producción de los gametos, el control del sexo, etc.

La seguridad y predictibilidad del suministro de reproductores son requisitos previos para cualquier empresa de cultivo, tanto si éste va a desarrollarse en medios cerrados de forma intensiva como si se trata de cultivos extensivos o semiintensivos.

La posibilidad de tener reproductores de calidad y en abundancia va a ser determinante a la hora de planificar un cultivo y de optar por una determinada especie; conviene, por tanto, evaluar la facilidad de establecimiento y mantenimiento de reproductores, ya que cierto número de especies maduran, se reproducen y desovan fácilmente en medios controlados, mientras que con otras se deben experimentar regímenes específicos estacionales de fotoperíodo y de temperatura o ser inducidas al desove a través de manipulaciones quirúrgicas o dietéticas, que actúan sobre el sistema hormonal. En este sentido siempre es aconsejable, a ser posible, situarse en zonas en las que las poblaciones naturales sean abundantes ya que esto permitirá disponer de mayor variabilidad de ejemplares adultos de los que el cultivador puede beneficiarse. La disponibilidad de suministro en el medio natural de post-larvas y de juveniles es, a pesar de que en la actualidad se posee un dominio de las técnicas de obtención de las mismas, importante, si tenemos en cuenta que siempre será ventajoso disponer de ejemplares salvajes. La compatibilidad con el medio ambiente local y la disponibilidad de semilla o de reproductores (post-larvas o juveniles) son quizá las dos razones más importantes para la elección de una especie a cultivar dentro de su clase de hábitat natural.



Cuando una especie se cultiva fuera o cerca de los límites de su distribución normal pero dentro de un área climática semejante, el cultivador debe disponer de suministros fiables de juveniles o reproductores y/o mantener la producción de éstos en las instalaciones semicerradas, ya que una especie que se reproduce fácilmente en cautividad en el nuevo medio ambiente será más adaptable al trasplante que una que no se reproduce. A modo de inventario, citamos algunas de las especies que pueden influir en la dinámica de las poblaciones existentes en los bancos naturales, salinas, marismas, y ensenadas del litoral ibérico (Tabla 2).

Otros factores biológicos de importancia son la duración y complejidad de la vida larvaria y la fecundidad de las especies a cultivar, ya que tendrá un impacto trascendente sobre el diseño de la planta incubadora, los costes generales y la capacidad técnica requerida para mantener una producción prevista de post-larvas. La rapidez de crecimiento junto a la eficiencia de conversión del alimento son características importantes de cara a una producción industrial, en primer lugar porque se precisarán menos cuidados, los riesgos de infestaciones e infecciones con desencadenamiento de enfermedades y/o accidentes serán menores y las inversiones económicas se pueden recuperar antes; no obstante, una fase larvaria larga no está siempre asociada con una mayor complejidad, aunque un desarrollo larvario, menos complejo, está generalmente unido a una fecundidad reducida.

El conocimiento sobre la resistencia a las enfermedades es otro de los parámetros que marca el éxito o fracaso de muchas de las especies cultivadas, existiendo dos principios fundamentales en el contexto de la evaluación de cualquier proyecto, en primer lugar, ninguna especie es inmune a las infecciones y, por tanto, al desarrollo de las enfermedades y, en segundo lugar, todas son susceptibles a las infestaciones, en consecuencia, la búsqueda de especies que puedan presentar resistencias a determinados agentes patógenos, tanto a nivel larvario como de las fases intermedias del crecimiento y engorde de la especie que se cultiva, son factores de gran importancia. La mayoría de las patologías son debidas o exacerbadas por el estrés derivado de la pobre calidad del agua, de las prácticas de manipulación, alimentación, etc., por lo que, cuanto más larga sea la vida larvaria más difícil será mantener unas buenas condiciones de cultivo, es decir se reducen los riesgos siempre que se acorten los tiempos de producción. Un índice de crecimiento rápido es, por tanto, una de las más importantes cualidades de una especie candidata a cultivarse.

El acuicultor, no obstante, está interesado no sólo en el índice medio de crecimiento sino en el porcentaje de la cosecha que se vendió más alto, de modo que conviene establecer un criterio bajo el cual se puedan compaginar ambos factores.



Parámetros medioambientales

Las características medioambientales de las zonas de cultivo son fundamentales para el desarrollo de las especies, por lo que hay que prestar atención a los parámetros climatológicos de temperatura, luminosidad, pluviosidad, vientos, así como a los valores extremos de sus ciclos de variación y a los físico-químicos del medio acuático, principalmente turbidez, temperatura, gases disueltos, movimientos del mar, hidrología, calidad y cantidad del agua disponible, topografía, la naturaleza del terreno, etc., en definitiva, una de las más importantes condiciones para optimizar un cultivo consiste en la acertada elección de la zona donde se instalará, procurando que ésta reúna los parámetros que favorezcan el desarrollo de la especie a cultivar. Muchas de estas características tienen un efecto directo en la biología y crecimiento de los animales, como, por ejemplo, la temperatura, otras pueden tener efectos catastróficos, tal es el caso de las tormentas y corrientes, y otras pueden utilizarse como fuente alternativa de energía, como la radiación solar y el viento.

El clima es un factor que representa un criterio de base para la elección de las especies, por lo que hay que prestar atención a los parámetros que lo caracterizan, frecuentemente nos encontramos con que instalaciones de idénticos tipos de estructuras se diferencian en cuanto a la productividad en función de las zonas climáticas, no en vano cualquier instalación acuícola pasa por la estimación del potencial de producción sobre la base de los parámetros climatológicos, los cuales serán confrontados con las exigencias biológicas de las especies a cultivar. Los parámetros que más influyen sobre el comportamiento de las especies son la turbidez, la temperatura, la salinidad, los gases disueltos, los movimientos del mar, la hidrología y la naturaleza de los fondos marinos.

La producción de los medios acuáticos reposa sobre la abundancia del plancton (fito- y zooplancton) y los factores que controlan la productividad primaria son a su vez físico-químicos, tales como la cantidad de luz, las sales nutritivas, la temperatura y la salinidad. Generalmente los máximos valores coinciden con las etapas primavera-verano, asimismo es máxima en las capas superficiales (+ luz) y va decreciendo en función de la profundidad (- luz). Teniendo en cuenta que las especies sometidas a un régimen de cultivo son especialmente sensibles a cualquier variación en la calidad de las aguas, es fundamental que éstas no sufran alteraciones de tipo poluctante, que actúan sobre la productividad, la ecofisiología y la supervivencia de la especie. Igualmente alteran el medio natural las masivas concentraciones de especies, fundamentalmente en los monocultivos, causando en numerosas ocasiones la explosión de enfermedades en las poblaciones, permanentemente estresadas por sus condiciones de cultivo.



Tabla 2.- Especies existentes en las zonas costeras y marismales

	<u>Nombre vulgar</u>	<u>Nombre científico</u>
Moluscos	Almeja babosa	<i>Ruditapes pullastra</i>
	Almeja fina	<i>Ruditapes decussatus</i>
	Almeja dorada margarita	<i>Venerupis aureus</i>
	Almeja rubia	<i>Venerupis rhomboides</i>
	Berberecho	<i>Cerestoderma edule</i>
	Caracola	<i>Murex sp., Litorina littorea</i>
	Coquina	<i>Donax trunculus</i>
	Chirla	<i>Venus gallina</i>
	Escupiña	<i>Venus verrucosa</i>
	Navaja	<i>Longueiron, Ensis sp.</i>
	Ostra plana	<i>Ostrea edulis</i>
	Mejillón	<i>Mytilus sp.</i>
	Zamburiña	<i>Chlamys varia</i>
	Vieira	<i>Pecten maximus</i>
	Pulpo	<i>Octopus vulgaris</i>
Jibia	<i>Sepia officinalis</i>	
Crustáceos	Camarón, Langostino	<i>Palaemon sp., Penaeus sp.</i>
	Percebe	<i>Pollicipes cornucopia</i>
	Santiaguíño	<i>Scyllarus arctus</i>
	Nécora	<i>Macropipus puber</i>
	Centollo	<i>Maia squinado</i>
Buey	<i>Cancer pagurus</i>	
Equinodermos	Erizo	<i>Paracentrotus lividus</i>
Peces	Anguila	<i>Anguilla anguilla</i>
	Salmonete	<i>Mulus surmuletu</i>
	Lenguado	<i>Solea vulgaris, S. Senegalensis</i>
	Rodaballo	<i>S. maximus</i>
	Besugo	<i>Pagellus sp.</i>
	Múgil	<i>Mugil sp.</i>
	Lubina	<i>Dicentrarchus labrax</i>
Dorada	<i>Sparus aurata</i>	

En líneas generales, los parámetros a tener en cuenta para la selección de especies en una determinada zona son:

- La tasa de renovación del agua.
- La turbidez de la columna de agua.
- El contenido en clorofila-a de aguas superficiales.
- La concentración de oxígeno en aguas profundas.
- La descarga de nitrógeno total por área.
- La proporción de sedimentos acumulados en los fondos.
- El área, volumen y profundidad media de la zona.



Parámetros tecnológicos

La acuicultura se desarrolla con un sentido innovador al ser considerada una actividad tecnológica de producción, de fácil manejo y aprendizaje, de escasa dependencia, capaz de resolver problemas económicos, al contar con un amplio mercado que está en continua evolución, por lo que los criterios técnicos son al igual que los biológicos fundamentales a la hora de seleccionar una especie, siendo preciso buscar para cada una de ellas la aplicación de un método determinado; así, si se pretende realizar un cultivo de fases iniciales, es decir en una hatchery hay que comprobar los sistemas más evolucionados y apropiados, la misma filosofía para las nurseries y para las estructuras de engorde, por lo que el tratamiento de los diversos procedimientos, al igual que la evolución de los sistemas serán factores determinantes en la elección de unas especies frente a otras.

A modo de resumen y conclusiones, a la hora de fijar cuales son los criterios importantes para decidirse por una o unas determinadas especies, se valorará aspectos tales como si la especie en cuestión puede reproducirse en sistemas intensivos o semiintensivos, si los huevos, semillas o larvas soportan los múltiples manejos a los que han de ser sometidos y si toleran un amplio margen de variación de las condiciones ambientales, si las fases larvarias son resistentes y su período larvario corto, si es fácil la alimentación, qué grado de resistencia presentan a determinadas patologías a lo largo de las fases de su ciclo vital, el precio del alimento, evaluando que éste sea bajo en relación con el precio de la especie en el mercado, etc. Por otra parte se buscarán aquellas especies para las cuales las tareas de alimentación, selección, cosecha, etc., deban requerir poca mano de obra, la relación entre el alimento y el peso del animal sea baja y la velocidad de crecimiento alta. En definitiva, una especie "modelo", será aquella que obtenga un alto precio en un mercado establecido, que crezca rápidamente con dietas baratas y fácilmente disponibles, que sea resistente a las enfermedades, y al mismo tiempo sus requerimientos biológicos o medioambientales no sean estrictos, que sus primeros estadios de vida sean fáciles de obtener, tanto a partir de animales capturados en el medio natural como a través de sistemas inducidos. En esta línea se podría planificar un esquema de selección que contenga los siguientes requisitos:

1. Confeccionar una lista de especies cultivables inicialmente aptas para el proyecto.
2. Decidir, en el caso de que sean varias las especies apropiadas, cual de ellas se tendrá como principal y cual o cuales como secundarias.
3. Definir los criterios de selección y aplicarlos sobre las distintas especies.
4. Comparar el comportamiento de las distintas especies respecto a los criterios utilizados.
5. Definir la tecnología aplicable para cada especie seleccionada.

Después de elaborar la lista de especies aptas para el desarrollo en base a los diferentes parámetros establecidos se hará una primera definición de



criterios que puede basarse en una tabla comparativa, en la que cualitativamente se confronten las especies en cuanto a los factores que hemos determinado como a tener en cuenta para la selección, entre otros, país que actualmente cultiva con éxito la especie, requerimientos nutritivos, grado de desarrollo de la tecnología de producción de larvas o alevines (hatchery), estimación del precio/kg, mercados establecidos, etc. De acuerdo con los objetivos planteados y en base al análisis de todos los parámetros citados se pueden desechar algunas especies que no sean aceptables por alguno de estos criterios, y así, finalmente se puede llegar a una lista reducida.

Existe una selección de especies de carácter oficial establecida desde 1985 por las Comunidades Autónomas y el Estado que se revisa cada cuatro años para clasificar de cara a un desarrollo industrial a aquellas que se consideran prioritarias y que su cultivo estará bajo la protección de una serie de ayudas, es decir, nos estamos refiriendo a las especies designadas en los POPs (Programas de Orientación Plurianuales).

La selección que España había propuesto a la entonces Comunidad Europea en los distintos períodos, desde el inicial, 1983-86, y que sólo tendría efectividad a partir del 1 de enero de 1986 (Vázquez et al., 1995), se caracterizó por el número y la diversidad de especies.

Respecto al grupo de los peces, en el período 1983-1986 se incluyeron: Rodaballo, lubina, dorada, salmónidos, anguila, lenguado, mugílidos, seriola, túnidos, sargo, besugo y herrera. Para el programa de 1987-1991 las especies seleccionadas fueron rodaballo, lubina, dorada, salmónidos, anguila, lenguado, mugílidos, seriola y túnidos, lo que supuso que respecto al plan anterior que se eliminarán tres especies basándose en que no se habían obtenido producciones de las mismas a través del desarrollo acuícola. En el período 1992-1996 se estableció una nueva clasificación introduciendo el criterio de especies de interés secundario, con lo que en primer lugar se prioriza sobre un grupo de ellas que ya son objeto de desarrollo y cuya tecnología está avanzada y se potencian otras que presentan un determinado interés, bien por la demanda de las mismas, bien por los avances en sus respectivas investigaciones, etc. La información que nosotros tenemos es que estas selecciones se han realizado de acuerdo con los criterios mostrados por los responsables de las distintas Comunidades Autónomas, en continuidad con las selecciones que se habían realizado en etapas anteriores y teniendo en consideración los desarrollos tecnológicos. Se mantienen todas las especies del período anterior, si bien se declaran de interés secundario cinco de ellas.

La última selección es la correspondiente al período 1997-2001 en la que se han introducido nuevos criterios, es decir se ha añadido a la selección de especies prioritarias y secundarias otro concepto que es el de «nuevas especies», en el que se incluyen una serie de ellas en base a que "las técnicas de producción



se encuentran suficientemente desarrolladas, pudiéndose garantizar la viabilidad económica de futuros proyectos industriales" y que respecto al grupo de peces se incluyen en las nuevas clasificaciones un total de seis especies, de ellas una con carácter de "especie secundaria", la tenca y las otras cinco como "nuevas especies" (Tabla 3).

Tabla 3.- Relación de especies de peces seleccionados para los POPs

1983-1986	Rodaballo, Lubina, Dorada, Salmónidos, Anguila, Lenguado, Mugilidos, Seriola, Túnidos. Sargo, Besugo y Herrera.
1987-1991	Rodaballo, Lubina, Dorada, Salmónidos, Anguila, Lenguado, Mugilidos, Seriola y Túnidos.
1992-1996	Rodaballo, Lubina, Dorada, Salmónidos, Anguila, Lenguado, Mugilidos, Seriola y Túnidos.
1997-2001	Rodaballo, Lubina, Dorada, Salmónidos, Anguila, Lenguado, Mugilidos, Seriola, Túnidos, Tenca, Besugo, Pargo, Dentón, Mero y Esturión.
	Rodaballo, Lubina, Dorada, Salmónidos, Anguila, Besugo y Merluza.
2000-2006	^{a)} Libro Blanco (1999)

3.2. FASES DE CULTIVO

Las técnicas a aplicar en acuicultura están en función no sólo de las especies que se pretendan cultivar, sino de los espacios que se utilizan y del nivel de desarrollo biológico, por lo que para saber el criterio tecnológico a utilizar se debe plantear las diferentes cuestiones que se presentan a lo largo de las fases por las que atraviesan las especies en el período de cultivo, es decir, siempre encontraremos con una primera fase de obtención de huevos, semillas y/o alevines; una segunda de pre-engorde y una tercera etapa de engorde, supeditando las tecnologías a aplicar en cada una de ellas, a los numerosos parámetros que le implican, biológicos, ecológicos, económicos, jurídicos, etc.

3.3. TIPOS DE CULTIVO

Por definición, un cultivo es el proceso mediante el cual se desarrolla una especie en condiciones controladas, proporcionándole el alimento necesario para su crecimiento. Si este proceso abarca el ciclo biológico completo se denomina cultivo integral. Por otra parte, si no se llevan a cabo todas las fases de su ciclo de vida, se hablaría de un semicultivo o un cultivo parcial, que normalmente suele abarcar las etapas de engorde bajo control a partir de juveniles obtenidos en el medio natural. Otra clasificación de los cultivos es la que se realiza en razón del espacio que ocupen y la densidad de población respecto a dichos espacios, pudiendo hablarse en estos casos de cultivos extensivos, semiintensivos o intensivos.



4. CULTIVO DE PECES

4.1. BIOLOGÍA DE LAS ESPECIES CULTIVABLES

En primer lugar se comentarán las características comunes de los peces que se seleccionan, para posteriormente remarcar aquellas particularidades que se considera de interés, dado que las especies objeto de este estudio pertenecen al mismo grupo, los Teleósteos.

Morfología

Los Teleósteos son animales vertebrados que presentan unos apéndices especializados para el desplazamiento, las aletas, constituidas por lóbulos o expansiones cutáneas que se extienden sobre una armadura o esqueleto representado por radios, los cuales pueden ser rígidos o flexibles, articulados en su base y capaces de moverse mediante la acción muscular. Las aletas son pares y aletas únicas, las aletas pares las constituyen las torácicas o pectorales que se utilizan para la natación y otro par de aletas abdominales o pelvianas, mientras que las aletas únicas son utilizadas como órganos de propulsión y se denominan anal, dorsal y caudal.

Generalmente, están recubiertos de una piel fuerte, revestida de mucus en la que hay implantadas escamas. La coloración de la piel y de las escamas se debe a pigmentos carotenoides, melaninas, flavinas y purinas, dependiendo también de otros factores, tales como los de tipo nervioso y/o hormonal. En algunos peces, los músculos también poseen coloraciones específicas, debidas a los alimentos que ingieren o a las zonas en que habitan, de tal forma que las especies que viven en aguas superficiales tienen los costados de color claro y plateado como consecuencia de la reflexión de la luz sobre los cristales de guanina, mientras que las de aguas profundas presentan una coloración oscura, dándose incluso el caso de que ciertas especies son capaces de desarrollar una coloración típica en la época reproductora para atraer a las hembras. La gran masa muscular está en los laterales del pez, disponiéndose los músculos simétricamente a los lados de la columna vertebral, estos suelen estar poco irrigados en los peces poco activos y de bajo metabolismo, mientras que las especies de vida activa y de alto metabolismo tienen un grado de irrigación muscular mucho mayor, lo que se traduce en que la carne adquiera un tono más oscuro o rojizo.

La piel es, generalmente, rica en glándulas cuyas secreciones ejercen un efecto protector y lubricante, las escamas que la recubren pueden ser de naturaleza ósea, de colágeno, calcio o proteicas y en la mayoría de los casos, córnea. Las escamas muestran al exterior su extremo libre dirigido hacia atrás, mientras que el otro queda incluido en la piel; respecto a la forma y tamaño, suele ser diverso, el crecimiento lo realizan a través de anillos que permiten determinar la edad de los peces.



Los alevines carecen de escamas cuando eclosionan, adquiriéndolas al poco tiempo. El esqueleto es óseo y está constituido por piezas craneales, vertebrales o axiales, y apendiculares o de las aletas. Estas últimas están articuladas con el esqueleto vertebral, y, en el caso de las aletas pares, a través de las cinturas torácica y pelviana.

Ecofisiología

Una de las características de los peces es su capacidad para agruparse formando bancos permanentes o transitorios, esta situación les protege de los depredadores, a quienes desorientan y también de otros peligros; si el motivo de agruparse es de tipo reproductivo, entonces suelen disgregarse cuando alcanzan la madurez sexual. Existen especies cuya vida transcurre sin alejarse mucho del lugar donde nacieron, mientras que otros realizan grandes migraciones, como ocurre con la dorada, la anguila y los salmónidos, atribuyendo estos procesos migratorios a causas tales como la búsqueda de alimentos, de áreas de puesta o de temperaturas más favorables que principalmente les induce a los desplazamientos, etc. Las rutas que realizan están determinadas por la temperatura, las corrientes, la profundidad o el relieve submarino.

