

4

CUADERNOS DE ACUICULTURA

Cultivo del rodaballo (*Scophthalmus maximus*)



JOSÉ LUIS RODRÍGUEZ



MINISTERIO
DE MEDIO AMBIENTE
Y MEDIO RURAL Y MARINO



FUNDACIÓN
OESA
OBSERVATORIO ESPAÑOL DE ACUICULTURA



MINISTERIO
DE CIENCIA
E INNOVACIÓN



CSIC

4 CUADERNOS DE ACUICULTURA

Cultivo del Rodaballo (*Scophthalmus maximus*)

JOSÉ LUIS RODRÍGUEZ

FUNDACIÓN OBSERVATORIO ESPAÑOL DE ACUICULTURA
CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS
MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y MEDIO RURAL Y MARINO

MADRID, 2011

Reservados todos los derechos por la legislación en materia de Propiedad Intelectual. Ni la totalidad ni parte de este libro, incluido el diseño de la cubierta, puede reproducirse, almacenarse, o transmitirse en manera alguna por ningún medio ya sea electrónico, químico, mecánico, óptico, informático, de grabación o de fotocopia, sin permiso previo por escrito de la editorial.

Las noticias, los asertos y las opiniones contenidos en esta obra son de la exclusiva responsabilidad del autor o autores. La editorial, por su parte, sólo se hace responsable del interés científico de sus publicaciones.

Catálogo general de publicaciones oficiales:
<http://publicacionesoficiales.boe.es/>

Catálogo general de publicaciones de la Fundación OESA:
<http://www.fundacionoesa.es/publicaciones>

Serie:

Cuadernos de Acuicultura



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE MEDIO AMBIENTE
Y MEDIO RURAL Y MARINO



FUNDACIÓN
OESA
OBSERVATORIO ESPAÑOL DE ACUICULTURA



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE CIENCIA
E INNOVACIÓN



CSIC

© Fundación Observatorio Español de Acuicultura

© José Luis Rodríguez

Diseño y maquetación: DiScript Preimpresión, S. L.

e-NIPO: 472-11-083-7

e-ISBN: 978-84-00-09290-0

Depósito Legal: M-28052-2011

Índice

CONTENIDO

- 5 ■ MORFOLOGÍA
- 5 ■ DISTRIBUCIÓN Y ECOLOGÍA
- 6 ■ REPRODUCCIÓN
- 6 ■ HISTORIA DEL CULTIVO
- 9 ■ REPRODUCCIÓN
- 14 ■ INCUBACIÓN
- 16 ■ CULTIVO LARVARIO
- 22 ■ NURSERY
- 25 ■ ENGORDE
- 33 ■ PRODUCCIÓN
- 36 ■ COMERCIALIZACIÓN
- 37 ■ PATOLOGÍAS
- 40 ■ AGRADECIMIENTOS
- 41 ■ BIBLIOGRAFÍA

Cultivo del Rodaballo

Rodaballo

El rodaballo, *Scophthalmus maximus*, es un teleósteo que pertenece a la familia *Scophthalmidae* y que presenta los siguientes nombres:

- Castellano: Rodaballo
- Inglés: *Turbot*
- Francés: *Turbot*
- Portugués: *Pregado, rodavalho*
- Alemán: *Steinbutt*
- Italiano: *Rombo chiodato*
- Gallego: *Rodaballo*
- Catalán: *Rémol empexinat, turbó*
- Euskera: *Erreboilo arrunta, errebolu*



MORFOLOGÍA

El rodaballo es un pez plano de cuerpo circular y asimétrico (ojos sobre el costado izquierdo). Piel sin escamas, pero provista de protuberancias óseas (tubérculos óseos) repartidas irregularmente.

La boca es grande y con ojos pequeños. Las aleta dorsal y anal se extienden ampliamente a lo largo de los flancos dorsal y ventral. Aletas pectorales cortas, con forma de espátula y el borde posterior redondeado. Aletas pélvicas pequeñas y situadas delante de la extensa aleta anal. Línea lateral curvada en su parte anterior. El margen posterior de la aleta caudal es convexo.

La coloración es mimética y variable. Lado ciego (derecho) blanquecino y lado ocular con coloración variable, dependiente del color del fondo donde viven, generalmente gris-pardusca con manchas más o menos oscuras. Puede vivir hasta 15 años. Alcanza a medir 1 m de longitud y un peso de 12 kg. Las hembras son mayores que los machos sobre todo a partir de que alcanzan la madurez sexual.

DISTRIBUCIÓN Y ECOLOGÍA

La distribución alcanza en el Atlántico Norte, desde las costas de Islandia, Noruega y Mar Báltico hasta las costas de norte de Marruecos. Menos frecuente en el Mediterráneo. Ha sido introducido en Chile y China para su industria acuícola.

Se pesca fundamentalmente con trasmallo y arrastre de fondo y de forma esporádica con palangre de fondo.

Es una especie marina bentónica que vive en fondos de arena y fango, desde aguas muy someras hasta los 100m de profundidad. Los ejemplares más jóvenes suelen vivir en aguas menos profundas. Ocasionalmente aparece en aguas salobres. Presenta una gran capacidad mimética, imitando el color del fondo en el que se encuentra.

Especie carnívora, los individuos juveniles se alimentan de moluscos y crustáceos y los adultos principalmente de peces y cefalópodos. Se mueve poco durante el día y captura sus presas durante la noche.



Mapa de distribución del rodaballo (Fernández y Rodríguez, 2003).

REPRODUCCIÓN

Especie dioica. La época de puesta natural generalmente abarca, en el Mediterráneo desde febrero a abril y en el Atlántico desde mayo a julio. Realizan varias puestas secuenciadas cada 2-4 días. Los huevos miden un milímetro de diámetro y tienen una única gota de grasa. La larva es inicialmente simétrica pero al finalizar la metamorfosis (día 40-50), y con una talla aproximada de 25 mm el ojo derecho se ha desplazado hacia el costado izquierdo, perdiéndose la simetría bilateral inicial y desciende al fondo de arena para vivir sobre él en forma casi sedentaria.

HISTORIA DEL CULTIVO

El cultivo del rodaballo se inicia a principios de los años 80 en Escocia con la empresa Golden Sea Product, posteriormente se continúa en Francia en

las instalaciones de la Ferme Marine de Douhet en la isla de Oleron. En España se establece la primera granja (INSUIÑA SL) para el cultivo de esta especie en O Grove en el año 1983, que representa el inicio del cultivo en la zona donde actualmente se produce aproximadamente el ochenta por ciento de la producción mundial. La principal razón del importante desarrollo del cultivo del rodaballo en Galicia es debido a las condiciones físico químicas del agua de mar, que proporcionan unas temperaturas óptimas para su crecimiento. En la década de los noventa el cultivo se extendió a otros países como Portugal, Noruega, Irlanda, Holanda, Chile y, a partir del año 2000, se producen las primeras toneladas en China.

En un principio, el crecimiento en España del número de instalaciones estuvo limitado por la escasez de los alevines para iniciar el cultivo. Así, en el año 1985 solo existían cinco instalaciones y posteriormente se incorporaron tres granjas de pequeña producción. En ese momento el tamaño de las granjas en cuanto a producción variaba de 15 Tm a 100Tm y la captación de agua se realizaba directamente del mar mediante tuberías de aspiración pilotadas sobre hormigón.

El desarrollo de la tecnología de la producción de alevines lleva consigo un incremento notable en la instalación de nuevas granjas. A principios de los años 90 ya nos encontramos con 16 empresas, algunas de ellas con una capacidad de producción anual de 300 Tm. y se produce la participación de grandes grupos industriales en el desarrollo del cultivo: Corporación del Noroeste, Grupo Hydro, Pescanova, etc. (Labarta, 2000).

En el cultivo de rodaballo se produjo una gran crisis de crecimiento en el año 1992, debido a un incremento de la producción anual de un 52% sin una red comercial consolidada. A esta crisis del sector también contribuyó el hecho de que las explotaciones eran de pequeño tamaño, con unos costes de producción muy elevados. Esta crisis provocó una bajada de precios y el cierre de 6 plantas de cultivo. A partir de ese momento se produce una reestructuración del sector y un crecimiento tanto en la producción como en el número de países que desarrollan su cultivo.

En España, la tasa de crecimiento anual desde 1992 a 1997 osciló entre el 10 y el 20%, alcanzándose en el año 1997 una producción de 2.115Tm, consolidándose el grupo Stolt Sea Farm como el líder de la producción de

rodaballo, controlando en ese momento el 70% de la producción (Rodríguez y Fernández, 2008). Dos factores importantes para el desarrollo del sector fueron la introducción de pienso seco en la alimentación y el desarrollo de vacunas para las enfermedades más importantes que en ese momento afectaban al cultivo.