Reproducción

Los procesos reproductores están estrechamente ligados a las fluctuaciones ambientales y sociales de tal manera que las puestas se producen invariablemente en la época del año que ofrece mayores garantías para la supervivencia de la progenie. Esta sincronización con su entorno natural se hace gracias a las complejas interacciones entre los componentes del eje cerebro-hipófisis-gónada (Castello, 1993). En general presentan sexos separados aunque hay casos de hermafroditismo sucesivo.

La proporción de los sexos, al igual que la fecundidad, es una característica de cada especie, si bien se darán variaciones en función de las condiciones del medio. Las gónadas están alojadas en la cavidad abdominal y para expulsar sus productos, lo hacen mediante un conducto o poro genital que desemboca detrás del ano, por tanto, la fecundación es externa. La gametogénesis está determinada por factores ambientales, principalmente la luz y la temperatura, los cuales actúan a nivel de la pituitaria de manera que libera hormonas, denominadas gonadotropinas, que se distribuyen por la sangre e influyen sobre distintos órganos, estimulando la secreción de hormonas esteroideas en las gónadas, que son las que a su vez controlan la gametogénesis.

Durante este período gran parte del alimento se transformará en reservas nutritivas de los huevos, si bien algunas especies forman estas reservas a expensas de su propio músculo cuando no tienen suficiente alimentación. El ovario de una hembra durante los períodos de gametogénesis puede llegar a ser el 25%



de su peso total (Kartas y Quignard, 1984). Son muy exigentes respecto al lugar adecuado para la puesta, fundamentalmente en lo que afecta a la temperatura o al lugar físico o zona de desove. Los huevos suelen ser transparentes o translúcidos y de color verdoso o rojizo y de diferente tamaño (Tabla 4) y según las especies caen al fondo (huevos bentónicos) o flotan en la superficie (huevos pelágicos). El desarrollo embrionario es directo, todas las fases son pelágicas, el vitelo es claramente visible y se encuentra conectado con el tubo digestivo en desarrollo, una vez que esta larva ha desarrollado el aparato digestivo y se acaba el vitelo, el animal empieza a comer, por lo que es preciso que ya encuentre alimentos adecuados para no morir de inanición. Este cambio se denomina punto crítico, puesto que es un momento delicado para la supervivencia de las larvas.

Todas las estructuras del animal adulto están ya presentes, si bien su desarrollo y, por tanto, su función no son completas todavía (ojos, boca, estómago, hígado, etc.). La incipiente musculatura permite a la larva efectuar pequeños movimientos.

Tabla 4.- Características de huevos y larvas de especies de interés en la acuicultura (según Quillet y Camaret, 1982)

Especie	Medio de vida	Diámetro del huevo (mm)	Talla de la larva en la eclosión	
			mg	mm
Salmón	Agua dulce	6,0	-	-
Trucha	Agua dulce	4,0	-	-
Lubina	Agua de mar	1,15	0,45	
Dorada	Agua de mar	0,95	0,13	3,1
Rodaballo	Agua de mar	1,10	0,12	3,1

Respiración

La respiración se realiza a través de las branquias, las cuales están constituidas por arcos cartilagosos situados en la faringe de los que parten filamentos que llevan a su vez laminillas perpendiculares, muy bien vascularizadas y recubiertas de una delgada piel, en ellas se efectúa el intercambio gaseoso con el agua; sin embargo, en muchos peces existe también intercambio gaseoso a través de la piel (respiración cutánea), pudiendo llegar hasta el 60% de la respiración total como sucede en el caso de la anguila. Así mismo, en las branquias tiene lugar el intercambio de otras sustancias (macromoleculares, sustancias orgánicas, iones, etc.) entre la sangre y el agua, facilitado por la estructura ramificada que confieren a las mismas los cuatro arcos branquiales que poseen. Por otra parte, realizan un importante papel en la regulación osmótica.

El agua de respiración entra en la cavidad bucal a través de la boca, en donde al cerrarse son presionados los opérculos hacia dentro coincidiendo con un



levantamiento del suelo bucal. De esta forma el agua se ve impulsada hacia las branquias saliendo al exterior a través de las aberturas branquiales cuyo borde es flexible y funciona a modo de una válvula. Es durante este proceso cuando la sangre absorbe parte del oxígeno disuelto en el agua.

Nutrición y aparato digestivo

El aparato digestivo comienza en la cavidad bucal, frecuentemente provista de numerosos dientes y lengua, esta boca da paso a una faringe perforada por las hendiduras branquiales, que comunica con un esófago, el estómago y un intestino que es largo y fino en las especies herbívoras y corto y grueso en las carnívoras, finalmente este intestino desemboca en el ano.

El alimento, que es capturado con la boca y engullido sin más, pasa al estómago, que está rodeado de músculos que lo mueven para mezclarlo con las enzimas gástricas y proteasas ácidas allí secretadas. Sólo las partículas parcialmente digeridas pasan al intestino, donde se neutralizan y reciben las secreciones del páncreas (digestión de carbohidratos) y del hígado (emulsificación de lípidos). En el intestino se completa la digestión y empieza la absorción. Los alimentos no asimilados son eliminados a través del intestino en forma de heces. Las bacterias y protozoos simbiotes son los principales responsables de la digestión de las celulosas y quitinas, ya que los peces carecen de las enzimas necesarias para esta función.

Las especies que se citan en esta Introducción, a excepción del rodaballo, presentan un divertículo del digestivo denominado vejiga natatoria, provista o no, según los casos, de un conducto neumático o neumatóforo, que les permite eliminar el exceso de gases contenido en la vejiga y reducir la presión cuando ascienden a zonas superficiales. Esta vejiga, que está muy vascularizada, actúa como un estabilizador, regulando la flotación así como el ascenso y descenso, mediante cambios de presión por variación del gas contenido en la misma. Cuando se produce un cambio brusco de la presión externa y el gas se dilata muy rápidamente sin dar tiempo a ser absorbido por la sangre, se produce la expulsión de la parte anterior del digestivo a través de la boca.

Excreción

La excreción se realiza a través de los riñones que, en número de dos, se sitúan en la región lumbar próximos a la columna vertebral, estos están formados por millones de túbulos microscópicos que se ocupan de la eliminación de los productos de desecho así como de la regulación del contenido del agua y de las sales minerales que contiene el cuerpo. La cantidad de orina depende de la temperatura, salinidad, alimentación y estado fisiológico del pez. El nitrógeno se excreta en forma de amoníaco, urea y óxido de



trimetilamina. También tienen función excretora las branquias como filtradoras de la sangre.

El cuerpo de los peces tiene una concentración de sales mayor que el agua dulce y menor que el agua salada, para mantener los niveles de sales apropiados, estas especies emplean las grandes superficies de intercambio con el agua, que son las branquias, los riñones y el intestino. Los peces en el agua dulce captan sales por las branquias y el intestino, a la vez que eliminan orinas diluidas, sin embargo, en el agua salada la captan por el intestino y eliminan sales por las branquias y por el riñón (orinas concentradas) (Muus y Dahlström, 1981).

Aparato circulatorio

El sistema circulatorio es cerrado y está provisto de un corazón constituido por dos cámaras situadas en serie. La sangre es bombeada desde el corazón a través de las arterias correspondientes hasta las branquias, donde se oxigena para ser después distribuida por todo el cuerpo. La sangre es coagulable contiene glóbulos rojos y leucocitos y como pigmento respiratorio hemoglobina.

Sistema nervioso y órganos de los sentidos

El sistema nervioso es central, con encéfalo en la cabeza y médula espinal de la que parten ramificaciones motoras que inervan los músculos estriados. Los órganos sensoriales que corresponden a la línea lateral consisten en una serie de estructuras dispuestas en una fila de escamas a cada lado del cuerpo a modo de pequeños tubos abiertos al exterior a través de las escamas y conectados entre sí por medio de un canal relleno de moco, recorriendo los flancos del animal y con ramificaciones sobre la cabeza. Parece ser que están relacionadas con el sentido de la dirección, permitiendo a los peces conocer la emisión de las ondas del choque (o eco) producido en el agua por la presencia de otros animales u objetos. La línea lateral también está conectada con un órgano sensorial que permite determinar las distancias y que es altamente efectivo, ya que mientras nadan, los peces están rodeados por un enjambre normal de ondas de presión, cuando estas ondas son alteradas por la presencia de objetos en el agua (otros peces, enemigos, piedras) los órganos de la línea lateral entran en acción, las pequeñas variaciones de presión producidas en los tubos abiertos por la anomalía son registradas por los nervios y el mensaje es descifrado por el cerebro, que automáticamente estima la dirección de procedencia y la distancia del objeto. Podemos decir, pues, que los peces tienen constantemente y a través de su línea lateral una panorámica de sus alrededores más cercanos (Muus y Dahlström, 1981).

Respecto al sentido de la vista no está muy perfeccionado, pues tienen una visión defectuosa de la imagen, siendo las especies que habitan próximas a la superficies las que tienen más desarrollados los órganos de la visión. Poseen ojos



grandes que están provistos de un cristalino duro y esférico. El oído es diferente según el grupo al que pertenezcan, contribuyendo la acción de la vejiga natatoria a la expansión y percepción del sonido y a la producción de vibraciones y en la emisión de sonidos actúa esta vejiga como caja de resonancia de los ruidos producidos, en algunos casos por la expulsión de las burbujas de aire por la boca y en otros por la propia vejiga. Poseen, al igual que los demás vertebrados, un oído interno, el laberinto, que es la sede del sentido auditivo así como del de posición (sentido estático) y también del sentido del equilibrio. El laberinto consta de tres canales semicirculares con tres ampollas alojando el órgano del equilibrio, debajo de estos canales se encuentran tres dilataciones conteniendo cada una la correspondiente concreción calcárea apoyada sobre un cojín de pelos sensoriales, que son los otolitos, de ellos los dos inferiores reaccionan frente a las ondas sonoras y su vibración es registrada por los pelos sensoriales y el superior sirve como órgano del equilibrio.

Los peces carecen de cuerdas vocales pero existen unos pocos que son capaces de emitir gruñidos o chillidos haciendo vibrar, mediante músculos especiales, las paredes de la vejiga natatoria, o bien expulsando aire a través del conducto neumático. La mayoría de sonidos, no obstante, son involuntarios y se producen al nadar, comer o hurgar en el fondo. El sentido del olfato está bien desarrollado, delante de los ojos se abren los orificios nasales, cada uno de los cuales comunica con una cavidad olfativa, en la mayoría de peces cada orificio está dividido en dos por un puente cutáneo, sirviendo entonces la abertura anterior para la entrada del agua durante la natación o por medio de un bombeo activo, y el posterior para la salida. Los peces pueden también reconocer a otros por medio del olfato, un pez herido secreta con frecuencia "sustancias alarmantes" que alertan a los demás. El sentido del gusto está localizado en la boca, faringe, barbillas, e incluso por todo el cuerpo, detectando las sustancias químicas existentes en el agua, no existiendo diferenciación clara entre el gusto y el olfato (Castello, 1993).

Sparus aurata (Dorada)

Clase: Osteicios.

Superorden: Teleósteos.

Orden: Perciformes.

Familia: *Sparidae*.

Género: *Sparus*.

Especie: *S. aurata* (Linne, 1758).

Las doradas forman un grupo homogéneo caracterizado por presentar un cuerpo alto, ovalado y comprimido, recubierto de grandes escamas y con una viva coloración. La cabeza es abultada, posee una sola aleta dorsal que cuando está plegada se aloja en un surco muy característico, una aleta anal con tres radios duros y una aleta caudal escotada. Es una especie bentónica, cuyos alevines y juveniles viven próximos a la costa, penetrando frecuentemente en las



desembocaduras de los ríos y lagunas litorales (salobres o no), sobre todo en primavera y verano, mientras que en invierno migran mar adentro, en especial los individuos maduros, para realizar la reproducción.

Soporta muy bien las variaciones de salinidad, al igual que las de temperatura, prefiriendo los medios salobres en los que en general las especies que pasan parte de su ciclo vital en estas aguas, presentan un mayor crecimiento que aquellas que permanecen siempre en el mar (Quillet y Camaret, 1982). Por otra parte, el tiempo de incubación de estas especies varía con la temperatura, interviniendo también, aunque no sea de forma tan decisiva otros factores del medio, tales como oxígeno, turbidez, salinidad, agitación, etc. La dorada es una especie preferentemente carnívora, depredadora de moluscos, crustáceos y pequeños peces, para lo que disponen de un sistema dentario constituido por numerosos dientes puntiagudos dispuestos sobre las dos mandíbulas y numerosas hileras de gruesos molares, además de poseer un intestino, derecho y corto (Coll-Morales, 1986). El tipo de dentadura le facilita el despedazamiento de los moluscos y la anatomía del intestino le hace resistente a los desgarrones.

Son especies que presentan hermafroditismo proteándrico, manifestándose del primero al cuarto año de su vida. La freza es bentónica, a niveles de entre 5 y 35 m de profundidad. El ciclo de vida se caracteriza por sus migraciones en grupo desde aguas salobres hacia plena mar. En la evolución del sexo, los progenitores llevan a cabo las siguientes etapas (Barnabe y Rene, 1973):

- Hasta los 8 meses la parte dorsal del ovario de la gónada es la dominante.
- A lo largo de la primera sesión de reproducción (fin del primer año de vida) la parte ventral de la gónada se desarrolla formando un testículo maduro.
- Al fin de esta primera sesión de reproducción todos los individuos reinician un movimiento de inversión sexual.
- A partir de 17 meses dos evoluciones son posibles: el 80% de la población finaliza esta inversión y llega a ser hembra, mientras que para el 20% restante el proceso de inversión se interrumpe y estos individuos quedan como machos. La evolución posterior parece ser que consiste en que con el envejecimiento la casi totalidad de los animales se hacen hembras.

El desarrollo de los gametos evoluciona de forma que una parte de las ovogonias se diferencian en ovocitos, los cuales sufren la vitelogénesis y, tras la maduración ovocitaria, tiene lugar la emisión del primer glóbulo polar siguiendo inmediatamente la ovulación y la puesta, fecundaciones y la activación por el espermatozoide. El desove es espontáneo, teniendo lugar después del mediodía y durante la noche. Todos los huevos de una misma hembra no son liberados en una sola vez, ya que tienen una puesta secuencial, de duración de unos dos meses, al ritmo de una puesta por día. Los huevos emitidos, que son hiponeutónicos, de color amarillo claro, perfectamente translúcido, sin pigmentación melánica y conteniendo un glóbulo lipídico único que asegura su flotación, son inmediatamente fecundados por los macho (Barnabe y Rene, 1973).



Su hábitat se sitúa desde la costa hasta profundidades de 90 m. Vive en las costas templadas, distribuyéndose por el Mar Negro, todo el Mediterráneo y el Atlántico desde las Islas Británicas hasta las Islas de Cabo Verde e Islas Canarias (Bauchet y Hureau, 1986).

Desde tiempos inmemoriales las doradas (*S. aurata*) se han capturado junto con mújiles (*Mugil chelo*, *Liza ramada*, *Liza aurata*), lenguados (*Solea senegalensis*) y anguilas (*Anguilla anguilla*) en esteros y antiguas salinas, donde se controlaba la población de una manera completamente extensiva. Esta actividad, a veces definida como vallicultura por su similitud con el uso de los walli en Italia, está siendo reemplazada por técnicas más intensivas, alcanzándose los niveles habituales de la salmonicultura, con densidades del orden de 30 Kg/m³.

En Andalucía se ha dado también un desarrollo de la acuicultura en espacios marítimos más o menos abiertos. Como ejemplo de ello caben citar las instalaciones flotantes existentes en la Bahía de Algeciras (Cádiz) y frente a la costa de Marbella (Málaga), en las que se realizan cultivos intensivos de doradas y lubinas con resultados satisfactorios. No obstante, dada la mayor importancia en cuanto a producción y a que en el presente estudio se han empleado doradas procedentes de instalaciones para cultivos en tierra, la introducción se centrará en los cultivos desarrollados en esteros y tierra firme.

Los ejemplares reproductores de dorada se capturan en el medio natural, lo que exige una selección para conseguir ejemplares en óptimas condiciones. Para su aclimatación se emplean tanques de varias capacidades y formas (1000-20.000 l) situados en una zona cubierta al aire libre o en instalaciones climatizadas, manteniéndose los peces en un medio con una salinidad de 35‰, aireación suplementaria constante y temperatura óptima de puesta (18° y 20°C) durante todo el año (Barnabé, 1976). A finales de octubre se seleccionan los ejemplares que se emplearán como reproductores y en los que se percibe una maduración ovocitaria más avanzada. Estos ejemplares se someten a un tratamiento con gonadotropina coriónica humana mediante inyección de dosis de 600 UI/Kg de pez en la base de la aleta dorsal. Los machos son igualmente tratados con la hormona (300 UI/Kg) para conseguir un esperma más fluido.

La inducción a la puesta debe ir acompañada de una temperatura adecuada (18°-20°C) y salinidad óptima (33-35‰). Tras el tratamiento hormonal los reproductores se transfieren a tanques de policloruro de vinilo (PVC) de unos 3 m³ de capacidad, guardando siempre una relación constante entre machos y hembras (3/2). La primera emisión de huevos suele ocurrir a los tres días del tratamiento, durando la puesta ininterrumpida de 5 a 30 días.

La fecundación se puede realizar en el tanque o, más frecuentemente, de forma artificial. El porcentaje medio de fecundación es próximo al 60% (Barnabé, 1976). Los huevos se incuban durante 2 días a 18°C en agua de mar con una



salinidad de 36‰, previamente filtrada y esterilizada. Los huevos maduros de dorada son esféricos y contienen una gota de grasa que los hace flotar en medios con una densidad de 1,0245 g/cm³ a 15°C (una salinidad aproximada de 34‰).

Mediante un colector conectado al desagüe de superficie del estanque se recogen los huevos sanos que son introducidos posteriormente en la incubadora, normalmente en forma de cilindro cónico invertido. La densidad de carga oscila entre 2.000 y 5.000 huevos por litro, siendo la salinidad óptima para los huevos del 30-50‰ y reduciéndose posteriormente para las larvas a valores del 15-25‰.

Después de aproximadamente 45 h de la fecundación, el huevo está próximo a eclosionar, se observa que la pigmentación se ha extendido y que en la gota de grasa hay 5 ó 6 cromatóforos de forma estrellada. Entre las 45 y 50 h de incubación tiene lugar la eclosión. Las larvas recién nacidas miden 2 mm y el saco vitelino es muy voluminoso, ocupando más de la mitad anterior del cuerpo de la larva. Durante 65 días las larvas sufren un proceso de metamorfosis hasta alcanzar una longitud de 20 mm y un peso de 100 mg. El porcentaje de eclosión oscila entre el 10 y el 35% (Villani, 1976). Las larvas de un día de vida miden 2,5 mm y muchas de ellas permanecen flotando con la cabeza hacia abajo. A los dos días miden 3,2 mm y ya han reabsorbido la mitad del saco vitelino. En las larvas de 4 días se ha iniciado el esbozo del aparato digestivo y la boca. Ésta última aparece completamente formada a los 6 días, cuando la larva mide 4,6 mm. En este momento, en que la mortalidad es máxima (hasta 90%), la alimentación es esencial.

El cultivo larvario hasta el destete (65 días, aproximadamente) se realiza generalmente en estanques pequeños de unos 10 m³ de capacidad y con una densidad de carga de 30 prelarvas por litro.

Para la alimentación se sigue un esquema secuencial, pues cada estado de desarrollo requiere un tipo de alimento según el tamaño de la boca. El paso de un alimento a otro se hace siempre de forma gradual y con un período de solapamiento. En los primeros días las larvas de dorada son incapaces de capturar nauplius de *Artemia*, sin embargo, pueden alimentarse de *Brachionus* y de larvas de bivalvos. La alimentación larvaria se lleva a cabo mediante la producción de fitoplancton y zooplancton a gran escala. Se inicia con la adición de cultivos de algas (*Tetraselmis* sp., *Nanocloropsis* sp.) a una concentración de 20 l de algas por día, que contribuyen al mantenimiento de un nivel alto de oxígeno, pH ligeramente alcalino y valores de nitritos bajos. La alimentación de las larvas se inicia con el rotífero *Brachionus plicatilis* que, a su vez, se alimenta de las algas adicionadas al agua. La concentración de rotífero en el medio es de 20-25 *Brachionus*/ml, cantidad que se va aumentando progresivamente hasta alcanzar, cerca del paso de larva a alevín, una concentración de 35-40 rotíferos/ml.