Otros factores que influyeron en el crecimiento fueron el cambio de sistema de bombeo y la aplicación de sistemas de oxigenación. La captación del agua se realiza mediante tubos de hormigón que por gravedad conducen el agua hasta un pozo situado en tierra y desde allí se impulsa el agua a la instalación, lo que permite mover cantidades elevadas de agua con ciertas garantías. El segundo factor es la aplicación de sistemas para elevar el nivel de oxígeno en el agua y así poder mantener una mayor densidad de producción en los tanques, lo que permite incrementar la producción manteniendo la misma superficie de cultivo.

Desde finales de los años 90, en España se produjo un fuerte incremento de la producción, pasando de 1.920Tm en 1998 a 7.129Tm en 2008, lo que supone un aumento de la misma de un 371%. A partir de ese año, se produjo una estabilización de la producción debida a la dificultad de la obtención de licencias para producir en nuevos emplazamientos. En el año 2009, la producción española de rodaballo fue de 8.320Tm y la previsión es similar para el año 2010 (Apromar, 2010)

La producción europea de rodaballo en el año 2009 fue de 9.246 Tm, un 83,3% de esta producción fue realizada en España, un 5.8% en Portugal, un 5,7% en Francia y el 5.2% restante fue producido en Países Bajos, Reino Unido e Islandia.

La mayoría de las granjas de España, se hallan ubicadas en Galicia, donde actualmente existen 18 granjas de cultivo distribuidas por toda su costa, representando el 97% de la producción española. El resto de las instalaciones se encuentran en la cornisa Cantábrica: una en Cantabria y una en el País Vasco. De todas estas instalaciones la mayoría se hallan ubicadas en tierra con sistemas de circuito abierto; sólo una utiliza sistemas de recirculación. Además, existen dos instalaciones que utilizan sistemas de jaulas sumergidas para el engorde.

Hasta el año 2008, estuvo en producción una instalación, en la ría de Vigo, gestionada por una cooperativa de pescadores que engordaba el rodaballo en jaulas flotantes, pero problemas patológicos llevaron a esta instalación al cese de la actividad.

La experiencia acumulada durante estos años ha hecho posible que la capacidad de producción de las instalaciones sobrepase las 1.000Tm/año, y actualmente existen granjas con autorización para producir más de 3.000Tm/año. Un ejemplo de esto es la planta de engorde, con una capacidad de producción para 7.000Tm, que la empresa Pescanova ha construido en Portugal.

Un aspecto importante en el desarrollo de la industria del rodaballo, fue la constitución en el año 2001 del Cluster de la Acuicultura de Galicia que tiene como objetivo fundamental la de consolidar la posición competitiva del sector acuícola gallego, generando y potenciando las ventajas competitivas existentes basadas en las sinergias entre sus empresas, los centros de investigación y la administración, fundamentalmente de Galicia. Uno de los cometidos más importantes del Cluster de la Acuicultura de Galicia es la gestión del Centro Tecnológico Gallego de Acuicultura, cuya actividad básica es la investigación y el desarrollo en el sector acuícola.

En los últimos años, se han estado desarrollando herramientas genómicas en el rodaballo, tanto a nivel estructural como a nivel funcional. Se ha construido un mapa genético en esta especie que está siendo utilizado para la identificación de regiones del cromosoma en la que se localizan los genes que afectan a caracteres de interés industrial; por ejemplo, la resistencia a enfermedades o el crecimiento.

REPRODUCCIÓN

La puesta natural tiene lugar entre abril y agosto en condiciones naturales, con variaciones de acuerdo con la latitud (Mc Evoy, 1989). Las primeras experiencias en reproducción llevadas a cabo a nivel de investigación, se realizaron con stocks mantenidos en condiciones naturales de fotoperíodo y temperatura, en tanques de volúmenes superiores a los 40 metros cúbicos y sin inducción a la puesta. Aunque este sistema es mucho más simple, ya

que los reproductores no son manipulados, presenta algunos problemas como la ausencia de fecundación o mala evolución de los huevos durante el desarrollo embrionario. Actualmente, en todos los criaderos las puestas se obtienen por masaje abdominal.

La gametogénesis dura tres meses y se produce en unas condiciones ascendentes de fotoperiodo y temperatura. La puesta dura de uno a tres meses y se da en condiciones de aumento de fotoperiodo y temperatura. La fecundidad en cautividad es del orden de 200.000 huevos por kg. de hembra.

En los criaderos, manipulando el fotoperiodo y el termoperiodo se han conseguido puestas en todas las épocas del año. La programación del fotoperiodo se puede hacer de forma gradual, incrementando progresivamente las horas de luz y una vez realizada la puesta se vuelve a descender gradualmente las horas de luz, o de forma brusca cambiando el fotoperiodo de 8 horas de luz a 16 horas y finalizada la puesta se pasa nuevamente al periodo de descanso de 16 horas de oscuridad y 8 de luz. Con este sistema las puestas se producen normalmente a los 60 días de haber realizado el cambio de fotoperiodo.

Al mismo tiempo que se controla el fotoperiodo, se hace un control del termoperiodo, la temperatura óptima está entre 13 y 14 °C. Las maduraciones y puestas con temperaturas superiores a 15 grados suelen ser de mala calidad. Por ello, la mayoría de los criaderos mantienen a los stocks de reproductores a temperatura constante de 13 °C.

La maduración sexual de los machos se alcanza el final del segundo año de vida con un peso de 1.5 a 2 kg. Las hembras llegan a la madurez sexual también al final del segundo año de vida y tienen un peso superior a los 2 kg. En cultivo, la edad óptima para los reproductores es de 5- 6 años, disminuyendo la calidad y cantidad de los gametos a partir de ese momento.

Los reproductores se mantienen estabulados en tanques de cemento, normalmente cuadrados y con las esquinas redondeadas y con unas dimensiones de 10-30 m² y una altura de columna de agua de 80 cm. La densidad no debe superar los 4-5 kg/m² y el oxígeno se debe mantener

CULTIVO DEL RODABALLO

a niveles próximos a la saturación. Los tanques deben estar dotados de sistemas de control de la temperatura y del fotoperiodo, para poder obtener puestas a lo largo de todo el año. La relación macho/hembra en los tanques suele ser 1:1.



Tanque de reproductores de rodaballo (STOLT SEA FARM).

Para poder diferenciar los ejemplares entre si y a su vez los machos de las hembras, se utilizan dos tipos de marcajes: uno criogénico externo (quemadura en frío con nitrógeno líquido) utilizando unas varillas de acero, con un número en su parte inferior. Esta marca no es permanente y se tienen que remarcar al menos una vez cada dos años. La otra marca es mediante microchips con la inyección intramuscular de un trasponder en la musculatura de la parte dorsal del pez, y requiere de un aparato detector para su lectura externa. Este sistema de marcaje es permanente, de identificación inequívoca, con pocas perdidas si se realiza adecuadamente y sin efectos sobre los portadores. Mediante este método se pueden recolectar datos a nivel individual a lo largo de toda la vida reproductiva del individuo.



Reproductores rodaballo marcados con nitrógeno líquido (J. B. Peleteiro).

La alimentación suele administrarse a saciedad, de 3 a 5 días a la semana, y en una sola toma. El alimento puede ser piensos semihumedos elaborados en la propia instalación con harinas específicas para reproductores, que se mezclan normalmente con pescado o calamar triturado y que una vez mezclado se le da forma de pellets o piensos comerciales específicos para reproductores, siendo éste el sistema de alimentación más implantado actualmente. Los rodaballos disminuyen la ingesta antes de iniciar el período de puesta; durante ese tiempo el alimento solamente es consumido por los machos y las hembras que todavía no han madurado.

Una vez que comienza la época de puesta, se realiza un seguimiento periódico de los reproductores que se va reduciendo a medida que el estado de madurez va siendo más avanzado. El inicio de la maduración es claramente visible ya que va aumentando el tamaño del ovario a lo largo de la cavidad abdominal. Las hembras una vez completado el período de maduración e iniciada la puesta, ovulan con ciclos de duración variable que van normalmente desde 24 a 56 horas (Peleteiro, 2001). La maduración no es sincronizada en todas las hembras del tanque, sino que se realiza de

CULTIVO DEL RODABALLO

forma individual pudiendo haber diferencia de hasta dos meses en el comienzo de la misma. La predicción de la ovulación juega un papel muy importante en la cantidad y la calidad de los huevos.