A partir de los 21 días de vida, y con una talla media de 4,2 mm, se introduce en el medio de cría, además del rotífero, nauplius del crustáceo branquiópodo *Artemia* a concentraciones crecientes: de 8-10 nauplius/ml a 10-15/ml cerca de la metamorfosis. A los 36 días de vida, teniendo la larva una longitud media de 6,97 mm, se inicia la metamorfosis con la consiguiente formación de la vejiga natatoria y los sistemas esquelético, branquial y muscular (San Felú, 1987). Una vez completada la metamorfosis, a los 40 días de vida, se inicia una alimentación a base de metanauplius de *Artemia*, para pasar posteriormente a copépodos (*Eurytemora* sp.; *Cletocamptus retrogresus*) entre 35 y 55 días, y, finalmente, a artemias adultas y pienso granulado seco (55-70 días) en el momento del destete cuando las larvas han alcanzado un peso de 100-150 mg (Bedier et al., 1984).

La temperatura óptima de engorde, que oscila entre 25 y 26°C permite alcanzar unos crecimientos medios de 110 g en el primer año y hasta 700 g en tres años (García-Badell, 1988). Se realiza en tanques de PVC en recintos cubiertos hasta un tamaño aproximado de 15-20 g, para pasar a estanques de tierra, PVC o esteros situados al aire libre donde se realiza el engorde hasta talla comercial.

4.2. PATOLOGÍA

La patogénesis se puede describir como un factor causal que provoca un disturbio el cual va a dar origen a una enfermedad, y en esta línea, para analizar estos aspectos hay que diferenciar entre la enfermedad y la mortalidad. De una manera general, la receptividad a la enfermedad depende de una serie de factores endógenos y exógenos, siendo, entre los endógenos la propia especie el primero de ellos, así, mientras unas especies son más vulnerables a determinadas enfermedades, otras son resistentes, e incluso, en otros casos, existe una cierta predisposición heredable; también el sexo influye, sobre todo en las fases de miosis, a las que son más sensibles los machos que las hembras, principalmente entre peces dulceacuícolas; igualmente, caracteres tales como la talla, el peso y la edad ejercen cierta influencia en la receptividad, debido a que las defensas inmunitarias aumentan con la edad, sin olvidar que pueden convertirse los ejemplares en portadores de una determinada patología, ya que la fagocitosis en los peces no llega en muchos casos a destruir a los microorganismos patógenos. En general, en la época de la madurez sexual son especialmente sensibles a la adquisición de enfermedades, sucediendo lo mismo cuando existe una alteración fisiológica en algunos órganos o sistemas, que pueden causar la aparición de una predisposición receptiva, extensible también a las situaciones de estrés. Respecto a los exógenos, hay que destacar, en primer lugar, la propia virulencia del agente patógeno, capaz de producir verdaderas epizootias que constituyen graves desastres en las producciones piscícolas. Otras causas que influyen en el desarrollo patológico son los factores medioambientales, ya que la alteración de algún parámetro, como puede ser la



elevación de la temperatura, descenso del nivel de oxígeno, acumulación de desechos o restos de alimentos, etc., puede convertirse en el principio desencadenante de una enfermedad.

En los peces adquieren una importancia primordial las condiciones de estrés y los traumatismos, situaciones que se producen con relativa frecuencia y facilidad en el proceso de cultivo y durante la manipulación de los animales. Las perturbaciones de los factores físico-químicos o biológicos en el proceso tecnológico pueden ser causa de estrés, incluyendo las altas densidades de población, el transporte, los baños terapéuticos etc. Por otra parte, la presencia de heridas representa una puerta de entrada a los agentes patógenos, por lo que es extremadamente importante la tecnología de producción y manipulación de las especies cultivadas. La nutrición es determinante ya que, sin duda, el desconocimiento de las necesidades de los animales y de sus exactos mecanismos metabólicos son el origen de las perturbaciones que pueden causar pérdidas considerables al favorecer la acción de los microorganismos patógenos sobre un pez debilitado. Los síntomas observados pueden ser en numerosas ocasiones reversibles por un simple cambio de régimen.

Otro apartado importante es el relativo a los tumores y malformaciones, ya que por una parte las lesiones tumorales son procesos neoplásicos que pueden ser de evolución benigna o maligna, siendo menos frecuentes en las condiciones de cultivo que en las poblaciones salvajes (los peces planos son especialmente sensibles a los factores carcinógenos que se encuentran en el medio) y respecto a las malformaciones, éstas pueden tener un carácter hereditario cuyo origen se observa a través de las malformaciones corporales a lo largo del cultivo larvario, si bien los individuos más atacados desaparecen rápidamente. No obstante, las causas de las malformaciones son difíciles de establecer, pueden deberse a caracteres de tipo genético, a manifestaciones secundarias de enfermedades, a factores dietéticos o como consecuencia de una defectuosa manipulación, etc.

En resumen, se puede decir que en el caso de los peces, las enfermedades pueden ser adquiridas por vía directa o a través de intermediarios o de vectores, siendo las vías más frecuentes de penetración la digestiva, la respiratoria y la cutánea. En cualquier caso, los problemas patológicos en estas especies son de diversos órdenes, entre los que cabe destacar los de tipo infecciosos, medioambientales, nutricionales, tumorales y las malformaciones. Las patologías infecciosas más frecuentes son las producidas por virus, bacterias y/o parásitos.

Patologías producidas por bacterias

En la aparición y desarrollo de las enfermedades bacterianas además del pez (especie, edad, estado fisiológico) y del microorganismo patógeno, juegan un papel importante las fluctuaciones en las condiciones ambientales (temperatura, pH, niveles de oxígeno disuelto, grado de contaminación, etc.), así como los



factores inherentes a la manipulación industrial de los peces (transferencia de especies de agua salada, procesos de clasificación, densidad de población, sistema de limpieza y desinfección de tanques, etc.) que pueden decidir en la supervivencia del agente patógeno y afectar adversamente a los peces en cultivo, incrementando su susceptibilidad a contraer enfermedades. Algunas especies de bacterias se encuentran habitualmente en el aparato digestivo de los peces, haciéndose patógenos oportunistas cuando interviene algún factor estresante de tipo ambiental o alimentario, mientras que otras son agentes etiológicos primarios, aunque una alteración en los factores ecológicos u otra causa biológica puede incrementar su virulencia o su capacidad de reproducción. En general, la presencia de contaminantes y los tratamientos preventivos ejercen una acción irritante sobre la piel y mucosas de los animales, que favorecen la penetración de bacterias o de sus secreciones y eso mismo sucede cuando existen pequeñas lesiones cutáneas. Las vías de penetración de las bacterias es uno de los aspectos más desconocidos en la patología, ya que como puede ocurrir por vía oral, hecho comprobado en algunas bacterias, o por las vías branquial y cutánea, favoreciendo en muchos casos su penetración la presencia de lesiones o heridas, aunque éstas sean microscópicas.

La sintomatología de las enfermedades bacterianas es variable y también depende de su evolución, las más frecuentes se relacionan con alteraciones en la natación, adelgazamiento, hidropesía, respuestas inflamatorias, aparición de lesiones hemorrágicas internas o externas que pueden presentar o no necrosis. Las principales infecciones catalogadas son las producidas por bacterias de los géneros *Vibrio*, *Aeromonas*, *Yersinia* y *Renibacterium*.

La vibriosis es una de las más graves enfermedades de los peces, tanto los salvajes como los de cultivo, siendo la patogenicidad que limita más la producción industrial de las especies de cultivo. Se han descrito vibrios muy relacionados con *Vibrio anguillarum* implicados en mortalidades del rodaballo y del salmón en juveniles y adultos cultivados, ya sea como únicos agentes causales o en asociación con agentes virales. La vibriosis también se cita en anguila (*Anguilla anguilla*) cultivada, en este caso causada por *V. vulnificus* (Biosca et al., 1991), siendo la mortalidad máxima entre las especies jóvenes. Su aparición se ve favorecida por diversos regímenes alimentarios, ya que la absorción frecuente de grasas oxidadas provoca modificaciones patológicas del mucus de la membrana del tubo digestivo, lo cual facilita una vía de entrada a la bacteria. Entre las enfermedades a destacar está la denominada hitra (vibriosis de aguas frías) que está causada por *V. salmonicida* y afecta al salmón atlántico y a la trucha arcoiris. También la enfermedad conocida como "úlceras de invierno" está provocada por una especie de *Vibrio*. Contra esta vibriosis se ha desarrollado una vacuna que parece ser eficaz.

Infecciones graves son las causadas por bacterias pertenecientes al género *Aeromonas*, que afectan principalmente al cultivo de la trucha en agua



dulce y al de la anguila en agua salobre. Así *Aeromonas hydrophila* y *A. sobria* ocasionan en general mortalidades bajas pero continuas en asociación con otros patógenos oportunistas. Según Toranzo (1990), el desencadenamiento de epizootias debido a esta *Aeromonas* suele estar relacionado con una elevación de la temperatura y la materia orgánica en el agua. Otra enfermedad es la conocida como forunculosis causada por *A. salmonicida* y que se describe tanto en la trucha como en el salmón, además de afectar a un amplio grupo de peces no salmónidos como por ejemplo el rodaballo, la platija y otros peces planos. La bacteria *Yersinia ruckeri* causa la enfermedad de la boca roja, que ocasiona importantes pérdidas económicas en todo el mundo en trucha cultivada en agua dulce y en el agua salada afecta al rodaballo y a la lubina. La especie *Renibacterium salmoninarum* provoca la enfermedad bacteriana del riñón (BKD) que se detecta en los salmónidos, tanto en agua dulce como en agua de mar, además, otras especies pueden ser portadores asintomáticos, por otra parte, esta enfermedad plantea serios problemas en los salmónidos ya que los peces con riñones afectados resisten mal la transferencia del agua dulce al agua del mar. Las infecciones causadas por *Flexibacter maritimus* han sido asociadas a las lesiones en la piel de peces marinos, siendo numerosas las especies que se han mostrado susceptibles a esta bacteria, incluyendo el rodaballo, el salmón atlántico, el salmón coho y la lubina. Las tuberculosis de los peces están causadas por el bacilo *Mycobacterium marinum* cuya infección se restringe esencialmente a peces de agua templada, ocasionando brotes en salmónidos, lubina y dorada (Bruno et al., 1998).

Patologías producidas por virus

De todas las enfermedades de origen microbiológico que tienen lugar en las piscifactorías son las infecciones virales las que revisten una gran trascendencia, ya que los supervivientes se convierten en portadores asintomáticos de los virus eliminándose a través de las heces, orina y productos sexuales durante largos períodos de tiempo. Entre los virus de animales acuáticos tenemos representantes de diversas familias como *Birnaviridae*, *Reoviridae*, *Rhabdoviridae* e *Iridoviridae*.

A la familia *Birnaviridae* pertenece el agente viral más representativo, el virus de la necrosis pancreática infecciosa, o IPNV, y otros virus semejantes al IPN aislados tanto a partir de peces como de moluscos y crustáceos. La necrosis pancreática infecciosa es una enfermedad aguda y altamente contagiosa, causada por un birnavirus, que está extendida por todo el mundo, tradicionalmente se considera como una infección que afecta a alevines de salmónidos, en los cuales provoca la muerte en pocas semanas e incluso en días, llegando a mortalidades del 80 o 90%. También se han descrito mortalidades por necrosis pancreáticas en lubina y rodaballo adulto.

Los virus pertenecientes a los *Reoviridae* no provocan enfermedades agudas ni altas mortalidades, pero presentan síntomas muy diversos, que



dependen tanto de la cepa viral como de la especie animal afectada. El número de aislamientos ha sido creciente en los últimos años tanto en peces de agua dulce como salada, por ejemplo, el reovirus del salmón del pacífico (Winton et al., 1981), el reovirus de la lubina americana (Baya et al., 1990), y un reovirus en el rodaballo (Lupiani et al., 1989).

En el grupo de los *Rhabdoviridae* hay dos virus que han ocasionado pérdidas relativamente importantes en acuicultura, que son el virus de la Necrosis Hematopoyética Infecciosa (IHNV) y el virus de la Septicemia Hemorrágica Viral (VHS) (Toranzo, 1990). El IHNV originariamente se conoció como enfermedad viral del salmón por ser ésta la primera especie en que se detectó la enfermedad, considerándose como endémica en la costa oeste de Estados Unidos. Asimismo esta enfermedad también se descubre en otros países entre los que se encuentra España. No existe un método eficaz para su tratamiento, por ello deben de aplicarse los métodos de control y prevención pertinentes. El VHS se ha detectado en Europa incluida España (Jiménez de la Fuente et al., 1988), afectando a peces salmónidos, así como a la lubina y al rodaballo. Los signos externos de esta enfermedad incluyen oscurecimiento del color corporal, exoftalmia (ojos saltones), hemorragias peri- e intra oculares, así como en la base de las aletas pectorales y pélvicas, branquias pálidas con hemorragias puntiformes. Los principales signos internos son las hemorragias puntiformes en el tejido graso, intestino, hígado, vejiga natatoria y musculatura, como también ascitis, o sea la acumulación de líquido en la cavidad abdominal. Los peces se muestran apáticos, se separan del grupo permaneciendo casi inmóviles en las orillas del estanque o de las jaulas y huyendo sólo al percibir movimientos externos. La fase subaguda o crónica sigue a la aguda y el oscurecimiento y la exoftalmia se intensifican, las branquias palidecen hasta tornarse gris/blancuzcas, las hemorragias bronquiales disminuyen y los peces sufren severa anemia, la palidez general resultante es particularmente evidente en la cavidad abdominal y en la musculatura. Internamente el hígado se muestra muy pálido, con lo cual las hemorragias se evidencian mejor, mientras que las hemorragias en los demás órganos y musculatura disminuyen. Los peces nadan a menudo rotando alrededor de su eje central y la mortalidad disminuye. En la fase nerviosa se agudizan los movimientos natatorios aberrantes, aumenta el giro alrededor del eje, por lo que los peces muestran a intervalos regulares sus barrigas plateadas, el piscicultor dice que el estanque o jaula relampaguea o fulgura (flashing). La ascitis y la palidez generalizada disminuye, las branquias recobran su color normal y en general las manifestaciones típicas de la VHS disminuyen. Esta enfermedad es de notificación obligatoria a la UE y a la OIE (Organización Internacional de Epizootias) (Bruno et al., 1998).

Los Iridovirus se han descrito en numerosos peces, se trata de un grupo viral que causa un gran espectro de síndromes, los cuales van desde las enfermedades sistemáticas mortales hasta otras benignas, así como infecciones inaparentes. Como iridovirus causantes de epizootias tenemos el virus de la



Necrosis Hematopoyética Epizootica (EHNV). Entre los no asociados a epizootias y con una distribución mundial amplia, está descrito el virus de la linfocistis y el virus de la Necrosis Eritrocítica (VEN) que afecta a diferentes especies. Ciertos virus semejantes a los Iridovirus son los causantes de la Linfocistis, caracterizada por la especificidad de las especies de virus, siendo cada una de ellas patógenos de peces pertenecientes a la misma familia o género. Se dice que el virus de la linfocistis afecta sólo a Teleósteos de un alto nivel evolutivo como los salmónidos y entre las especies marinas, la dorada es la más afectada, mientras que la lubina de cultivo es menos susceptible.

Otra enfermedad que afecta fundamentalmente al salmón es la llamada pancreatitis del salmón atlántico, cuyo virus responsable ha sido recientemente descrito como un Togavirus que provoca crisis subagudas o crónicas de peces en fase de engorde, siendo observada esta patología en Escocia, Noruega, Irlanda, EE.UU., Francia y España. Las truchas arcoiris y fario cultivadas en agua de mar son también susceptibles. La encefalopatía y retinopatía vírica también conocida como necrosis nerviosa vírica de los peces (VNN) está provocada por un Nodavirus y se encuentra distribuida por todo el mundo. Entre las especies cultivadas en Europa, la enfermedad se ha detectado en lubina, larvas de dorada y rodaballo.

Patologías producidas por parásitos

La especificidad y los factores ecológicos, así como el gran número de especies parásitas, son características de fundamental importancia para intentar esclarecer estas patologías. En los sistemas de cultivo intensivo con circuito cerrado la presencia de parasitosis es limitada, debido al hecho de que los parámetros físico-químicos del agua están bajo control y es poco probable que a través de la misma penetren estados infestantes de parásitos; por el contrario, los sistemas extensivos o semiextensivos permiten fácilmente la introducción no sólo de algunos estados infestantes, sino también de los posibles hospedadores intermediarios, que pueden propagar las parasitosis, por lo que es necesario realizar estudios epidemiológicos en los medios naturales circundantes para así poder determinar el riesgo que existe en cuanto a este tipo de infestaciones.

Dentro de los diferentes grupos, los Protozoos están considerados como los que causan mayor número de enfermedades, seguidos de Metazoos, tales como los Trematodos, Platelminfos o gusanos planos, los Nematelminfos o gusanos cilíndricos, Acantocéfalos, Crustáceos y Anélidos. Algunos son ectoparásitos y otros endoparásitos, pudiéndose albergar en diferentes órganos y tejidos de los hospedadores.

Las ectoparasitosis pueden ser a nivel del tegumento, en donde cabe el alojamiento de una serie de parásitos, que en ocasiones no llegan a infringir daños considerables, estando más bien como ectocomensales, mientras que en otros casos pueden provocar incluso la muerte, si bien, en general, en las



ectoparasitosis se producen una serie de lesiones y síntomas característicos (Tabla 5). Los endoparásitos se alojan en cavidades corporales, esqueleto, musculatura u órganos internos, causando graves destrozos.

Tabla 5.- Síntomas y lesiones por ectoparasitosis

Alteraciones del comportamiento Modificaciones corporales

Excitación

Destrucción de las aletas nadadoras, con hemorragias

Postración

Enrizamientos de las escamas

Excitación alternada con postración

Pequeñas ulceraciones (según los casos de parasitosis)

Fricción sobre el fondo (prurito)

Hipersecreción de mucus traducidos en irritaciones cutáneas que hacen aparecer al animal con reflejos gris-azulado

Pérdida parcial o total del apetito asociada a un adelgazamiento

Entre las enfermedades originadas por Protozoos, se encuentra la denominada del terciopelo, que afecta a la lubina y a la dorada y que está provocada por un flagelado del género *Amyloodinium* que invade la piel y las branquias en estos peces. Otro flagelado es *Ichthyobodo*, conocido por Costia, al cual son susceptibles numerosas especies en fases larvarias y post-larvarias. Los quistes branquiales son otra enfermedad que ataca a los estados juveniles de la dorada, su acción es sobre los filamentos branquiales, siendo los ejemplares más particularmente atacados los alevines procedentes de hatchery, explicándose en base a que sus defensas inmunitarias, por razones genéticas o medioambientales, son menores que en el caso de los ejemplares salvajes y de los adultos. Entre los Protozoos esporozoos son de citar las especies pertenecientes al género *Pleistophora*, que parasitan la lubina y el rodaballo. El protozoo *Ceratomyxa* es el causante de las enfermedades del pre-desove o hidropeía del salmón, además de afectar a otras especies de peces marinos. Otro esporozoo es *Henneya*, cuyas esporas se caracterizan por poseer dos valvas, dos cápsulas polares y dos filamentos polares que forman una especie de larga cola. El grupo de los Tricodinos son protozoos muy frecuentes en los peces marinos, que se fijan en las branquias y el tegumento, son ectoparásitos y están ampliamente repartidos por el mundo, manifestándose con síntomas tales como una respiración deficiente y desplazamientos bruscos acompañados de frotamiento de los peces contra el suelo y las paredes de los tanques.

Ya dentro de los Metazoos, entre las enfermedades que presentan una mayor incidencia se encuentra la distomatosis larvaria, cuyos agentes patógenos son Trematodos que parasitan de forma natural diversas especies, entre otras a la dorada, habiéndose encontrado hasta 1.500 ejemplares por pez en poblaciones salvajes de la laguna Bardawil de Israel (Paperna et al., 1977). Las cercarias de otro trematodo, *Cryptocotyle lingua*, son transmitidas a través de



hospedadores intermediarios, que pueden ser un molusco del género *Littorina*, y el arenque, *Clupea harengus*, penetrando a través de ellos en el rodaballo, y manifestándose por una reacción de melanización a nivel de cada metacercaria, que recibe el nombre de enfermedad de las manchas negras, no es una enfermedad grave y se considera que la adquisición de esta parasitosis se realiza en los cultivos en jaulas sumergidas, donde pueden penetrar fácilmente los hospedadores intermediarios parasitados, de los que salen las cercarias, enquistándose como metacercarias en los peces del cultivo.