La tasa de fecundación de los ovocitos depende en gran medida del tiempo que han permanecido en el lumen ovárico: llega al 90% en los ovocitos recién ovulados y cae drásticamente después de 20 horas de retención en el ovario (Mc Evoy, 1984)

La puesta se realiza por masaje abdominal que se efectúa de forma manual, en la hembra presionando suavemente los dos lóbulos de la gónada. Antes de realizar la fecundación se valora la calidad de los huevos teniendo en cuenta: la esfericidad, la transparencia, el diámetro que varía entre 0.9 y 1 mm y que solo tengan una gota de grasa. El esperma también se obtiene por presión abdominal y se recoge normalmente con un jeringa de 1ml, los criterios que se utilizan para la valoración de su calidad son: la movilidad y la densidad de espermatozoides. Normalmente el esperma del rodaballo tiene del orden de $1-10 \times 10^9$ espermatozoides/ml (Peleteiro, 2001).



Masaje abdominal de una hembra de rodaballo (J. B. Peleteiro).

Una vez obtenidos los gametos, la fecundación se puede realizar en húmedo o en seco. La principal diferencia es que en la fecundación en seco una vez mezclados el esperma y los ovocitos se mantienen durante unos cinco minutos en seco y a continuación se le añade agua salada. En la fe-

cundación húmeda, el agua se le añade inmediatamente después de mezclar y homogenizar los gametos.

Una vez que se le añade el agua salada se dejan reposar durante quince o veinte minutos. Trascurrido ese tiempo el huevo viable se separa del no viable por diferencia de densidad: el viable flota y el no fecundado se va al fondo del recipiente.

Las primeras divisiones celulares en los huevos fecundados son visibles al cabo de dos horas y en ese momento se hace una valoración de la puesta considerando la simetría de las dos primeras divisiones y el porcentaje de huevos fecundados.

En los criaderos de rodaballo se están aplicando programas de selección genética, desarrollados en colaboración con el grupo de genética de peces de la Universidad de Santiago de Compostela. Con estos programas se tienen identificadas las diferentes familias y se propone el sistema de cruzamientos. En estos planes de selección familiar es muy importante el control de las genealogías, es decir, disponer de herramientas para identificar parentescos y paternidades entre los individuos para evitar los efectos de la depresión consanguínea.

INCUBACIÓN

La incubación se realiza en tanques cilindro cónicos de poliéster, con un volumen de 100 a 200 litros normalmente en circuito abierto, con una renovación del 20% a la hora y con aireación suave central para una mejor homogenización de los huevos. El agua de mar debe ser filtrada hasta una micra y esterilizada por un sistema de rayos ultravioleta. El tanque en su parte central tiene un filtro de 500 micras que permite el paso del agua pero evita la salida de los huevos. La temperatura del agua es un factor fundamental en el desarrollo embrionario y en la calidad de las larvas por ello se debe mantener a 13-14 °C y que no sobrepase los 15°C. La densidad de incubación no debe superar los 5.000 huevos por litro.

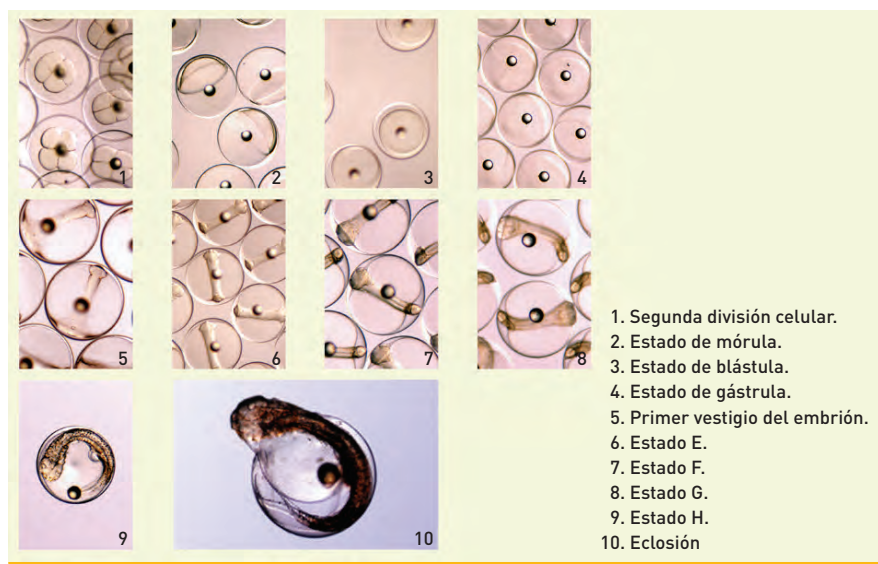
Para estimar la mortalidad, diariamente se cierra el aporte de agua y aire y se deja decantar por un tiempo de 15 minutos, durante ese tiempo

CULTIVO DEL RODABALLO

los huevos viables se mantienen en la superficie y los huevos no fecundados o muertos se van al fondo y se retiran abriendo la válvula de purga situada en la parte inferior del tanque.

Para observar la evolución y el estado de desarrollo de los embriones diariamente se toma una muestra del huevo flotante y se observan en una lupa.

La incubación dura unos 60-70 grados día (alrededor de 5 días a 14 °C) y la tasa de eclosión es superior al 70%. Para valorar la eclosión, se toman muestras del tanque se hace un recuento y se observa la calidad de las larvas. Aquellas puestas con un elevado porcentaje de huevos no flotantes o una baja tasa de eclosión, son descartadas y no se inicia su cultivo larvario.



Desarrollo embrionario de huevos de rodaballo
(Iglesias *et al.*, 1995).

Normalmente las larvas se mantienen en los tanques de incubación hasta unas horas antes de abrir la boca. Durante ese tiempo la larva tiene la boca cerrada y se alimenta de forma endógena de su saco vitelino.

CULTIVO LARVARIO

Las larvas de rodaballo recién eclosionadas miden unos 3 mm de largo y pesan de 0,1 a 0,2mg. Son poco activas, nadando pasivamente en la superficie. Son ciegas, simétricas y tienen el ano y la boca cerrados.



Larva de rodaballo de 4 días (C. Mariño).

En los primeros días se desarrollan las aletas pectorales y los ojos empiezan a pigmentarse. La larva se vuelve más activa y comienza a nadar. Alrededor del tercer día de vida se abre al ano y la boca y se inicia la alimentación exógena.

El día 5 el saco vitelino ya se encuentra totalmente reabsorbido y el séptimo día la gota de grasa se ha reabsorbido totalmente. La agudeza visual ha aumentado considerablemente, la larva nada activamente y se distribuye en toda la columna de agua. La coloración se vuelve más clara y la vejiga natatoria esta totalmente inflada.

En el día 15 la larva mide alrededor de 7 mm y comienza la metamorfosis, iniciándose la adquisición de la forma plana y la migración del ojo derecho al lado izquierdo. El día 30 la larva mide unos 15-20 mm la migra-

CULTIVO DEL RODABALLO

ción del ojo se ha completado y la larva comienza a desplazarse hacia el fondo del tanque y a hacerse bentónica, reabsorbiendo totalmente la vejiga natatoria.



Larva de rodaballo
de 10 días
(C. Mariño).



Larva de rodaballo
de 16 días
(C. Mariño).

La metamorfosis finaliza entre el día 40-50 de vida. Las postlarvas miden de 20-30 mm. y pesan de 0,1 a 0,15g.



Larva de rodaballo de 40 días (C. Mariño).

El cultivo larvario del rodaballo se realiza normalmente bajo dos modalidades: cultivo semiintensivo y cultivo intensivo. El primero se realiza en tanques circulares de hormigón de un volumen aproximado de 50m³ que se llenan de agua filtrada y esterilizada. Unos días antes de transvasar las larvas, se le añaden a los tanques, las microalgas (*Tetraselmis suecica* e *Isochrysis galbana*) y se introduce el rotífero (*Brachionus plicatilis*) para que cuando la larva inicie su alimentación el rotífero tenga una calidad nutricional adecuada. Las larvas se siembran a densidades bajas 2-3 larvas/litro y diariamente se controlan los parámetros físico-químicos, la densidad de microalgas y de alimento para realizar los ajustes necesarios. A los quince días, cuando se inicia la alimentación con *Artemia* las larvas se

CULTIVO DEL RODABALLO

transvasan a otros tanques de menor volumen donde se continúa con el cultivo hasta el final del destete.