Patologías provocadas por factores nutricionales

Este tipo de enfermedades son de gran importancia en los cultivos piscícolas, sobre todo en las especies alimentadas con dietas artificiales o en las que estas dietas se utilizan como complementarias ya que pueden estar ocasionadas por un desequilibrio en los nutrientes o por la presencia de factores contaminantes o tóxicos. Si se refiere a la patología producida por un desequilibrio en los nutrientes, hay que considerar los distintos componentes básicos de sus dietas, es decir, los lípidos, proteínas, carbohidratos y vitaminas.

Respecto a los lípidos, su exceso provoca acumulación de grasa en el hígado, riñón y bazo, con respuesta de tumefacción y amarilleamiento del hígado, anemia, estenosis intestinal, degeneración hepática y renal, pérdida de peso y, en ciertos casos, la muerte. El defecto lipídico causa una detención del crecimiento, necrosis en las aletas, palidez del hígado, edema y depigmentación cutánea, reducción de la hemoglobina, anemia, degeneración hepática y renal y alteración en la natación, realizando movimientos bruscos y rápidos que alternan con períodos de reposo, pudiendo incrementarse la tasa de mortandad. En cuanto a las proteínas, su exceso se ve acompañado por un gasto de energía superior para la excreción de nitrógeno que retrasa la velocidad de crecimiento, pues se produce un mal aprovechamiento de la dieta, mientras que las deficiencias detienen el crecimiento, la actividad se reduce y baja el sistema inmunitario, con lo que los peces se vuelven más vulnerables a las enfermedades infecciosas. La deficiencia en los aminoácidos esenciales provoca la formación de cataratas, estando asociada la cistina con la necrosis hepática, la lisina con el ennegrecimiento cutáneo y pérdida del equilibrio y la metionina con la anorexia y la anemia.

Los carbohidratos son menos conocidos, pero su deficiencia produce una disminución de la tasa de glucógeno hepático y una reducción del crecimiento, mientras que el exceso produce incremento del glucógeno hepático, infiltración de grasa en el riñón, degeneración pancreocítica, retraso en el crecimiento, edema, elevación del nivel de glucosa en sangre y aumento de la tasa de mortandad.

El papel que desempeñan las vitaminas en la dieta de los peces no está bien definido, aunque existen síntomas claros de carencias vitamínicas, tales



como son la anorexia y la reducción en la tasa de crecimiento. La vitamina C ejerce una acción primaria en el metabolismo de varias hormonas, aminoácidos, de la carnitina y de las sustancias con grupos sulfhídricos; la deficiencia en esta vitamina provoca una disminución del apetito, el crecimiento se retarda, aparecen deformidades en la columna espinal, hemorragias, anemias, letargia, melanización y una lenta cicatrización de las heridas. Su aporte favorece la respuesta inmunitaria y la excreción de sustancias tóxicas, así como las de iones de metales pesados. Por otra parte, las vitaminas del grupo B, a excepción de la biotina y del ácido fólico, se ha demostrado que son esenciales en estudios realizados en la dorada japonesa, pero posiblemente no suceda lo mismo en otras especies.

Existen dos enfermedades cuyas causas están provocadas por factores de tipo nutricional, conocidas como la degeneración hepática lipoidea y la degeneración visceral lipídica. La primera de ellas ha sido detectada en peces de cultivo en los que se produce una degeneración lipoide con cirrosis y necrosis del hígado, además de presentar una coloración oscura de la piel y anemia. La degeneración visceral lipídica surge a consecuencia de una alimentación en la que abundan las grasas y los carbohidratos. Los síntomas son exoftalmia, abdomen hinchado y edema en el tegumento, apareciendo las vísceras rodeadas de grasas y en algunos casos graves se bloquea la circulación de retorno, produciéndose ascitis. A veces se observa la presencia de cristales de ácidos grasos esparcidos en la cavidad celomática. Síntomas de inanición del comportamiento aparecen cuando se meten en cautividad los peces salvajes en el momento del destete de los juveniles. Se observa por la aparición de un color más sombrío, una carne blanda, las branquias generalmente decoloradas y los alevines en cabeza de alfiler. Respecto a la manifestación del hígado blanco, éste se da en las dietas con excesos en hidratos de carbono, observándose un depósito exagerado de glucógeno en el hígado (con lo que éste palidece) y una degeneración de las células hepáticas, que puede corregirse con un período de ayuno o aportando una alimentación reducida en azúcares.

Tumores y malformaciones

Las lesiones tumorales son procesos neoplásicos de evolución benigna o maligna, siendo menos frecuentes en las condiciones de cultivo que en las poblaciones salvajes. Los tumores benignos pueden ser fibromas comunes, osteomas y/o lipomas. Los malignos se caracterizan por una proliferación independiente, un comportamiento autónomo y diferenciación anaplásica; dentro de este grupo se encuentran los papilomas, adenomas, epitelomas, adenocarcinomas y los tumores tiroideos.

Respecto a las malformaciones, estas pueden tener un carácter hereditario cuyo origen se observa a través de las deformaciones corporales a lo largo del cultivo larvario, si bien, los individuos más atacados desaparecen rápidamente.

No obstante, las causas de estas afecciones son difíciles de establecer, pudiendo deberse a orígenes genéticos, como respuesta a manifestaciones secundarias de enfermedades, por factores dietéticos o bien por el uso de manipulaciones inadecuadas. En muchos casos su principal importancia radica en el rechazo comercial, si bien, si estas malformaciones afectan a órganos vitales, pueden producir mortandades tanto a niveles larvarios como en adultos.

Prevención y detección

En patología de peces es fundamental hacer un buen diagnóstico para poder comprender la etiología de las enfermedades y, por otra parte, es también muy importante la utilización de métodos de diagnosis rápidos, que en muchos casos permiten con la aplicación de tratamientos inmediatos salvar la producción total o por lo menos aminorar las pérdidas. Los análisis que den información sobre las causas de una determinada alteración o patología han de realizarse tanto sobre el animal como sobre los parámetros del medio en el que se desarrolla. Como norma general, hay que tener en cuenta que las enfermedades de peces pueden ser transmitidas por diferentes vías y a menudo son introducidas a través del agua de entrada (afluente) al medio de cultivo.

Otra vía de transmisión o introducción la constituyen los movimiento de huevos, nuevos lotes de peces de reclutamiento, pájaros depredadores de peces y sus heces, vehículos de transporte, equipos e incluso por las propias personas empleadas en la piscifactoría; por tanto, es preciso mantener unas reglas de higiene que de alguna manera minimicen los posibles problemas que puedan desencadenarse. Entre otras medidas a tener en consideración, los huevos deben de ser adquiridos exclusivamente en piscifactorías libres de enfermedades y desinfectados en el momento de llegar al establecimiento, además siempre que sea posible, serán adquiridos en el mismo centro de donde provienen los huevos y si esto no pudiera ser, los peces deben de mantenerse en cuarentena un período de tiempo apropiado, separados de la población restante y manejados con equipo propio (Bruno et al, 1998).

Lo que sin duda es importante en el desarrollo piscícola son las terapias a aplicar ante una situación patogénica, si bien la prevención es fundamental, pudiendo realizarse a base de una serie de medidas que eviten principalmente la transmisión de agentes patógenos a los individuos sanos, a través de tratamientos, entre los que destaca la desinfección que se debe aplicar a los progenitores, huevos, alevines, adultos y a los estanques e instalaciones, así como al material utilizado para el transporte.

En líneas generales, en los métodos de prevención hay que llevar a cabo un control de los stocks tanto de los peces como de los huevos, de la calidad del agua y de los sedimentos, acompañado de un estudio de supervivencia de patógenos. La desinfección es una de las principales medidas profilácticas que se



realiza principalmente mediante productos químicos y que requiere, en la mayoría de los casos, la adopción de medidas de protección para quien utiliza los desinfectantes.

Otro método preventivo-curativo de gran importancia son las vacunas, las cuales pueden realizarse por vía oral, por inmersión, por pulverización o por inyección. Su principio básico se fundamenta en la inducción de una respuesta humoral o celular frente al agente patógeno que desarrolle una protección respecto a la adquisición de la enfermedad. Los diferentes tipos de vacunas se realizan con células muertas o con células atenuadas. La vacunación puede efectuarse por vía oral, mediante adición a la comida o por inyecciones intracelómicas. Otro método que se está utilizando con buenos resultados es la inmersión en un baño en el que se ha diluido la vacuna en una proporción de 1/10 en agua durante 30 segundos. Como los individuos jóvenes son los más afectados, lo que se hace es vacunar a los juveniles y repetir con una segunda vacunación cuando son mayores y tienen desarrollado su sistema inmunitario.

Patologías asociadas a la dorada

Asociadas a factores físico-químicos: Las características físico-químicas de las aguas de cultivo no suelen representar problemas importantes cuando se trata de cultivos extensivos; sin embargo, el incremento en el número de individuos por unidad de superficie que conllevan los cultivos intensivos representa un gran riesgo de aparición de problemas relacionados con alteraciones en las condiciones físicas y químicas de las aguas de cultivo.

La temperatura óptima de desarrollo de *S. aurata* es de 23°-25°C, habiéndose detectado que valores de 34°C resultan letales para los peces (Krom et al., 1985). Por otro lado, Polo et al. (1991) estudiando el efecto de la temperatura sobre el desarrollo embrionario de dorada, estimaron que la temperatura óptima de desarrollo oscila entre 16° y 22° C, resultando inhibida la tasa de eclosión a temperaturas inferiores a 12° C y superiores a 30° C.

Se han descrito también mortalidades asociadas a concentraciones bajas de oxígeno en el agua, con porcentajes de saturación entre 24% (1,5 ppm) y 34% (2,2 ppm). Estas mortalidades debidas a niveles bajos de oxígeno suelen ir acompañadas de niveles elevados de amonio disuelto, que ejercen un efecto sinérgico. Así, los bajos valores de oxígeno disuelto se asociaron a altas concentraciones de amonio, entre 25 y 95 µM, siendo el rango normal entre 0-10 µM (Krom et al., 1985).

Los nitritos ejercen igualmente una acción tóxica sobre los peces que se manifiesta en alteraciones que van desde la dificultad respiratoria hasta la asfixia (Coll Morales, 1986).



Del mismo modo, se han descrito casos de enfermedad de las burbujas de gas en doradas. Krom et al. (1985) observaron la presencia de burbujas en las aletas y sangre de doradas muertas en un día caluroso en aguas cuyas concentraciones de O_2 eran del 300% de saturación.

Finalmente, estos mismos autores encontraron casos de mortalidades de doradas cultivadas en estanques de tierra con sedimentos viejos y con contenidos elevados de H_2S . Los valores de H_2S disuelto en el agua tras ser removidos los fondos de los estanques alcanzaron valores superiores a $0,05 \mu M$, considerados tóxicos para los peces (E.P.A., 1972).

En todos los casos una desviación de las condiciones óptimas de cultivo supone un debilitamiento de los peces y una mayor susceptibilidad a infecciones diversas. En este sentido se considera que actúan también las técnicas de manipulación a que son sometidos los peces en los sistemas de cultivo.

Asociadas a deficiencias dietéticas: Al igual que para otros peces cultivados, los piensos deficientes o inadecuados empleados en la alimentación de dorada han sido causa de frecuentes alteraciones y enfermedades de diversos tipos. En este sentido, cabe señalar que en los inicios del cultivo de esta especie se emplearon los piensos diseñados para trucha y salmón, debido a que eran los únicos disponibles en el mercado y a que se carecía de información suficiente sobre los requerimientos nutricionales específicos de la dorada.

Entre las diversas patologías causadas por dietas deficientes a continuación se nombran las detectadas más frecuentemente en los ejemplares cultivados.

Granuloma sistémico: se observó por primera vez en 1973 (Paperna et al., 1977) en peces alimentados con piensos comerciales de trucha, mientras que no ocurrió en los alimentados con peces y almejas frescas. Diversos casos se repitieron en años sucesivos (1974, 1975 y 1976) cuando los peces eran alimentados con ciertas combinaciones de dietas experimentales. Los peces afectados mostraban como síntomas característicos hipertrofia de riñón y bazo, aunque al avanzar la enfermedad se observaban focos nodulares granulomatosos en hígado, pared intestinal, dermis y pericardio. Cursa con tirosinemia, necrosis de los túbulos renales y eventual colapso de los túbulos debido a acumulación de cristales de tirosina, importantes lesiones oculares que se hacen irreversibles y finalmente muerte tras uno o dos meses de la enfermedad (Tixerant et al., 1984; Paperna, 1987). La enfermedad se considera debida a un bloqueo en la ruta catabólica del aminoácido tirosina, causado por déficit en vitamina C (Baudin-Laurencin & Tixerant, 1985).

"Hígados grasos": causados por dietas no equilibradas deficientes en piridoxina, bien por carecer de ella o por encontrarse los alimentos en mal estado. En estos casos los peces muestran retardo del crecimiento, delgadez extrema,



reemplazamiento de parte del tejido hepático por tejido adiposo y atrofia y degeneración de los hepatocitos (Paperna, 1984).

Anomalías en el crecimiento larvario: atribuidas a deficiencias en el aporte de ácidos grasos poli-insaturados y de vitaminas, principalmente vitamina C. Estas alteraciones consisten esencialmente en un desarrollo funcional anómalo de la vejiga natatoria asociado frecuentemente con desviaciones en la espina dorsal, apareciendo así casos de lordosis y cifosis (Weppe & Bonami, 1983).

Deformaciones: Las patologías asociadas a malformaciones esqueléticas en doradas han resultado ser muy frecuentes y se han señalado diversas causas que incluyen desde inhibición del inflado inicial de la vejiga natatoria causada por la presencia de una película de aceite en el agua de cultivo (Chatain, 1986; 1987; Chatain & Ounais-Guschemann, 1990), anomalías en el funcionamiento de la vejiga natatoria debidas a un tumor teratómico de la glándula del gas (Paperna, 1984) o a obliteración del canal medular (Andrades et al., 1993). En larvas se ha asociado a estrés durante la incubación de los huevos o a condiciones adversas de los reproductores durante la vitelogénesis. En otras especies se han señalado como posibles causas de las deformaciones la presencia de altas concentraciones de metales pesados en las aguas de cultivo (Hansson et al., 1984; Bengtsson et al., 1985), o causas genéticas (Piron, 1978). En doradas, hemos observado también deformaciones óseas en las mandíbulas, ausencia total o parcial de algunas aletas o de parte del opérculo.

Patologías infecciosas debida a parásitos: Aunque las poblaciones naturales de dorada presentan una biota parasitaria relativamente amplia y variada (Paperna et al., 1977), no se han observado numerosos parásitos en los peces cultivados. A continuación se señalan los principales parásitos observados en los cultivos de dorada.

Trichodina sp. (O. Peritrichida): es un exoparásito de la piel y branquias de los peces. Aunque se ha detectado en bajo número en los peces sanos, donde resulta ser inócuo, en los peces debilitados se reproduce masivamente y provoca epizootías. Al unirse a las células epiteliales produce irritación branquial donde los bordes del disco adhesivo dañan el epitelio branquial, llegando incluso a destruirlo y causar la muerte del pez. Se han descrito casos de tricodiniasis en doradas cultivadas en Israel (Paperna et al., 1977) y en la costa mediterránea francesa (Paperna, 1984).

Furnestia echeneis (Cl. Monogenea): se caracteriza por causar destrucción de la porción apical de los filamentos branquiales, asociándose en los estados avanzados a podredumbre branquial debida a myxobacterias. El primer caso descrito se apreció en tanques donde se encontraban peces con retardo de crecimiento y malformaciones diversas, de ahí que se considere que



el factor estrés juegue un papel importante en la incidencia de la enfermedad (Paperna et al., 1977).

Pleistophora senegalensis sp. nov. (O. Microsporidia): son parásitos estrictamente intracelulares de diversos órganos, donde viven en el citoplasma de la célula hospedadora. Han sido descritos como causantes de pequeños xenomas en la pared intestinal de doradas capturadas en las playas de Hann y Soumbédioune (Dakar, Senegal) (Faye et al., 1990). Hasta el momento no se han encontrado asociados a doradas cultivadas.

Amyloodinium ocellatum (O. Dinoflagelida): es un protozoo ectoparásito de las branquias. Produce la llamada "enfermedad del terciopelo". Los peces afectados pueden mostrar movimientos nerviosos y no coordinados. Este parásito invade principalmente las branquias de los peces y los rizoides dañan las células epiteliales. Cuando se produce una invasión masiva del epitelio branquial aparecen hemorragias e inflamación de las branquias con hiperplasia, fusión de las laminillas, necrosis de los filamentos y dificultad respiratoria. La temperatura óptima de desarrollo oscila entre 18° y 30° C (Paperna, 1980). No se considera causante de mortalidades en condiciones normales, pero se han descrito mortalidades importantes cuando los peces infectados han sido sometidos a estrés causado por grandes variaciones en la temperatura y altas concentraciones de oxígeno (Krom et al., 1985).

Cryptocaryon irritans (O. Hymenostomatida): los brotes de criptocariosis se asocian fundamentalmente a la superpoblación y a factores que reducen la resistencia del hospedador. Los peces infestados permanecen quietos y muestran dificultad respiratoria. Su superficie presenta numerosas pústulas blanquecinas visibles a simple vista que son los acúmulos de trofontes penetrando bajo la epidermis. Producen fuerte irritación del epitelio con importante mucosidad, hiperplasia, inflamación y hemorragias. En las branquias pueden llegar a destruir las laminillas secundarias, pueden también invadir los ojos y producir cegueras. Finalmente, la complicación con infecciones secundarias suele llevar a la muerte del pez (Lom, 1984; Alvarez Pellitero, 1988).

Haemogregarina sp. (O. Eucoccidiida): los peces se infestan con este parásito probablemente al alimentarse de crustáceos o a través de las sanguijuelas (Lom, 1984). Las infecciones suelen ser leves, pero pueden llegar a hacerse crónicas, con daños aparentemente inapreciables o bien, en determinadas condiciones, actuar como patógenos importantes. Los corpúsculos sanguíneos invadidos están hipertrofiados, tienen forma distorsionada, núcleo desplazado y pueden llegar a desintegrarse. Son los parásitos más comunes de la sangre de los peces marinos y se han observado en doradas cultivadas en el Mar Rojo (Paperna, 1979).

Kudoa sp. (O. Multivalvulida): la clase Myxosporea, en la que se incluye el género *Kudoa*, constituye el grupo más numeroso de parásitos de peces. Los



organismos de este género parasitan principalmente los músculos, aunque a veces también otros órganos. Infestan a los miocitos y las fibras musculares aumentan gradualmente de tamaño, su sarcoplasma va siendo reemplazado por el parásito y se transforma en un endoquiste que finalmente aloja esporas maduras y puede ser encapsulado por tejido conectivo del hospedador. En casos extremos pueden llegar a producirse ulceraciones de la piel o llegar el músculo a sufrir una especie de licuefacción y mostrar apariencia lechosa (Lom, 1984). Se han observado casos de infestaciones por el género *Kudoa* en doradas cultivadas en el Mediterráneo (Paperna, 1982).

Otros parásitos descritos en doradas cultivadas, aunque con menor frecuencia son *Diplectanum aequans*, *Dactylogirus*, *Microtyle*, *Tracheobdella lubrica* y *Ergasilus* (Sarti, 1988).

Patologías infecciosas debida a virus: Son numerosas las enfermedades de etiología vírica descritas en otras especies cultivadas, especialmente salmónidos; sin embargo, el estudio de este tipo de infecciones en doradas es aún escaso y prácticamente se reduce a la descripción de un tipo de enfermedad, la linfocistis.

La linfocistis se caracteriza por la presencia de nódulos blanquecinos distribuidos por la piel y las aletas que consisten en agregados de células hipertróficas. Es causada por virus del grupo de los iridovirus. Aunque la infección es crónica, no implica mortalidad importante en las poblaciones afectadas, habiendo llegado a revertir en algunos casos; sin embargo, tiene una amplia repercusión económica debido a que la presencia de lesiones afecta al aspecto externo de los peces y, por tanto, a su comercialización. Esta enfermedad fue descrita por primera vez en *Platichthys flesus* en las Islas Británicas, pero en dorada se observó por primera vez en Israel (Paperna et al., 1982), encontrándose posteriormente en doradas cultivadas en Portugal (Menezes et al., 1987) y España (Basurco et al., 1990). En todos los casos se ha observado que la incidencia de la enfermedad aumenta considerablemente cuando los peces están sometidos a condiciones de estrés.

Patologías infecciosas debida a bacterias: Las enfermedades de etiología bacteriana han resultado ser las causantes de pérdidas más importantes en los cultivos de peces marinos desde los inicios de esta actividad (Kubota & Takakuwa, 1963; Anderson & Conroy, 1970; Paperna et al., 1977).