El cultivo intensivo, se realiza en tanques cilindro cóncavos de fibra de vidrio y su volumen oscila entre 5 y 20 m³, provistos de un filtro central que permite la salida del agua pero evita la salida de las larvas y el alimento. Los tanques tienen aireación central suave. La temperatura óptima del cultivo larvario es 18-20 °C. La densidad inicial de siembra es 15-20 larvas/litro.

El fotoperiodo es continuo hasta el inicio de la metamorfosis, momento en el cual se comienza a disminuir a 16 horas de luz y 8 de oscuridad. Normalmente se utilizan intensidades de luz de 1.000 luxes.

El cultivo se realiza en circuito abierto, el agua de mar debe ser filtrada a 1 micra y esterilizada. Las renovaciones inicialmente son bajas, del orden de 5% a la hora que se van aumentando a medida que se desarrolla el cultivo, finalizando con caudales de 1-2 renovaciones hora.



Tanques cultivo larvario (STOLT SEA FARM).

La larva se alimenta de sus reservas durante los 3 primeros días de vida. La alimentación exógena comienza con el rotífero (*Brachionus plicatilis*) que se suministra 2 o 3 veces al día con el fin de mantener una concentración en el tanque de 5-10 rotíferos/ml. El rotífero que se adiciona a los tanques previamente se enriquece con microalgas (*Isochrysis galbana*) o con productos comerciales. Los requerimientos de ácidos grasos poliinsaturados de cadena larga son elevados, y se ha constatado la importancia tanto del DHA como del EPA en la falta de pigmentación. Diariamente, también se le añaden a los tanques microalgas (*Tetraselmis suecica* o *Nannochloropsis gaditana* y *Isochrysis galbana*) para mantener la calidad nutricional del rotífero y mejorar la calidad del medio de cultivo.

Alrededor del día 12 se comienza a añadir a los tanques nauplios de *Artemia* recién eclosionada que se mantiene hasta el día 15-17. Los metanauplius de *Artemia* enriquecidos, con microalgas (*Isochrysis galbana*) o con productos comerciales, se comienzan a añadir a partir del día 14-15, y desde el día 18 constituyen la única *Artemia* añadida a los tanques de cultivo y se mantendrá hasta finalizar el destete que según los criaderos se produce entre los días 30-35. Las cantidades de *Artemia* añadidas, depende de la supervivencia, pero normalmente se comienza con cantidades del orden de 0,5 artemias/ml y puede alcanzar cantidades de 5-8 artemias/ml. La *Artemia* también se suministra en varias tomas al día.

Todos los cambios de alimentación son progresivos. Hasta hace unos pocos años el pienso de destete se comenzaba a suministrar a partir de los días 25-30, pero en la actualidad, con las nuevas técnicas de producción de piensos microencapsulados, el destete comienza sobre el día 15 y se mantiene simultáneamente con la *Artemia* (coalimentación) hasta el día 30-35. A partir de ese momento las larvas se alimentan solo de pienso. Las empresas comercializadoras de estos piensos suministran los programas de alimentación que se deben seguir durante la fase de coalimentación y el destete. El suministro del alimento puede realizarse manualmente o mediante comederos automáticos.

En general, la supervivencia en el cultivo larvario del rodaballo es bastante baja, normalmente no supera el 20-25%.