Hasta el momento, el número de patologías descritas en dorada es sensiblemente inferior al de patologías observadas en otras especies que llevan más tiempo siendo cultivadas. Sin embargo, al igual que en otras especies cultivadas, se ha observado una clara prevalencia de las infecciones de etiología bacteriana sobre otros tipos de infecciones. Por otro lado, es destacable la casi ausencia de patógenos primarios bacterianos que afecten a las doradas cultivadas.



Así, la mayoría de los agentes etiológicos asociados a infecciones bacterianas son patógenos oportunistas que constituyen parte de la microbiota saprófita y producen enfermedad en peces sometidos a estrés medio ambiental o de manipulación.

A continuación se señalan los grupos bacterianos de relevancia por su capacidad de producir enfermedad en los cultivos de dorada.

• *Vibrio* sp.: este género incluye bacilos Gram-negativos rectos o ligeramente curvados no formadores de esporas y móviles por flagelos polares. Son anerobios facultativos, quimioorganotrofos y oxidasa positivos. La mayoría de las especies crecen bien en medios que contienen agua de mar, siendo la presencia de sodio un estimulante del crecimiento que puede llegar a ser requerimiento imprescindible para algunas especies. Son sensibles al agente vibriostático O/129 (fosfato de 2,4-diamino-6,7-diisopropil pteridina). Se encuentran habitualmente en el medio acuático, especialmente marino, y asociados a animales marinos. Sólo algunas especies son patógenas, aunque se ha encontrado una amplia variabilidad, resultando algunas cepas altamente patógenas, otras no patógenas y otras solamente oportunistas.

La vibriosis constituye uno de los problemas más importantes en los peces marinos. Hasta el momento se han descrito sólo algunas especies de *Vibrio* como patógenas de peces (*V. anguillarum*, *V. ordalii*, *V. alginolyticus*, *V. carchariae*, *V. damsela*, *V. salmonicida*, *V. parahaemolyticus*, *V. vulnificus* II, *V. tubiashii* y *V. cholerae* no-O1) (Tison et al., 1982; Austin & Austin, 1987; Fouz et al., 1992). No obstante, a medida que los cultivos piscícolas marinos se van desarrollando, se describen nuevas especies de *Vibrio* patógenas de peces.

En Israel se han aislado cepas de *V. alginolyticus*, *V. parahaemolyticus*, *V. anguillarum* y formas relacionadas con *V. anguillarum* causantes de septicemias en doradas cultivadas (Colomi et al., 1981). Los peces afectados mostraban inactividad, oscurecimiento de la piel, escamas sueltas y pérdida de escamas, hemorragias localizadas especialmente en la región ventral que frecuentemente evolucionaban hasta úlceras con pérdida completa del tejido cutáneo y exposición del músculo esquelético subyacente. Internamente, mostraban congestión de los capilares del hígado, paredes intestinales y peritoneo así como anemia. Según sus perfiles bioquímicos, las cepas de *V. alginolyticus* se dividieron en 6 biotipos; las de *V. parahaemolyticus* en 4 y las de *V. anguillarum* o especies relacionadas se dividieron en 5 biotipos. Es de destacar que ninguna de las cepas aisladas resultó completamente idéntica a las descritas en la 8ª edición del Manual de Bergey. En España se han aislado igualmente diversas cepas de *Vibrio* causantes de patologías en doradas cultivadas, resultando ser *V. alginolyticus* la especie más frecuentemente aislada de los cultivos desarrollados en aguas templadas (20°-28° C) (Sall-Reina, 1990).

Se ha descrito un brote causado por *V. damsela* en alevines de dorada trasladados al Norte de España (Vera et al., 1991). En este caso, los ensayos de



virulencia realizados mediante infección intraperitoneal con dosis que oscilaban entre $2,8 \times 10^5$ y $2,8 \times 10^7$ células por pez mostraron que se trataba de un patógeno oportunista causante de la enfermedad en condiciones de estrés (salinidad de 42‰, 26° C y sobrealimentación). Los síntomas de los peces afectados incluían letargo, distensión intestinal manifestada externamente por abultamiento del abdomen, hemorragias en la base de las aletas y región ventral así como palidez de hígado.

También se ha descrito *V. harveyi* causante de úlceras en doradas cultivadas en el Atlántico (Real et al., 1993).

•*Photobacterium damsela* subsp. *piscicida* (antes *Pasteurella piscicida*): es un bacilo Gram-negativo corto que muestra tinción bipolar. No es móvil y no forma esporas. Sin embargo, muestra pleomorfismo, apareciendo como cocos o largos bacilos cuando se cultiva en agar infusión de cerebro y corazón o en agar sangre con una concentración de cloruro sódico entre 1 y 2,5%. Es anaerobio facultativo y oxidasa y catalasa positivo.

Es el agente causal de la pasteurelosis o pseudotuberculosis en peces, enfermedad que se caracteriza por anemia, esplenomegalia y presencia de manchas blancas que son colonias bacterianas en la superficie externa del bazo en los casos agudos. Se aisló por primera vez en poblaciones naturales de perca blanca (*Morone americanus*) y trucha rayada (*Morone saxatilis*) en 1963 en un brote en la bahía de Chesapeake (Snieszko et al., 1964) y desde entonces ha afectado a una amplia variedad de especies tanto en poblaciones naturales como cultivadas (Kusuda & Yamaoka, 1972; Tung et al., 1985; Matsuoka et al., 1990), siendo en Japón la enfermedad responsable de las mayores pérdidas económicas. En España se ha aislado tanto de doradas (Toranzo et al., 1991) como de lubinas cultivadas (Bailebona et al., 1992).

Al contrario que *Vibrio* sp., *P. damsela* subsp. *piscicida* ha mostrado valores de LD₅₀ de 10^5 células en infecciones experimentales realizadas con alevines de dorada de 4 y 20 g.

•*Pseudomonas* sp.: incluye bacilos Gram-negativos rectos o ligeramente curvados no formadores de esporas y generalmente móviles por flagelos polares. Son aerobios estrictos y tienen metabolismo oxidativo. Son oxidasa positivos y producen pigmentos difusibles solubles en agua. El rango de temperatura de crecimiento oscila entre 4° y 43°C. Este género está ampliamente distribuido, encontrándose tanto en el medio acuático como terrestre y puede ser patógeno oportunista para el hombre, animales y plantas. Se aísla con frecuencia de la superficie e intestino de peces a los que pueden causar enfermedad (Austin & Stobie, 1992; Fernández et al., 1993). Se ha encontrado asociado a infecciones crónicas y septicemias en doradas sometidas a condiciones adversas de cultivo (Colorni et al., 1981; Paperna, 1984).



•*Myxobacterias*: en este grupo se incluyen los géneros *Cytophaga* y *Flexibacter*. Son bacilos Gram-negativos, frecuentemente pleomórficos y móviles por deslizamiento. Producen pigmentos y presentan metabolismo quimioorganotrofo, siendo la mayoría aerobios, aunque algunas especies son anaerobios facultativos e incluso anaerobios estrictos. Son capaces de degradar la gelatina y la quitina. Algunas especies son patógenas del hombre y animales. En dorada se han encontrado asociadas a casos de "podredumbre de las branquias". Las branquias afectadas pierden su aspecto liso y los filamentos se deshilachan, cubren con nódulos mucosos blanquecinos y los restantes toman color marrón oscuro (Colorni et al., 1981; Paperna et al., 1977).

•*Aeromonas* sp.: este género incluye bacilos Gram-negativos de extremos redondeados. Existen especies móviles por un flagelo polar y una especie inmóvil. No forman esporas, son anaerobios facultativos y resistentes al agente vibriostático O/129. La temperatura óptima de crecimiento es de 22° a 28°C. Se encuentran principalmente en el medio acuático.

En doradas cultivadas se ha detectado asociado a úlceras subcutáneas profundas llenas de un exudado amarillento y con síntomas de inflamación crónica típica. Aunque se observaron bacterias Gram-positivas en los macrófagos, sólo se han llegado a aislar cepas de *Aeromonas* sp., por lo que este género representa al menos, un patógeno oportunista para dorada (Paperna et al., 1977). No obstante, Real et al. (1994) han aislado *A. salmonicida* de un brote epizootico detectado en doradas cultivadas en las Islas Canarias.

•*Rickettsia/Chlamydia*: se ha sugerido que estos géneros podrían ser los agentes causales de la enfermedad denominada epiteliocistis (Wolke et al., 1970). Presentan morfología cocoide con pleomorfismo frecuente y multiplicación intracelular por fisión binaria. En algunos hospedadores la morfología del microorganismo se asemeja más a un género y en otros induce a pensar que se trata de otro. Además, no se ha podido detectar el determinante antigénico lipopolisacárido específico del género *Chlamydia* (Bradley et al., 1988), por lo que se supone que estos organismos representan un nuevo grupo relacionado con el orden Chlamydiales. Los peces afectados con esta enfermedad muestran numerosas cápsulas blanquecinas a lo largo de los filamentos branquiales seguidas de proliferación extensiva del epitelio branquial que tiende a englobar a las células infectadas. Esto provoca finalmente distorsión de la estructura de la red de capilares de los filamentos branquiales con la consiguiente dificultad en el intercambio gaseoso. Los casos de epiteliocistis en dorada descritos han sido observados hasta el momento en Israel (Paperna et al., 1977).

Las infecciones de doradas causadas por hongos no son hasta el momento de gran relevancia, lo que se traduce en la práctica ausencia de publicaciones que las describan.



4.3. GENÉTICA

Las mejoras genéticas en el campo piscícola consisten en buscar la eficacia de la selección a partir de determinados individuos para reproducir una población en base a la transmisión de determinadas características a la descendencia, fundamentando esta selección en los rasgos fisiológicos deseados de mejora, entre los que destacan el crecimiento, la resistencia a las enfermedades y la fecundidad. Indudablemente, para mejorar cualquier carácter es necesario disponer de poblaciones variables que permitan seleccionar un grupo de individuos genéticamente diferentes, en los que exista una diversidad importante, propiedad que se presenta con mayor intensidad y frecuencia en las poblaciones naturales, las cuales constituyen el recurso último de que dispone el hombre como fuente de disparidad genética; en este sentido, la pesca intensiva de muchas especies y la captura de los individuos de mayor tamaño ha llevado a una fuerte selección negativa en cada generación y ha conducido en múltiples casos a una disminución del tamaño medio poblaciones. Otras veces, de forma consciente o inconsciente, el hombre ha "contaminado" genéticamente las poblaciones naturales con la introducción de nuevas variedades, lo que ha conducido en más de una ocasión a la desaparición de la población original, por tanto, lo importante para el desarrollo piscícola es disponer de recursos naturales procedentes de poblaciones mixtas genéticamente diferenciadas, pues la supervivencia y la conservación de las estructuras genéticas procedentes de estas poblaciones es de gran utilidad para complementarse con estudios realizados en poblaciones alteradas, por lo que se debe actuar sobre la protección de los "pool" génicos naturales, la gestión y mejora de los stocks de reproductores, la puesta a punto de técnicas que permitan obtener una mejor comprensión de la composición de las poblaciones salvajes y domesticadas y la aplicación de programas de selección para la resistencia a las enfermedades, considerando si la selección va encaminada hacia la respuesta a una enfermedad concreta o hacia una respuesta inmunitaria no específica (Oliva et al, 2000). También hay que determinar si un pez resistente a una enfermedad puede ser un portador sano de agentes patógenos.

Es relativamente frecuente que en la práctica los piscicultores realicen una selección individual basada en la fertilidad o en la velocidad de crecimiento, en el convencimiento de que la descendencia debe heredar necesariamente tales características. Los peces tienen dos ventajas para la aplicación de técnicas de selección; una de ellas es el elevado número de descendientes que pueden obtenerse a partir de una sola pareja de reproductores y la otra consiste en la diversidad que presentan individuos de la misma edad respecto al crecimiento, lo que relacionan algunos autores con sus aptitudes genéticas, que sólo se expresan en condiciones de competencia. En base a ello y mediante experiencias realizadas partiendo de reproductores con un buen peso, la descendencia no ha expresado esas características de diversidad en el crecimiento al criarse en condiciones no competitivas, hecho indicativo de que la selección individual no es



eficaz, ya que es difícil estimar el valor genético de un individuo, recurriendo en estos casos a la selección de familias. En consecuencia, para desarrollar programas de mejora hay que fijar los siguientes objetivos:

- El control de su ciclo vital.
- Que sea posible evaluar individualmente una serie de generaciones en sistemas de cultivo similares.
- Que puedan ser identificados fácilmente los individuos de la población por signos externos o por marcadores genéticos.

Estos objetivos son difíciles de lograr, pues al parecer la heredabilidad es baja respecto a estos caracteres, y además porque cada uno de ellos son muy variables y dependen de muchos otros factores, incluyendo la condición de agresividad, la correlación entre edad y crecimiento y la diferente heredabilidad. La gestión genética de un cardumen es imposible sin el conocimiento total del ciclo reproductivo que solo permite la transmisión de los caracteres seleccionados en una población a la generación siguiente. La intervención de la genética en la reproducción y el control del sexo dan la posibilidad de hacer cruzamientos interespecíficos e intraespecíficos, la producción de tetraploides y triploides, la reversión del sexo y la ginogénesis.

La madurez sexual está asociada con una serie de reacciones fisiológicas, como la mayor sensibilidad al estrés y a las enfermedades, aumento de la agresividad, que es mayor en los machos que en las hembras, siendo la solución para eliminar estos efectos negativos la producción de stocks constituidos por hembras o por individuos estériles, a través de técnicas que actúen sobre el control sexual, la mono-sexualidad y la esterilidad. La ingeniería genética permite modificar el genoma de un organismo y producir individuos estériles o monosexuados, asimismo, la manipulación de gametos y la conservación de los mismos por crioconservación permiten realizar fecundaciones in vitro fácilmente controlables por los genéticos, que facilitan la disponibilidad de un banco de gametos con variación genética para aplicar en programas de mejora. Una selección de reproductores, para obtener buenas producciones, tiene que partir de un estudio de varias progenies, mediante repetidos ensayos de fecundación artificial, teniendo en cuenta la correlación entre los caracteres y su interacción con el medio y pudiendo establecer la correlación genética en función de la heredabilidad de dos o más caracteres (Bautista, 1991).

Estrechamente unido a los desarrollos selectivos se presenta un fenómeno grave para los cultivadores, la endogamia, si bien estos efectos pueden ser superados gracias a los procesos de hibridación. Antes de empezar cualquier acción de tipo selectivo hay que planificar cuidadosamente el stock base a elegir y el sistema mejor de cruzamientos para establecer la estructura poblacional óptima y el mantenimiento de la suficiente heterocigosis, sin embargo, a pesar de estas precauciones, la depresión endogámica es frecuente, siendo la salida a este problema el cruzamiento entre líneas diferentes, entre cepas, variedades o



incluso especies, es decir, la hibridación en su más amplio sentido. Esta hibridación va encaminada hacia las ventajas de la heterosis, que cuando ésta se observa en la primera generación significa que es positiva.

El problema es que, en general, los híbridos tienen menos viabilidad o son menos productivos que sus progenitores, ya que pueden ser fértiles o estériles, por lo que antes de su utilización se debe comprobar su madurez sexual y la fertilidad de sus gametos. Si son estériles pueden ser introducidos en el medio natural sin ningún problema, pero si son fértiles su introducción puede modificar y dañar el pool de genes de las poblaciones naturales. Las ventajas de los híbridos se refieren principalmente al aumento de la heterocigosis, que representa un buen punto de partida para la realización de programas de selección. El principal objetivo del cruzamiento es la utilización de la heterosis o vigor híbrido que es el vigor extra que excede al de los parenterales. La forma más sencilla de describir la heterosis es como el fenómeno contrario a la depresión consanguínea, esto es, como el aumento del valor medio de los caracteres que ocurre en la descendencia de cruzamientos entre líneas. La base genética de la heterosis es el hecho de que diferentes poblaciones son portadoras de alelos para un mismo carácter. Por tanto, los híbridos serán heterocigotos para un número mayor de loci que las razas parentales y si los genes que aumentan el valor del carácter son dominantes respecto a los que lo reducen el comportamiento del híbrido será superior al de la media parental.

4.4. SISTEMAS DE CULTIVO

El ciclo de vida de los peces comprende varias fases, puesta y fecundación de huevos, eclosión y desarrollo larvario y, finalmente, la de crecimiento hasta que alcanzan la talla de adultos. Para cada una de estas fases son aplicables varios sistemas, los cuales estarán en función de los diversos parámetros, tanto tecnológicos como aquellos que implican las variables del medio y obviamente los relativos a las especies a cultivar.

Obtención de alevines

La obtención de los alevines en el caso de este grupo de especies se realiza básicamente por medio de puestas inducidas, aunque también pueden conseguirse mediante capturas de alevines, sistema que se utiliza básicamente para la obtención de alevines de anguila, por la imposibilidad de lograr la reproducción en cautividad.

Nos referiremos a la obtención de alevines a partir del control de la reproducción de las especies. La producción, por tanto, va a depender de los progenitores en cautividad, su maduración, ovulación, fecundación e incubación en sistemas cerrados o abiertos de agua circulante. Los reproductores, que



pueden proceder de capturas en el medio natural o bien a través del sistema más generalizado en la actualidad, es decir, ser ejemplares que se mantienen en depósitos procedentes del cultivo, destinados para tal fin, pues bien, estos progenitores generalmente se instalan en piscinas o depósitos de grandes volúmenes, con el fin de limitar al máximo los estrés dimensionales, controlando las condiciones de agua y la alimentación, la cual será fundamentalmente a base de productos frescos, tales como moluscos y peces triturados y de piensos de alta calidad. Según la especie a producir así se determinará la densidad de reproductores, por ejemplo, en el caso de la dorada, se recomienda que se instalen en una carga media de 1 a 1,5 kg de peces por m^3 , es decir, el equivalente a un pez por m^3 para los pequeños progenitores o bien un pez por 3 ó 4 m^3 para progenitores de 5 a 6 kg, mientras que en el caso de la lubina se pueden cultivar 2 kg de reproductor por m^3 de agua. Para los salmónidos, concretamente, los reproductores de trucha tienen que mantenerse a temperaturas no superiores a los $12^{\circ}C$ durante un período de tiempo mínimo de unos 6 meses, manipularlos con mucho cuidado durante las operaciones de selección y desove, alimentarlos con dietas especiales que no tengan como elemento base semillas algodonosas y esperar que alcancen el adecuado grado de madurez, el cual se detecta en las hembras por la mayor o menor dureza al tacto de la región abdominal, siendo muy blanda en las hembras maduras y bastante dura en las inmaduras, así como por cambios en la pigmentación. Estos reproductores en general se alimentan diariamente en proporciones de alrededor del 1% de su peso corporal, recibiendo preferentemente nutrientes frescos (moluscos y peces triturados) de forma que se evite cualquier carencia alimenticia (Quillet & Camaret, 1982).

Las puestas pueden ser naturales espontáneas, a partir de la maduración de los progenitores mantenidos en cautividad bajo condiciones óptimas de fotoperiodo y temperatura, sin ser sometidos a ningún tipo de tratamiento, o bien inducidas, es decir ejerciendo un control sobre la reproducción. La inducción puede realizarse a base de tratamientos hormonales o actuando sobre la regulación de diversos factores ambientales. Los tratamientos hormonales se llevan a cabo mediante la aplicación de inyecciones intraperitoneales o intramusculares en la base posterior de la segunda aleta dorsal, empleando para ello extractos de pituitaria, gonadotropinas de peces o gonadotropina coriónica humana (GCH), también se utilizan análogos estructurales de hormonas liberadoras hipotalámicas, las cuales vienen dando puestas de buena calidad. Respecto a la inducción, a través de la regulación de los factores ambientales, esta se lleva a cabo actuando sobre los parámetros de temperatura y fotoperiodo.

Durante la época de puesta, los huevos son emitidos por las hembras y fecundados por los machos, recogándose por varios sistemas, si bien el más usual se basa en el hecho de que los huevos viables flotan y los no fecundados caen al fondo del depósito de puesta, pudiendo ser retirados mediante sifonado. La temperatura de puesta varía con la especie y suele ser de $13-15^{\circ}C$ para el



rodaballo, de 14-19° C para la dorada y de 10 a 14° C para la lubina. Cuando las hembras no liberan los huevos espontáneamente se utiliza la técnica de masaje abdominal, mediante la cual se extraen estos de la hembra y el esperma de los machos y se realiza la fecundación artificial. En el caso de los salmónidos, se pueden emplear dos métodos, el método seco o el método húmedo, si bien la más utilizada es la vía seca que da lugar a una fecundación casi total de los huevos. Una vez fecundados los huevos se incuban, variando el tiempo de incubación según la especie, la temperatura y otros factores tales como oxígeno, salinidad, etc. Este proceso suele durar entre 5 y 6 días, obteniéndose así las larvas que serán trasladadas a los depósitos larvarios, los cuales suelen ser tanques de fibra de vidrio o poliéster de forma cilíndrica. Estos depósitos están adaptados para controlar la temperatura del agua y además poseen sistemas de aireación que sirven para homogeneizar el medio e impedir las ensambladuras de las larvas, permitiéndoles posicionarse convenientemente en el recinto del cultivo, a la vez que la aireación facilita la distribución del alimento. La salida del agua en estos tanques se sitúa en la base, con lo que se facilita la recogida de las larvas y se ayuda a las mismas a mantenerse en la columna del agua. La renovación del agua tiene que ser continua y progresiva, asegurando la permanente depuración del medio, evitando las posibles infecciones, ya que a este nivel del ciclo de desarrollo los organismos son especialmente sensibles y frágiles.

El traspaso de las larvas desde el incubador a los depósitos larvarios es un proceso muy delicado, debiéndose de mantener en un inicio las mismas condiciones ambientales, de temperatura y salinidad y controlando la tasa de oxígeno del agua de forma que el nivel sea suficiente con el fin de que el proceso respiratorio pueda desarrollarse con normalidad, teniendo en cuenta que inicialmente las necesidades son bajas y que éstas se van incrementando a medida que las larvas aumentan de tamaño.

El cultivo larvario se subdivide en tres períodos, ligados a la evolución de la alimentación, que corresponden a:

- La reabsorción del saco vitelino.
- La alimentación con presas vivas.
- La alimentación con alimentos artificiales.

Las larvas recién nacidas se nutren a expensas de sus reservas vitelinas, es decir, la alimentación es endógena, que en el caso de los peces marinos puede durar entre los 3-6 días en que ya pueden capturar presas del medio y comenzar la alimentación exógena, mientras que en los salmónidos puede prolongarse entre 2 y 6 semanas. Los organismos vivos utilizados para la alimentación deben de tener un tamaño suficientemente pequeño que les permitan ser ingeridos por las larvas y además han de poseer los nutrientes requeridos para un buen desarrollo, estos nutrientes son a base de fitoplancton, rotíferos, trocóforas y velíferos de bivalvos, nauplios de copépodos, nauplios de *Artemia*, etc., si bien



las secuencias de la alimentación van a depender de las especies de peces cultivados.

A modo de ejemplo, vamos a referirnos a algunas secuencias alimentarias, tal como en el caso de la dorada, especie cuyas larvas viven únicamente de sus reservas vitelinas durante 3 a 4 días, al 4º día la boca de la larva se abre y con ello comienza la alimentación llamada activa. Esta boca, que es muy pequeña, los primeros días no permite nada más que la ingestión de presas muy reducidas, posteriormente serán de más en más voluminosas. El régimen base es el siguiente, del 4º al 12-15º día, las larvas se alimentan tradicionalmente de rotíferos, se trata de organismos que presentan la ventaja de tener movimientos incesantes en la masa del agua, lo que estimula a las jóvenes larvas, cuya organización sensorial está completa en este estado, por otra parte, la baja vitalidad del Rotífero no le permite escapar a sus depredadores, además serán suministrados en altas densidades, ya que las larvas son todavía pasivas por lo que es necesario multiplicar las posibilidades de encuentro larva-presa. En la fase posterior, del 12-15º días al 30-40º días se reducen las tasas de rotíferos y se van introduciendo en el medio los nauplios de *Artemia* en cantidades crecientes, después metanauplios enriquecidos, posteriormente juveniles y al final adultos de *Artemia*. En el caso de la lubina, al cuarto día después de la eclosión del huevo su vesícula vitelina, con la que ha nacido y que le ha servido de alimento, ha sido ya consumida y es a partir de entonces cuando comienza la alimentación artificial que para esta especie puede realizarse bajo el siguiente protocolo, del 3 al 6º día trocóforas de mejillón, del 6 al 15º día rotíferos, 15 al 20º día nauplios de *Artemia* y copépodos y del 20º en adelante mezclas con granulados y harinas de pescado. De forma general, la alimentación para rodaballo y lubina se realiza del 4º al 12-15º día con rotíferos, y entre los días 15-25 con nauplios de *Artemia* y posteriormente metanauplios enriquecidos. En los salmónidos, tras la absorción del saco vitelino comienzan su primera alimentación, la cual, debido a que tienen un tamaño de boca suficiente, estas especies pueden ingerir dietas secas comerciales.

Los principales determinantes del valor nutritivo de una dieta para las larvas son el contenido y tipo de ácidos grasos esenciales en el alimento vivo. En este sentido, los niveles de ácidos grasos en los rotíferos van a depender de la cantidad presente en su dieta, de modo que si se alimentan con levadura de pan, carecerán totalmente de estos ácidos, mientras que si se alimentan con la especie de alga *Chlorella*, que contiene niveles aceptables, entonces poseerán dosis suficientes de ácidos grasos. El contenido en *Artemia* de dichos ácidos viene determinado por el origen geográfico de la cepa y por las condiciones ambientales previas a la formación de los cistes. El valor nutritivo de las presas vivas puede ser mejorado enriqueciéndolas con emulsiones lipídicas que incorporan los ácidos grasos esenciales.

Como norma general se puede decir que el aporte de materias grasas en la alimentación de los peces es indispensable, ya que cuando se utilizan



regímenes sin materias grasas se observa un retraso en el crecimiento además de ciertas lesiones dérmicas y, por otra parte, las materias grasas y más particularmente los ácidos grasos esenciales que contienen esas materias grasas son indispensables para la supervivencia, la salud y la reproducción.

La alimentación con piensos artificiales constituye el tercer período, llamado fase de destete, entendiéndose por tal el hecho de acostumbrar a los juveniles al alimento inerte que reemplazará al vivo, siendo indispensable esta adaptación para que haya un posterior crecimiento. La alimentación inerte puede ser natural muerta (carne de moluscos, crustáceos y peces triturados) o bien a base de harinas compuestas artificialmente.

La edad de inicio del destete para la lubina y la dorada debe de comenzarse a partir del 30º día y en el rodaballo un poco antes, es decir hacia el día 25 utilizando como alimento de transición Artemias secas. Como norma general, el alimento inerte se introduce progresivamente y con preferencia en la comida de las mañanas, ya que es el momento en el que los alevines están más hambrientos. En el caso del alimento artificial se mezcla con la carne de pescado triturada para así aclimatar a los alevines.

Las principales cualidades que deben de cumplir los alimentos destinados a utilizar en la fase del destete son:

- Una composición que asegure la cobertura de las diferentes necesidades nutricionales del animal.
- Estabilidad en el agua evitando la contaminación de los estanques y la descomposición de los nutrientes.
- Apetencia.
- Talla pequeña, compatible con la de la larva.
- Los alimentos deben de presentar una cierta flotabilidad; toda partícula caída al fondo del depósito es inmediatamente desusada, siendo únicamente las presas vivas las que son consumidas.
- El alimento vivo debe de poder ser cultivado en grandes cantidades, con facilidad y al mínimo coste.

Preengorde

La etapa de preengorde se realiza a partir de los alevines obtenidos en las condiciones descritas anteriormente y con los alevines capturados en el medio, tal como sucede en el caso de la anguila, que se cultiva a partir de las pequeñas angulas. En lo referente a alevines de dorada, lubina, rodaballo y los salmónidos, el cambio a esta fase consiste básicamente en una adaptación a una nueva alimentación. Los pequeños alevines de 1 a 2 g se instalan en depósitos más grandes, cuyas formas y estructuras pueden variar, pudiendo ser rectangulares o circulares y similares en su construcción a los utilizados en los cultivos larvarios y postlarvarios.



Respecto a la anguila, el sistema de preengorde consiste básicamente en acondicionar las angulas o angulitas a un determinado tipo de alimentación y de producción, esta etapa se realiza en depósitos de pequeñas dimensiones, en general de cemento, partiendo de ejemplares con un peso de unos 0,20 g, los cuales se someten a un proceso de adaptación al agua salada, proceso que dura unos días y durante el cual se alimentan a base de huevos de peces y de *Artemia*, para progresivamente irle adicionando crustáceos finamente triturados, vitaminas y sales minerales. La curva de evolución de crecimiento es completamente distinta al resto de las especies piscícolas, por lo que el régimen alimenticio debe de ser controlado (Pardellas y Polanco, 1987). Las anguilas responden a los estímulos a los que se someten, así, ante experiencias de diferentes alimentos (Huzar, 1985), se comprobó que "prefieren" la alimentación basada en peces grasos y crustáceos; ante una disminución en los niveles de O₂ reaccionan agrupándose y situándose hacia el aire libre o en los bordes de los depósitos, por otra parte, los descensos de temperatura repercuten en el descenso del apetito y la vitalidad.

Los salmónidos, concretamente en el caso de preengorde de truchas, se instalan en estanques de fondo natural o en estanques artificiales de diversas formas, preferentemente circulares y situados en el exterior. Si el cultivo es de salmón, la etapa de preengorde en agua dulce concluye con la esmoltificación y, a partir de esta fase, ya se pueden transferir a instalaciones de engorde en agua de mar. Respecto al rodaballo, al ser los alevines ya peces planos y, por tanto, no aprovechar la columna del agua, los tanques que se emplean en la fase de destete pueden seguir siendo utilizados para el preengorde y estos son generalmente cuadrados, pequeños y fáciles de limpiar, controlándose bien los alimentos secos. Para la lubina o la dorada, al ser peces cilíndricos y muy nadadores, el tipo de estanque ha de ser grande, redondo o cuadrado, con mayor profundidad que los empleados en la fase precedente.

Engorde

Las diferentes especies de peces que se estén cultivando se implantan en las estructuras de engorde cuando ya poseen un tamaño que permita efectuar este traslado sin fuertes riesgos de pérdidas, variando el tamaño en función de la especie de que se trate, así, por ejemplo para la lubina, dorada y rodaballo se recomienda que tengan un peso entre 20 y 40 g y la anguila entre 4 y 6 g, mientras que en el caso de los salmónidos dependerá de la época de traslado desde el agua dulce a la salada, de forma que para la trucha si se realiza entre octubre y enero, éste debe de hacerse con ejemplares entre 150 y 200 g (soportan con este peso el paso directo sin necesidad de ser sometidos a un período de preadaptación) y para el salmón, si se hace en mayo, será con ejemplares de entre 15 y 20 g mientras que si se hace en octubre, será con un peso entre 80 y 100 g. Los tanques de



engorde pueden ser de diferentes formas, rectangulares, cilíndricos, o bien pueden engordarse en jaulas.

Una fase importante del cultivo es la transferencia al mar de los salmónidos, que sin duda se trata de una operación delicada que únicamente puede realizarse en ciertas épocas del año y con peces de talla mínima en un momento preciso. La transferencia puede hacerse de manera progresiva o directa, según la época, la especie, la talla y las características del medio marino y el transporte será en condiciones de:

- Sobresaturación de oxígeno.
- Cambio paulatino de las diferencias de temperatura entre el agua de origen (dulce) y la receptora (salada).
- Preparación previa al transporte mediante alimentación que contenga un 10% de sal que estimule los mecanismos fisiológicos y enzimáticos de excreción de la sal.
- Transferencia progresiva respecto a la salinidad, desde 10 a 35‰.

La alimentación debe de suministrarse dos veces al día, excepto en las épocas en que la temperatura sea inferior a 10° C ya que en esas condiciones es suficiente con suministrarles comida una sola vez.

Las truchas se engordan preferentemente en estanques de forma rectangular que permite un buen reparto de los alimentos, así como una buena circulación del agua ya que son atravesados por una corriente abundante, pues en la salmonicultura es primordial la utilización de aguas limpias al tratarse de especies muy sensibles a las contaminaciones orgánicas. El agua debe ser abundante, fresca, continuamente en renovación y rica en oxígeno disuelto en agua, cuyo mínimo para cultivar salmónidos es de 6 mg/l, ya que por debajo de 5,5-5 mg/l de oxígeno, estas especies en crecimiento presentan dificultad para respirar. Las exigencias térmicas de los salmónidos varían según la especie, la procedencia y el estado de desarrollo, aunque se puede decir que, en general, son especies de aguas frías. La trucha tiene como límites térmicos, para un crecimiento y desarrollo adecuados, los 9-18° C, con una temperatura óptima de 15° C. La densidad de animales estará en función de la posibilidad de renovación del medio, es decir, del caudal de agua limpia disponible y también de la temperatura. Los salmónidos no aceptan la comida en el suelo, aprovechándola únicamente cuando está en plena caída, de modo que las mallas del fondo de los depósitos son muy útiles al dejar pasar los restos no utilizados que sólo sirven para contaminar el agua. Se ha comprobado que si los granos de pienso son administrados en pequeñas y frecuentes cantidades serán todos ellos aprovechables y, en consecuencia, el pez los digerirá más fácilmente. En cambio, si se les procuran grandes cantidades en pocas veces, siempre irá a parar a la boca de los más voraces, por tanto, los más débiles necesitan



frecuencia y no cantidad. Una vez introducidos en las balsas flotantes, la alimentación intensiva de granulados húmedos acelera su período de engorde. De modo general, la alimentación de salmónidos debe de contener más de un 15% de lípidos ya que la riqueza en los mismos produce una excelente digestibilidad de las materias grasas a base de aceites de pescado que aportan una energía más concentrada que la disponible en las proteínas e hidratos de carbono.

Para la anguila la tasa de saturación de oxígeno está entre 60-80%, la temperatura entre 11 y 27° C, la densidad de población entre 8 y 30 kg/m², el pH próximo a la neutralidad y los nitratos inferiores a 2 mg/l. Respecto a las especies marinas el incremento de intensidad lumínica mejora los parámetros de crecimiento y de rendimiento alimentario. La lubina se acomoda muy bien a una alimentación compuesta seca, pero el rodaballo parece preferir la húmeda, mezcla de diversas harinas secas con una mezcla de peces o de moluscos. En lo que concierne a los lípidos, los peces marinos sintetizan muy lentamente (o generalmente no llegan a sintetizarlos) los ácidos grasos poliinsaturados por lo que deben encontrarlos en su dieta alimenticia, siendo la fuente esencial de estos ácidos grasos los aceites de peces, de forma que imperativamente deben estar presentes en la ración alimenticia.

Los glúcidos pueden ser utilizados por los peces, pero están generalmente considerados como responsables de las sobrecargas grasas que se observan frecuentemente en las especies de cultivo, tanto en el mesenterio como en el hígado y el músculo.

Se puede decir que las deficiencias nutricionales de los animales acuáticos pueden producirse por desequilibrio en los nutrientes y/o presencia de factores antinutritivos, contaminantes o tóxicos. Entre los primeros hay que prestar atención a las proteínas, lípidos, carbohidratos, vitaminas y minerales. El desequilibrio en las proteínas se debe tanto a un exceso como a un defecto en las mismas. Si este es por exceso, entonces se puede provocar un gasto de energía adicional en la eliminación del exceso del nitrógeno, acompañado de una caída en la velocidad de crecimiento.

Si por el contrario, ante una disminución del nivel proteico, se puede observar cómo se provoca detención del crecimiento, acompañada de reducción en la actividad así como cambios sustanciales en el sistema inmunitario, que hace que los peces sean más vulnerables ante las infecciones e infestaciones. Respecto a los lípidos, una alimentación inadecuada provoca ciertos desequilibrios, tanto por exceso de lípidos totales en la dieta como por insuficiencia en el aporte de ácidos grasos esenciales. El exceso de lípidos totales ocasionan alteraciones con efectos de reducción de la ganancia de peso e, incluso, la muerte y el desequilibrio en ácidos grasos esenciales trae consigo reducción del crecimiento, empeoramiento del índice



de conversión e, incluso, incrementos en el porcentaje de mortalidad. En general, el insuficiente aporte de lípidos o ácidos grasos esenciales en la dieta tiene graves efectos sobre las especies explotables.

Los carbohidratos son otros de los constituyentes fundamentales en la dieta, e igualmente, se producen efectos indeseables tanto por exceso como por defecto en su contenido. Los bajos niveles suponen reducción de la tasa de glucógeno hepático procedente de los mismos, mayor utilización de proteína como fuente de energía y, por tanto, reducción del crecimiento y disminución de la vitalidad. Por otra parte, el exceso produce incremento del glucógeno hepático que puede llegar a infiltración, tumefacción del hígado, infiltración grasa a nivel renal, degeneración de las células pancreáticas, crecimiento retardado, edema, elevación del nivel de glucosa en sangre, incluso, pueden registrarse niveles elevados en el porcentaje de mortalidad.

Los desequilibrios vitamínicos de una dieta van a producir efectos que estarán en función del tipo de vitamina, debiendo de prestar atención especial a los aportes en las vitaminas A, D, E, K, grupo B y C.

Respecto a las necesidades minerales, estas variarán enormemente, a la vez que existen un gran número de interacciones entre ellos mismos para el correcto funcionamiento fisiológico del animal, así, podemos destacar que las deficiencias en fósforo, en magnesio, en hierro, en selenio y en zinc, provocan alteraciones de tipo patológico nutricional, mientras que el exceso y/o la carencia de cobre y manganeso produce depresión del crecimiento y pérdidas del equilibrio.

II. MAPA ZOOSANITARIO DE PATOLOGIAS QUE AFECTAN AL CULTIVO DE DORADAS EN ANDALUCIA

La Comunidad Autónoma Andaluza, con sus 840 Km de costa, así como con unas inmejorables condiciones geográficas y climáticas, posee un elevado potencial para el desarrollo de la acuicultura marina, siendo posible el cultivo de diversas especies, tanto de moluscos como de crustáceos y peces. Dentro de este último grupo, destaca el cultivo de dorada (*Sparus aurata* L.) por representar más del 70% de la producción acuícola andaluza, habiéndose producido más de 1413 Tm en 1995, con un valor económico de cerca de 1700 millones de pesetas (Junta de Andalucía, 1995).

A pesar de los importantes avances científicos y tecnológicos alcanzados en el campo de la acuicultura tendentes al incremento del rendimiento de las



explotaciones piscícolas, existen todavía algunos problemas planteados que no han sido resueltos completamente. En este sentido, las patologías de origen infeccioso representan una de las principales causas de limitación de los cultivos piscícolas, y es sin dudas el que ocasiona mayores pérdidas económicas.

Por esta razón, los estudios de los patógenos microbianos responsables de brotes epizooticos en doradas son prioritarios para nuestra Comunidad. En este marco, la Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía estableció un acuerdo de colaboración con la Universidad de Málaga para la elaboración de un mapa zosanitario de las patologías microbianas que afectan al cultivo de doradas. Este mapa aportaría información sobre cuales son los agentes patógenos emergentes en nuestra Comunidad, facilitando, como valor añadido, la subsecuente adopción de estudios y medidas de carácter profiláctico y terapéuticos conducentes al control de los brotes epizooticos que afectan al cultivo de esta especie piscícola.

1. AISLAMIENTO Y CARACTERIZACIÓN DE CEPAS BACTERIANAS

Las sintomatologías observadas en los especímenes de doradas analizados en el presente estudio incluyen úlceras, hemorragias externas, exoftalmia, hemorragias oculares, pigmentación oscura, descamación, hinchazón abdominal, y nódulos blanquecinos de aspecto tumoral en la piel y las aletas, con la típica apariencia de la enfermedad de linfocistis. A nivel interno, se observaron hígados hemorrágicos, riñones pálidos, tubérculos en bazo, y esplenomegalia. Generalmente, los especímenes afectados presentaban un retraso en su crecimiento.

En los análisis bacteriológicos realizados se han aislado y caracterizado 208 cepas bacterianas. En la Fig. 1 se muestra la frecuencia de aislamiento de cada uno de los géneros bacterianos detectados en doradas enfermas. Como puede observarse, la mayoría de los aislados correspondían a bacterias Gram negativas (93,3%). Las cepas patogénicas más frecuentemente aisladas pertenecen al género *Vibrio* (67,8%), mientras que se aislaron de forma esporádica cepas identificadas como *Pseudomonas* sp. (13,5%), *P. damsela* subsp. *piscicida* (6,7%), las bacterias pertenecientes al grupo *Cytophaga-Flexibacter* (4,8%) y *Aeromonas* sp. (0,5%). Por otra parte, se aislaron algunas bacterias Gram positivas (6,7% de los aislados), incluyendo *Staphylococcus* sp., *Micrococcus* sp., *Streptococcus* sp., y bacilos Gram positivos.



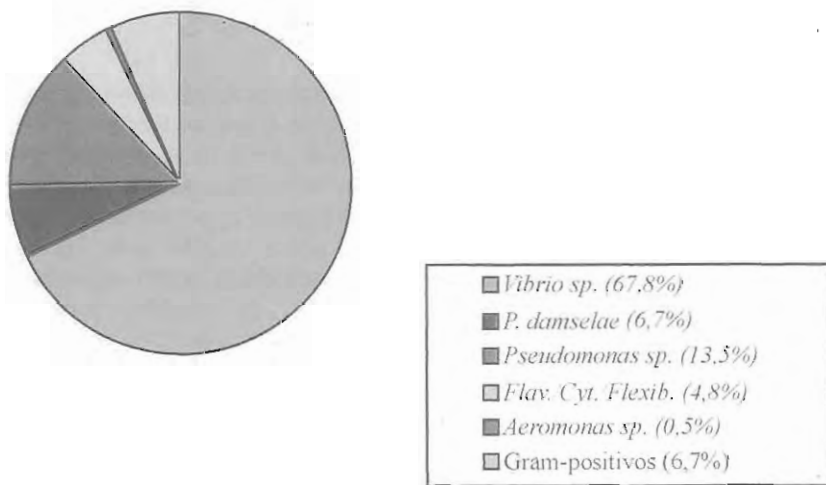


Figura 1. Porcentajes de aislamiento de diferentes grupos bacterianos aislados de ejemplares de doradas enfermas.

Las características morfológicas, fisiológicas y bioquímicas discriminatorias de los principales géneros bacterianos detectados en el presente estudio se recoge en la Tabla 6.

Tabla 6. Características diferenciales en la identificación de aislados bacterianos.

Pruebas	<i>Vibrio</i>	<i>Aeromonas</i>	<i>Pseudomonas</i>	<i>Photobacterium</i>	<i>Cytophaga</i>
Tinción bipolar	-	-	-	+	-
Movilidad en medio líquido	+	+	+	-	-
Deslizamiento	-	-	-	-	+
Flagelación polar	+	-	+	-	-
Swarming	V	-	-	-	+
Requerimiento de Na	+	-	V	+	V
Sensibilidad O/129	+	-	-	+	-
O/F (glucosa)	F	F	O	F	F
Gelatinasa	V	+	V	-	V
Crecimiento en TCBS	+	V	-	-	-

V: variable; F: fermentativo; O: oxidativo.



1.1. CARACTERIZACIÓN BIOQUÍMICA DE LOS AISLADOS

Dada la mayor abundancia de aislados pertenecientes al género *Vibrio* asociados a patologías de doradas cultivadas se ha realizado una caracterización más detallada de estos aislados. Así, para realizar un análisis numérico de las cepas identificadas como pertenecientes al género *Vibrio*, se han incluido en este estudio cepas de referencia y se ha empleado el coeficiente de Sokal Michener y el sistema de agrupamiento UPGMA. Únicamente 18 aislados (12,8%) correspondientes a los fenones 1 y 10 y dos cepas no agrupadas no quedaron incluidas junto a cepas de referencia en los grupos establecidos en el fenograma.

Los aislados de *P. damsela* subsp. *piscicida* (n=14) fueron identificados a nivel bioquímico y confirmados mediante pruebas serológicas, mostrando todos perfiles bioquímicos y serológicos similares.

Tras la caracterización bioquímica se ha establecido la distribución de especies mostrada en la Tabla 7, donde se puede observar que el 12,8% de los aislados del género *Vibrio* no pudieron ser identificados a nivel de especie. Por otro lado, las especies aisladas con mayor frecuencia fueron *V. fischeri* (17% de los aislados), *V. harveyi* (15,6% de los aislados), *V. alginolyticus* (13,5% de los aislados) y *V. anguillarum* (12,8% de los aislados).

Las características fenotípicas de las especies aisladas más frecuentemente y que se consideran, por ello, de mayor interés en las patologías que afectan a las doradas cultivadas se muestran en la Tabla 8.

Tabla 7. Cepas de *Vibrio* sp. aisladas de doradas enfermas cultivadas en Andalucía.

Especies bacterianas	Número (porcentaje) de aislados	Fenon nº
<i>V. aestuarianus</i>	2 (1,4)	8
<i>V. alginolyticus</i>	19 (13,5)	11
<i>V. anguillarum</i>	18 (12,8)	4 y 5
<i>V. campbellii</i>	6 (4,2)	9
<i>V. fischeri</i>	24 (17,0)	3
<i>V. harveyi</i>	22 (15,6)	12
<i>V. nereis</i>	12 (8,5)	2
<i>V. splendidus</i>	14 (9,9)	13
<i>V. tubiashii</i>	6 (4,2)	6 y 7
<i>Vibrio</i> sp.	18 (12,8)	1 y 10



Tabla 8. Características fenotípicas de las especies de *Vibrio* aisladas de doradas enfermas.

Prueba	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Swarming	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
Indol	+	+	+	+	-	+	-	+	+	V
Producción de acetoina	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-
Crecimiento a (°C)										
4	+	-	+	-	-	-	-	-	-	V
18	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
22	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
30	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
35	+	+	+	+	-	-	+	-	+	V
40	-	+	-	NT	-	-	NT	-	-	-
Crecimiento en NaCl (%)										
0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1,5	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
6	+	+	+	+	+	+	+	-	+	V
8	V	+	-	-	-	-	+	-	-	-
10	-	+	-	-	-	-	+	-	-	-
Alginasa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	NT
Amilasa	+	+	+	+	+	+	-	+	+	V
Arginina dihidrolasa	V	-	+	-	-	-	+	+	+	+
Catalasa	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+
β-Galactosidasa	+	-	+	-	-	+	-	+	+	NT
Gelatinasa	+	+	+	+	-	+	-	+	+	V
Lipasa	+	+	+	+	+	+	-	+	+	V
Lisina descarboxilasa	-	+	+	+	+	+	-	-	+	-
Ornitina descarboxilasa	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
Reducción de nitrato	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Hidrólisis de caseína	+	+	+	-	+	+	+	+	V	+
Hidrólisis de esculina	+	-	-	-	+	-	-	-	-	+
Hidrólisis de urea	-	-	-	-	+	-	-	-	-	NT
Utilización de:										
Acetato	V	+	+	-	-	+	+	-	+	-
Aconitato	-	+	+	+	-	+	+	+	-	+
D-Alanina	+	+	+	+	-	+	+	+	+	V
L-Alanina	+	+	-	+	-	+	+	+	+	+
γ-Aminobutirato	+	-	-	-	-	-	+	-	+	-
Amigdalina	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
L-Arabinosa	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
L-Aspartato	+	-	+	-	+	+	+	+	-	+
Celobiosa	+	-	+	+	+	+	-	-	+	V
Citrato	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
D-Fructosa	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
D-Galactosa	V	-	-	-	+	+	-	-	+	V
D-Galacturonato	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
D-Gluconato	+	+	+	-	-	+	+	-	+	V
α-D-Glucosa	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
D-Glucurónico	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+
L-Glutamato	V	+	+	-	+	+	+	+	+	-
Glicerol	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Glicina	V	+	-	-	-	+	+	+	+	-
L-Histidina	-	+	+	-	-	+	+	-	+	-
β-Hidroxibutirato	-	-	-	-	-	-	+	-	+	V

NT: no ensayado



1.2. CARACTERIZACIÓN SEROLÓGICA

En ningún caso se han observado reacciones cruzadas en las cepas ensayadas. De esta forma, cada aislado ha reaccionado sólo en presencia de su antisuero específico. Por el contrario, varias cepas incluidas en el fenon 3 y que han resultado relacionadas bioquímicamente con *V. fischeri* no han reaccionado con el antisuero desarrollado frente a la cepa de *V. fischeri* NCIMB 1274.

1.3. SUSCEPTIBILIDAD A ANTIMICROBIANOS

Ninguno de los aislados de *Vibrio* ha mostrado resistencia a nitrofurantoína ni trimetoprim-sulfametoxazol, mientras que se ha observado resistencia a estreptomycin y a eritromicina en el 98,6% y 83,0% de los aislados, respectivamente. Se ha observado la presencia de resistencia combinada a antimicrobianos en numerosos aislados de *Vibrio*, habiéndose detectado 21 resistotipos diferentes entre los que destacan por su frecuencia los siguientes: estreptomycin-eritromicina-ampicilina-kanamicina-amicacina-tobramicina-gentamicina (12,4%), estreptomycin-eritromicina-ampicilina (14,4%) y estreptomycin-eritromicina (13,4%). Por otro lado, se ha observado una gran homogeneidad en los patrones de resistencia a antimicrobianos en las cepas de algunas especies de *Vibrio*. De esta forma, todas las cepas de *V. campbellii* han mostrado resistencia sólo a estreptomycin-eritromicina-ampicilina y todas las cepas de *V. aestuarianus* han mostrado resistencia a estreptomycin-eritromicina-kanamicina-amicacina-tobramicina-gentamicina.

Las cepas de *P. damselae* subsp. *piscicida* ensayadas (n=14) han mostrado resistencia a penicilina (100% de los aislados), amoxicilina (33% de los aislados), eritromicina (50%), trimetoprim-sulfametoxazol (25%) y kanamicina (50%) y sensibilidad a 11 antimicrobianos ensayados (Tabla 9).

En los aislados del grupo *Cytophaga/Flexibacter*-like, las cepas ensayadas (n=10) han mostrado resistencia a ampicilina (100%), tetraciclina (100%), lincomicina (100%), nitrofurantoína (100%), amoxicilina (20%), oxitetraciclina (30%) y kanamicina (40%) (Tabla 9). Las cepas de *Pseudomonas* sp. han mostrado patrones de resistencia variables. De esta forma, todas las cepas (n=28) han sido resistentes a penicilina y lincomicina, siendo los porcentajes de resistencia a otros antimicrobianos los siguientes: polimixina (50%), nitrofurantoína (50%), fosfomicina (50%), eritromicina (35,7%) y oxitetraciclina (17,9%). En todas las cepas se ha observado sensibilidad a los restantes antimicrobianos ensayados (Tabla 9).





Tabla 9. Porcentajes de resistencia a antimicrobianos de las cepas bacterianas aisladas de doradas cultivadas.

Especies bacterianas	Antimicrobianos ^a																					
	Nº de cepas	P	Ap	Amx	OT	Tc	AN	Tm	Sm	E	Nal	Km	Gm	SXT	Fm	Cm	L	CL	FFL	PB		
<i>V. aestuarianus</i>	2	0	0	0	0	0	100	100	100	100	0	100	100	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>V. alginolyticus</i>	19	100	100	0	36,8	47,4	84,2	64,8	100	89,5	47,4	84,2	52,6	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>V. anguillarum</i>	18	100	94,4	0	33,3	38,9	100	38,9	100	55,5	22,2	100	61,1	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>V. campbellii</i>	6	100	100	0	0	0	0	0	100	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>V. fischeri</i>	24	0	4,2	0	0	0	41,7	4,2	100	58,3	0	58,3	8,3	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>V. harveyi</i>	22	100	100	0	0	0	50,0	45,4	0	100	0	63,6	40,9	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>V. nereis</i>	12	0	0	0	0	0	66,7	100	100	100	0	91,7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>V. splendidus</i>	15	93,3	93,3	0	0	0	6,7	93,3	93,3	73,3	20	0	66,7	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>V. tubiashii</i>	7	0	0	0	0	0	7	71,4	85,7	100	0	85,7	71,4	0	0	26,7	0	0	0	0	0	
<i>Vibrio</i> sp.	16	0	0	0	0	0	0	0	100	100	0	12,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Cytophaga</i>																						
<i>Flexibacter</i>	10	0	100	20	30	100	0	0	0	0	0	40,0	0	0	100	0	100	100	0	0	0	
<i>P. damsela</i> subsp.																						
<i>piscicida</i>	14	100	0	35,7	0	0	0	0	0	50,0	0	50,0	0	28,6	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Pseudomonas</i> sp.	28	100	0	0	17,9	0	0	0	0	35,7	0	0	0	0	50,0	0	100	0	50,0	50,0	50,0	

^aP: penicilina; Ap: ampicilina; Amx: amoxicilina; OT: oxitetraclina; Tc: tetraciclina; AN: amikacina; Tm: tobramicina; Sm: estreptomina; E: eritromicina; Nal: ácido nalidixico; Km: kanamicina; Gm: gentamicina; SXT: trimetoprim-sulfametoxazol; Fm: nitrofurantoina; Cm: cloranfenicol; L: lincomicina; CL: clindamicina; FFL: fosfomicina; PB: polimixina.

Todas las cepas han mostrado sensibilidad a los siguientes antimicrobianos: cefalotina, ácido oxolínico, flumequina, norfloxacina, furazolidona, nifurpracina y sulfametacina.

1.4. ENSAYOS DE PATOGENICIDAD EN PECES

Los valores de dosis letal 50 (DL₅₀) determinados para las cepas de *Vibrio* aisladas de doradas enfermas han oscilado entre 10⁴ y mayores de 10⁸ u.f.c./g peso corporal (Tabla 10). Siguiendo los criterios establecidos por Santos et al. (1987), el 62,5% de las cepas se consideran como altamente virulentas, mostrando valores de DL₅₀ que oscilan entre 1,7 x 10⁴ y 1 x 10⁶ u.f.c./g peso corporal; el 25% de los aislados han mostrado una virulencia moderada, con valores de DL₅₀ comprendidos entre 1,4 x 10⁶ y 1,8 x 10⁷ u.f.c./g peso corporal y sólo 12,5% de los aislados ha resultado ser no virulento (DL₅₀ > 10⁸ u.f.c./g peso corporal). Con respecto a la inclusión taxonómica, las cepas identificadas como *V. anguillarum*, *V. alginolyticus*, *V. harveyi*, y *V. splendidus* han resultado altamente virulentas para dorada.

Tabla 10. Valores medios de dosis letal 50% (DL₅₀) de cepas de *Vibrio* inoculadas intraperitonealmente en *S. aurata*.

Fenon nº	Especies bacterianas	Cepas	DL ₅₀ (ufc/ g peso corporal)
1	<i>Vibrio</i> sp.	P3-H-2	> 10 ⁸
10	<i>Vibrio</i> sp.	122	1,8 x 10 ⁵
2	<i>V. nereis</i>	P4-R-1	4,6 x 10 ⁵
2	<i>V. nereis</i>	127	4,3 x 10 ⁶
2	<i>V. nereis</i>	V3	2,6 x 10 ⁶
2	<i>V. nereis</i>	141	> 10 ⁸
3	<i>V. fischeri</i>	P8-H-3	7,0 x 10 ⁵
3	<i>V. fischeri</i>	P9-H-1	1,8 x 10 ⁶
3	<i>V. fischeri</i>	P3-H-3	1,4 x 10 ⁶
3	<i>V. fischeri</i>	P3-O-1	7,0 x 10 ⁵
3	<i>V. fischeri</i>	P5-O-3	1,0 x 10 ⁶
3	<i>V. fischeri</i>	P8-R-1	1,3 x 10 ⁷
3	<i>V. fischeri</i>	140	> 10 ⁸
4	<i>V. anguillarum</i>	DC12-R-7	7,7 x 10 ⁵
4	<i>V. anguillarum</i>	DC7-R-2	9,2 x 10 ⁵
4	<i>V. anguillarum</i>	DC11-R-2	5,0 x 10 ⁴
5	<i>V. anguillarum</i>	DC11-R-8	6,8 x 10 ⁴
7	<i>V. tubiashii</i>	DC10-R-4	1,8 x 10 ⁷
8	<i>V. aestuarianus</i>	15	> 10 ⁸
9	<i>V. campbellii</i>	128	1,1 x 10 ⁶
11	<i>V. alginolyticus</i>	DP1-HE-4	2,0 x 10 ⁵
11	<i>V. alginolyticus</i>	CAN	5,4 x 10 ⁴
11	<i>V. alginolyticus</i>	AO35	6,2 x 10 ⁴
11	<i>V. alginolyticus</i>	16	1,0 x 10 ⁵
12	<i>V. harveyi</i>	28	8,0 x 10 ⁵
12	<i>V. harveyi</i>	DP1-U-1	7,7 x 10 ⁵
12	<i>V. harveyi</i>	DP1-U-3	7,7 x 10 ⁵
12	<i>V. harveyi</i>	DP2-HE-5-6	9,2 x 10 ⁵
12	<i>V. harveyi</i>	DP2-HE-7	3,7 x 10 ⁵
13	<i>V. splendidus</i>	AO28	1,2 x 10 ⁵
13	<i>V. splendidus</i>	25/900	5,0 x 10 ⁴
13	<i>V. splendidus</i>	DC10-R-3	1,7 x 10 ⁴



Por otro lado, todas las cepas de *P. damselae* subsp. *piscicida* han resultado altamente virulentas para dorada, habiéndose obtenido valores de DL₅₀ comprendidos entre 5×10^4 y 2×10^5 u.f.c./g peso corporal. Los aislados incluidos en el grupo *Cytophaga/Flexibacter*-like han mostrado valores de DL₅₀ muy variables que han oscilado entre $1,1 \times 10^8$ y 6×10^6 u.f.c./g peso corporal. Los aislados de *Pseudomonas* no se han obtenido en cultivo puro a partir de doradas enfermas, sino que siempre se han detectado asociados a otras especies en diferentes procesos infecciosos, por esta razón no se ha considerado de interés realizar ensayos para determinar los valores de DL₅₀ para estos aislados.

2. AISLAMIENTO Y CARACTERIZACIÓN DE VIRUS

Los resultados de los análisis virológicos fueron negativos en todos los casos, con la salvedad de peces sospechosos de padecer linfocistis. En estos casos fue posible demostrar la presencia de virus en muestras de nódulos de piel y/o aletas mediante aparición de efectos citopáticos en la línea celular SAF-1 a los 2-10 días post-inoculación. Estos efectos citopáticos consistían en el redondeamiento y agrandamiento de las células infectadas y en la aparición de inclusiones citoplasmáticas (Fig. 2).

En el transcurso del presente estudio se han aislado 6 cepas de FLDV a partir de las monocapas celulares de SAF-1 que mostraron los efectos citopáticos anteriormente mencionados (Tabla 11).

Todas las cepas de FLDV mostraron similares características morfológicas cuando se examinaron a microscopía electrónica de transmisión (TEM), apareciendo como viriones isométricos con un diámetro de aproximadamente 100 nm (Fig. 3). Del mismo modo, todas las cepas aisladas conservaron su

Tabla 11. Características de las cepas de virus de linfocistis aisladas en doradas en el presente estudio y cultivadas en la línea celular SAF-1.

Cepas	Sensibilidad al cloroformo	Efectos citopáticos (días post-inoculación)	Título (TCID ₅₀ /ml)
FLDV 1	-	5	$> 1 \times 10^8$
FLDV 2	-	5-10	5×10^4
FLDV 3	-	5	4×10^6
FLDV 4	-	3	1×10^4
FLDV 5	-	2-7	1×10^9
FLDV 6	-	9	1×10^{10}



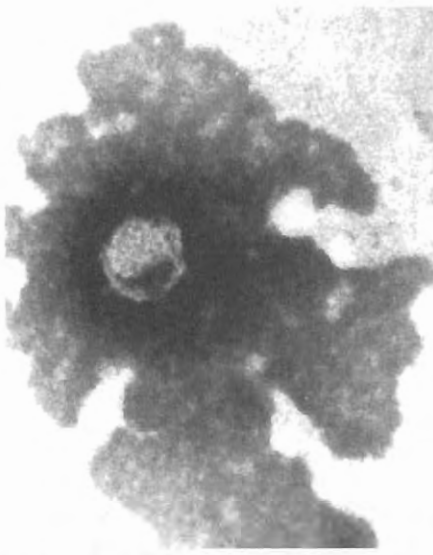


Figura 3. Micrografía electrónica de FLDV aislado de células SAF-1 infectadas. Barra, 100 nm.

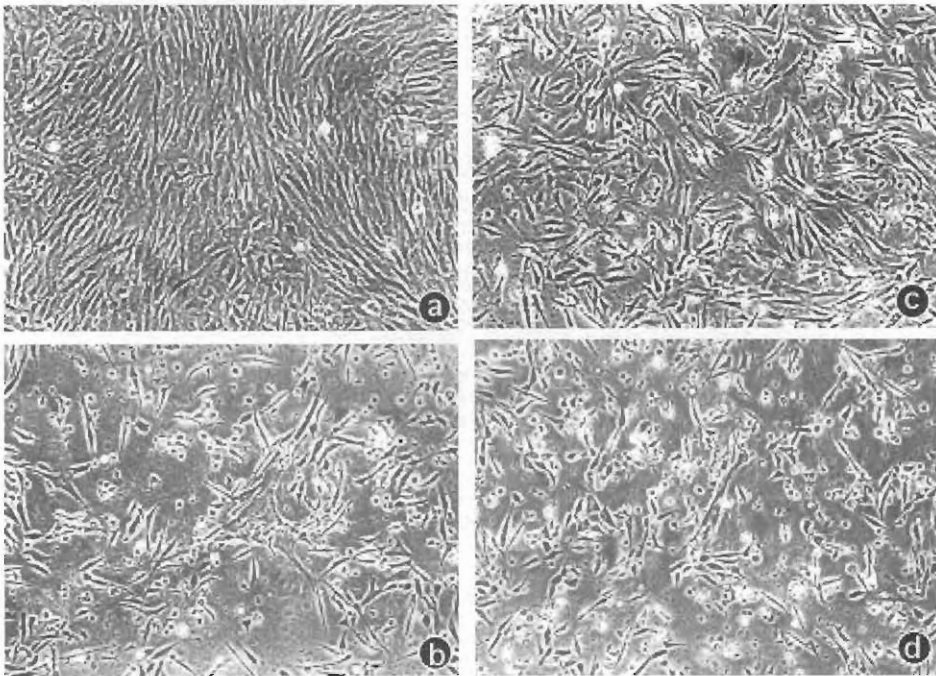


Figura 2. Efectos citopáticos observados en células SAF-1 infectadas con FLDV 5 a los 2 días (c), 7 días (b) y 12 días (d) post-inoculación. (a) células SAF-1 no infectadas (control).



infectividad en la línea SAF-1 tras tratamiento con cloroformo (Tabla 11).

El grado de infectividad mostrado por los diferentes aislados de FLDV osciló entre 1×10^4 TCID₅₀/ml y 1×10^{10} TCID₅₀/ml (Tabla 11).

2.1. CARACTERIZACIÓN SEROLÓGICA DE LAS CEPAS DE FLDV

Análisis electroforético de las proteínas virales y westernblot

El análisis de las proteínas virales se realizó mediante SDS-PAGE. Las electrofresis realizadas mostraron que todas las cepas de FLDV analizadas presentan un patrón de bandas aparentemente idéntico (Fig. 4).

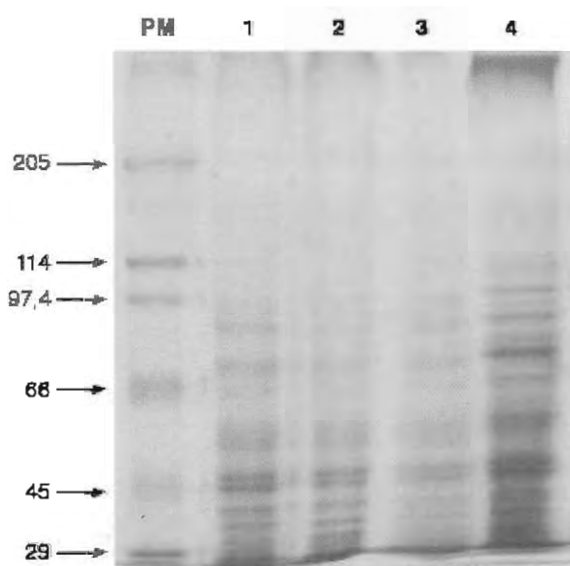


Figura 4. Electroforesis en gel de poliacrilamida-SDS de proteínas virales. PM: marcadores de peso molecular en kDa. Calles 1 a 4: distintas cepas de FLDV aisladas en el presente estudio.

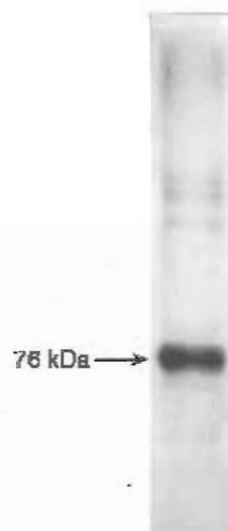


Figura 5. Membrana de electrotransferencia de proteínas de la cepa FLDV 2 inmuno teñida con el suero anti-FLDV 2. Se indica la proteína inmunoreactiva mayoritaria.

Estos mismos resultados se obtuvieron en los westernblots realizados inmunoteñidos con el suero anti-FLDV 2 (dilución 1:5000), que reconocía proteínas de masas moleculares comprendidas entre 164,5 y 44,7 kDa, con una proteína fuertemente inmunorreactiva de 76 kDa (Fig. 5).

Ensayo inmunoenzimático indirecto (dot blot)

El ensayo dot blot se realizó a diferentes diluciones del anticuerpo anti-FLDV 2, utilizando como antígeno la suspensión vírica purificada de la cepa homóloga, con unas concentraciones de proteínas totales de 0,5 y 0,25 μ g. La dilución rutinaria seleccionada para el primer anticuerpo fue 1:15000. La sensibilidad del ensayo fue de 30 ng de suspensión de FLDV 2 purificado.

Al igual que se observó en los westernblots realizados, los ensayos inmunoenzimáticos demostraron que todas las cepas de FLDV aisladas en el presente estudio son inmunológicamente similares.

2.2. APLICACIÓN DE LOS MÉTODOS DE INMUNOFLUORESCENCIA INDIRECTA PARA LA DETECCIÓN DEL FLDV EN CÉLULAS INFECTADAS

Análisis mediante citometría de flujo

Se ensayaron distintas diluciones del antisuero (desde 1:100 a 1:2500) frente a la cepa FLDV 2. La reacción fue claramente positiva sólo con la dilución 1:100.

La técnica de citometría de flujo permite la detección de células de SAF-1 infectadas con todas las cepas de FLDV aisladas en el presente estudio, siendo la detección de antígenos virales máxima a los 10 días post-inoculación (p.i.) (Tabla 12).

Tabla 12. Detección de FLDV en células SAF-1 mediante citometría de flujo.

Cepa vírica	Porcentaje de células con antígenos virales		
	5 d p.i.	10 d p.i.	18 d p.i.
Control	2.3	5.7	5.7
FLDV 1	2.1	19.7	5.8
FLDV 2	1.9	13.6	6.6
FLDV 3	2.1	16.9	6.8
FLDV 4	2.4	9.7	6.9
FLDV 5	1.8	8.6	7.7
FLDV 6	4.1	13.2	6.2



Análisis mediante observación microscópica

El ensayo de inmunofluorescencia indirecta se realizó con distintas diluciones del suero anti-FLDV 2 (desde 1:1000 a 1:7500) en células de SAF-1 infectadas con la cepa vírica homóloga. La dilución del antisuero seleccionada fue 1:2500.

Esta técnica ha permitido la detección selectiva tanto de células SAF-1 (Figs. 6 y 7) como de linfocitos de dorada infectados con las distintas cepas de FLDV estudiadas (Fig. 7). La detección de los antígenos virales en las células infectadas fue posible a todos los tiempos post-inoculación ensayados.

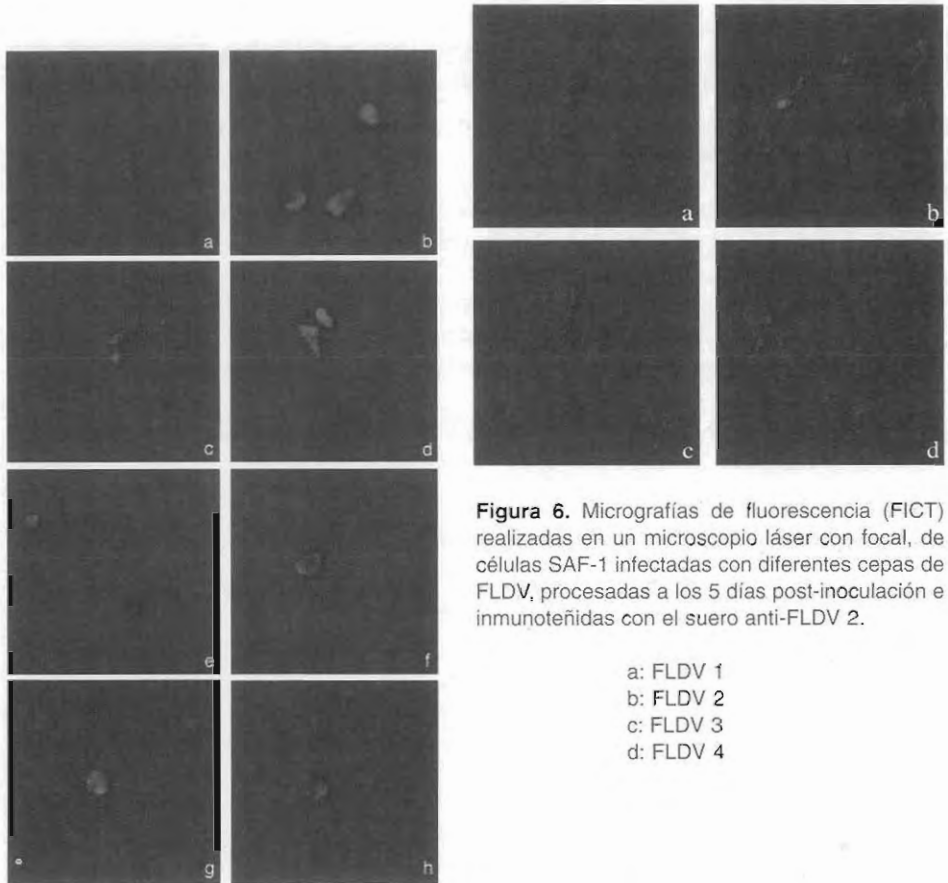


Figura 6. Micrografías de fluorescencia (FICT) realizadas en un microscopio láser con focal, de células SAF-1 infectadas con diferentes cepas de FLDV, procesadas a los 5 días post-inoculación e inmunoteñidas con el suero anti-FLDV 2.

- a: FLDV 1
- b: FLDV 2
- c: FLDV 3
- d: FLDV 4

Figura 7. Inmunofluorescencia de células infectadas por FLDV captadas con una CCD. a: control de células SAF-1 no infectadas; b-d: células SAF-1 infectadas con los virus FLDV 1, FLDV 2 y FLDV 5, respectivamente, procesadas los 10 días p.i.; e: linfocitos de dorada no infectados; f-h: linfocitos de dorada infectados con los virus FLDV 4, FLDV 6 y FLDV 3, respectivamente, procesados a los 7 días p.i..



AGRADECIMIENTOS

Los autores reconocen y agradecen a las siguientes personas por su colaboración desinteresada en la elaboración y suministro de información de este trabajo: Ignacio López Cotelo Y Carlos Manzano de la Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía, a José M^a Naranjo del CICEM "El Toruño" (Cádiz), a Alfonso Vidaurreta de CUPIMAR, S.A. (San Fernando, Cádiz), a Jesús Santamaría e Irene Zorrilla de la Universidad de Málaga y a Elisa Polanco por su amistad y suministro de información.

III. BIBLIOGRAFIA

- Alba, F. (1989). La evolución de la acuicultura en Andalucía. En: Acuicultura y Economía. R. Esteve, A. Narváez, G. Ruiz & A. Ruiz (eds.) pp. 315-340. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Madrid.
- Alvarez Pellitero, P. (1988). Enfermedades producidas por parásitos en peces. En: Patología en Acuicultura. U. Labarta & J. Espinosa de los Monteros (eds.), pp. 215-326. Plan de Formación de Técnicos Superiores en Acuicultura. Madrid.
- Anderson, J.I.W. & Conroy, D.A. (1970). Vibrio diseases in marine fishes. En: Symposium on diseases of fish and shellfish, S.F. Sniezko (ed.), pp. 266-272.
- Andrades, J.A., Fernández-Llebrez, P. & Becerra, J. (1993). Ependymal disorders in the spinal cord of lordotic fish. 16th Annual Meeting on the European Neuroscience Association, Madrid.
- Anon. (1999). Borrador del Libro Blanco de la Acuicultura en España. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Secretaría General de Pesca Marítima, Madrid.
- Austin, B. & Austin, D.A. (1987). Bacterial fish pathogens: Disease in farmed and wild fish. Ellis Norwood Ltd., Chichester.
- Austin, B. & Stobie, M. (1992). Recovery of *Serratia plymuthica* and presumptive *Pseudomonas pseudoalcaligenes* from skin lesions in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum), otherwise infected with enteric redmouth. J. Fish Dis. 15: 541-543.
- Balebona, M.C., Moriñigo, M.A., Sedano, J., Martínez-Manzanares, E., Vidaurreta, A., Borrego, J.J. & Toranzo, A.E. (1992). Isolation of *Pasteurella piscicida* from sea bass in Southwestern Spain. Bull. Eur. Ass. Fish Pathol. 12: 168-170.
- Barnabe, G. 1976. Rapport technique sur la ponte induite et l'élevage des larves du loup *Dicentrarchus labrax* (L.) et de la dorade *Sparus aurata* (L.). Stud. Rev. GFCM 55: 63-116.
- Barnabe, G. & F. Rene (1973). Reproduction contrôlée et production d'alevins chez la daurade *Sparus aurata*. C.R. Acad. Sci. Paris, Ser. D., 276: 1621-1624.
- Basurco, A., Tiana, A., Castellanos, A., Tarazona, J.V., Muñoz, M.J. & Coll, J.M. (1990). First report of lymphocystis disease in *Sparus aurata* (Linnaeus) in



- Spain. Bull. Eur. Ass. Fish Pathol. 10: 71-73.
- Bauchet, H.-L. & Hureau, J.-C. (1986). Fishes of the North-Eastern Atlantic and the Mediterranean. En: Sparidae. P.J.P. Whitehead, H.-L. Bauchet, J.-C. Hureau, J. Nielsen & E. Tortonese (eds.). Vol. II, pp. 883-907. Bungay, London.
- Baudin-Laurencin, F. & Tixerant, G. (1985). Pathologie des poissons élevés en mer. Rec. Méd. Vét. 161: 735-746.
- Bautista, C. (1991). Peces marinos: Tecnología de cultivo. Ed. Mundi-Prensa, Madrid.
- Baya, A., Toranzo, A.E., Nuñez, S., Barja, J.L. & Hetrick, F.M. (1990). Association of a *Moraxella* sp. and a reo-like virus with mortalities of striped bass (*Morone saxatilis*). En: Pathology in marine science. F.O. Perkins & T.C. Cheng (eds.), pp. 91-99. Academic Press, New York.
- Bedier, E., Chatain, B., Coves, D. & Weppe, M. (1984). Contribution à la production intensive de juvéniles de dorade *Sparus auratus*. En: L'Aquaculture du bar et des sparidés, G. Barnabé & R. Billard (eds.), pp. 223-236. Masson. Paris.
- Bengtsson, B.-E., Bengtsson, Å. & Himberg, M. (1985). Fish deformities and pollution in some Swedish waters. Ambio 14: 30-35.
- Biosca, E.G., Amaro, C., Esteve, C., Alcaide, E. & Garay, E. (1991). First record of *Vibrio vulnificus* biotype 2 from diseased European eels (*Anguilla anguilla*). J. Fish Dis. 14: 103-109.
- Bradley, T.M., Newcomer, C.E. & Maxwell, K.O. (1988). Epitheliocystis associated with massive mortalities of cultured lake trout *Salvelinus namaycush*. Dis. Aquat. Org. 4: 9-18.
- Bruno, D.W., Alderman, D.J. & Schlotfeldt, H.J. (1998). ¿Qué debo hacer?. Un manual práctico para el maricultor. European Association of Fish Pathologists, Aberdeen.
- Castello, F. (1993). Acuicultura marina: Fundamentos biológicos y tecnología de la producción. Publ. Univ. Barcelona, Barcelona.
- Cebrian, M., Muñoz, M.J., Carballo, M. y Tarazona, J.V. (1987). Análisis de la calidad del agua en nueve piscifactorías españolas con elevada mortalidad. Cuad. Marisq. Publ. Tec. 12: 729-734.
- Chatain, B. (1986). La vessie natatoire chez *Dicentrarchus labrax* et *Sparus auratus*. I. Aspects morphologiques du développement. Aquaculture 53: 303-311.
- Chatain, B. (1987). La vessie nataire chez *Dicentrarchus labrax* et *Sparus auratus* II. Influence des anomalies de développement sur la croissance de la larve. Aquaculture 65: 175-181.
- Chatain, B. & Ounais-Guschemann, N. (1990). Improved rate of initial swim bladder inflation in intensively reared *Sparus auratus*. Aquaculture 84: 345-353.
- Clement, O. (1991). Typologie aquacole des marais salants de la cote atlantique. Ed. Cemagref, Paris.
- Coll-Morales, J. (1986). Acuicultura marina animal. Ed. Mundi-Prensa, Madrid.



- Colorni, A., Paperna, I. & Gordin, H. (1981). Bacterial infections in gilt-head seabream *Sparus aurata* cultured at Eilat. *Aquaculture* 23: 257-267.
- E.P.A. (1972). Water quality criteria. EPA. R3.73.033. Natl. Acad. Sci., Washington D.C.
- Faye, N., Toguebaye, B.S. & Bouix, G. (1990). Ultrastructure and development of *Pleistophora senegalensis* sp. nov. (Protozoa, Microspora) from the gilt-head sea bream, *Sparus aurata* L. (Teleost, Sparidae) from the coast of Senegal. *J. Fish Dis.* 13: 179-192.
- Fernández, A.I.G., Pérez, M.J., Rodríguez, L.A. & Nieto, T.P. (1993). Infecciones oportunistas bacterianas en trucha marrón y arco-iris de piscifactorías de Galicia. IV Congreso Nacional de Acuicultura, Vilagarcía de Arousa.
- Fouz, B., Larsen, J.L., Nielsen, B., Barja, J.L. & Toranzo, A.E. (1992). Characterization of *Vibrio damsela* strains isolated from turbot *Scophthalmus maximus* in Spain. *Dis. Aquat. Org.* 12: 155-166.
- García-Badell, J.J. (1988). Acuicultura moderna. Prefabricación y automatización. INIA. Madrid.
- Girard, P. (1993). Consequences des pollutions sur les poissons. *Aq. Rev.* 49: 29-34.
- Gonzalez Esgrig, J.L. (1998). Ricardo Acebal del Cueto (1849-1940). Ed. Asoc. y Col. Ing. de Montes, Madrid.
- Hansson, S., Bengtsson, B.-E. & Bengtsson, A. (1984). Stomach contents in Baltic fourhorn sculpin (*Myoxocephalus quadricornis*, L.) with normal and deformed spinal vertebrae. *Mar. Pollut. Bull.* 15: 375-377.
- Huzar, M. (1985). Civelles et circuit ferme a l'ilr d'Yeu. *Aqua Rev.* 3: 12-17.
- Jiménez de la Fuente, J., Marcotegu, M.A., San Juan M.L. & Basurco, B. (1988). Diagnosis of viral diseases in salmonid farms in Spain. *Bull. Eur. Ass. Fish Pathol.* 8: 1-2.
- Junta de Andalucía (1992). Consejería de Agricultura y Pesca. Informe anual sobre sistemas acuícolas de las marismas marítimas. Dirección General de Pesca y Acuicultura, Sevilla.
- Junta de Andalucía (1995). Consejería de Agricultura y Pesca. Informe anual sobre sistemas acuícolas de las marismas marítimas. Dirección General de Pesca y Acuicultura, Sevilla.
- Kartas, F. & Quignard, J.P. (1984). La fecondite des poissons teleosteens. Ed. Masson, Paris.
- Krom, M.D., Porter, C. & Gordin, H. (1985). Causes of fish mortalities in semi-intensively operated seawater ponds in Eilat, Israel. *Aquaculture* 49: 159-177.
- Kubota, S.S. & Takakuwa, M. (1963). Studies on the diseases of marine cultured fishes I. General description and preliminary discussion of fish diseases in Mie Prefecture. *J. Fac. Fish Prefect. Univ. Mie.* 6: 107-124.
- Kusuda, R. & Yamaoka, M. (1972). Etiological studies on bacterial pseudotuberculosis in cultured yellowtail with *Pasteurella piscicida* as causative agent. I. On the morphology and biochemical properties. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.* 38: 1325-1332.
- Lom, J. (1984). Diseases caused by Protistans. En: Diseases of marine animals.



- Winton, J.R., Lannan, C.N., Fryer, J.L. & Kimura, T. (1981). Isolation of a new reovirus from chum salmon in Japan. *Fish Pathol.* 15: 155-163.
- Wolke, R.E., D.S. Wyand, D.S. & Khairallah, L.H. (1970). A light and electron microscopic study of epitheliocystis disease in the gills of Connecticut striped bass (*Morone saxatilis*) and white perch (*Morone americanus*). *J. Comp. Pathol.* 80: 559-563.