CULTIVO DEL RODABALLO

Rodaballo (2000 litros - 60.000 larvas)											
	Peso (mgrs)	Fito		Rotifero		Metanpls		Pienseo		Caudal	Malla
		Iso(L)	Ts(L)	M	Tomas	M	Tomas	grs	Productos		
Dia 0										C.C.	80µ
Dia 1											
Dia 2		36	12	3	3					1R/día	
Dia 3		48	12	8	3						
Dia 4		60	12	10	3						
Dia 5		72	18	14	3					2R/día	
Dia 6		96	24	15	3						
Dia 7		96	24	20	3						
Dia 8		96	24	20	3						
Dia 9		96	24	20	3						
Dia 10		96	24	22	3						
Dia 11		96	24	22	3						
Dia 12	30	96	24	16	3	2	4			3R/día	
Dia 13		96	24	15	3	3	4				300µ
Dia 14				10	3	6	4				
Dia 15	45			6	3	9	4	60	GMD150	4R/día	COFEED
Dia 16						13	4	60	GMD150		COFEED
Dia 17						14	4	60	GMD150		COFEED
Dia 18	60					14	4	120	GMD150		FASE 1
Dia 19						14	4	120	GMD150		FASE 1
Dia 20						14	4	140	GMD150/GMD300		FASE 1
Dia 21	80					8,5	3	190	GMD150/GMD300	5R/día	FASE 2
Dia 22						8,5	3	240	GMD300		FASE 2
Dia 23						8,5	3	240	GMD300		FASE 2
Dia 24	100					5,5	2	300	GMD300		FASE 3
Dia 25						5,5	2	300	GMD300		FASE 3
Dia 26						5,5	2	350	GMD300		500µ FASE 3
Dia 27	125					3	1	350	GMD300/GMD500		FASE 4
Dia 28						3	1	450	GMD300/GMD500	6R/día	FASE 4
Dia 29						3	1	500	GMD300/GMD500		FASE 4
Dia 30	150								GMD500		post destete
Dia 31									GMD500		post destete
Dia 32									GMD500		post destete
Dia 33									GMD500		
Dia 34									GMD500		
Dia 35	210								GMD500/GD 0,8		
Dia 36									GMD500/GD 0,8		
Dia 37									GMD500/GD 0,8		
Dia 38									GMD500/GD 0,8		
Dia 39									GD 0,8		
Dia 40									GD 0,8		1 mm

Programa de coalimentación y destete (Skreting).

Alevin de rodaballo
(C. Mariño).



En los años 90, en Noruega y posteriormente en Dinamarca, se desarrolló un sistema de producción larvaria de rodaballo en condiciones extensivas. El sistema consistía en tanques exteriores de grandes volúmenes, de 300 a 600 m³, que se llenaban de agua de mar filtrada, en los tanques se desarrollaba un bloom de fitoplancton y a continuación se inoculaba zooplancton natural (copépodos), recogido con filtros o con mallas colectoras del mar. Cuando el bloom de fitoplancton y zooplancton se equilibraba, se sembraban las larvas a una densidad muy baja de 0,1-0,2 larvas/litro. Diariamente se controlaban los parámetros de cultivo y la densidad de alimento. Alrededor del día 30 de vida, se iniciaba el destete con piensos comerciales y sobre el día 60 se realizaba el despesque de los alevines. La supervivencia que se obtenía era cercana al 40% y todos los ejemplares estaban bien pigmentados. Actualmente no existe ninguna instalación produciendo en este tipo de sistema.

NURSERY

Una vez finalizado el destete los alevines suelen trasvasarse a otra unidad del criadero que se denomina nursery, en ese momento los peces suelen tener un peso medio de 0,1 a 0.2 gramos. En estas instalaciones, se mantienen hasta que alcanzan un peso de 2-10 gramos que es cuando se trasladan a las instalaciones de engorde. La densidad inicial de cultivo es de unos 2.000-3.000 alevines/m².

CULTIVO DEL RODABALLO

Los tanques en los que se realiza este primer preengorde son cuadrados con las esquinas redondeadas y normalmente de fibra de vidrio. El tamaño varía de 4 a 16 m² con una altura de 50 cm. En el centro del tanque se coloca un desagüe con agujeros que se van aumentando a medida que aumentan el tamaño del pez, para mejorar la circulación del agua y permita la salida del alimento no ingerido. El agua es filtrada y esterilizada por radiaciones ultravioleta, el caudal inicialmente es de una renovación cada dos horas que se va aumentando a medida que aumenta la biomasa del tanque. La saturación del oxígeno a la salida del tanque debe ser superior al 80%. La temperatura del cultivo es de 18 a 20 °C y el fotoperiodo se suele mantener en 16 horas de luz y 8 horas de oscuridad.

La mayoría de las instalaciones funcionan con sistemas de circuito abierto aunque con el desarrollo de la tecnología de los sistemas de recirculación, algunos criaderos están comenzando a utilizar estos sistemas



Nursery de rodaballo (STOLT SEA FARM).

• para conseguir un control de la temperatura del agua con menor consumo energético.

• La alimentación es con dietas específicas de las casas comerciales, estos piensos se caracterizan por tener un elevado contenido proteico (50-60%) y una alta palatabilidad. El alimento se pide suministrar a saciedad o siguiendo las tablas de alimentación aportadas por las empresas productoras del alimento. El número de tomas es elevado y normalmente se dispensa mediante comederos automáticos.

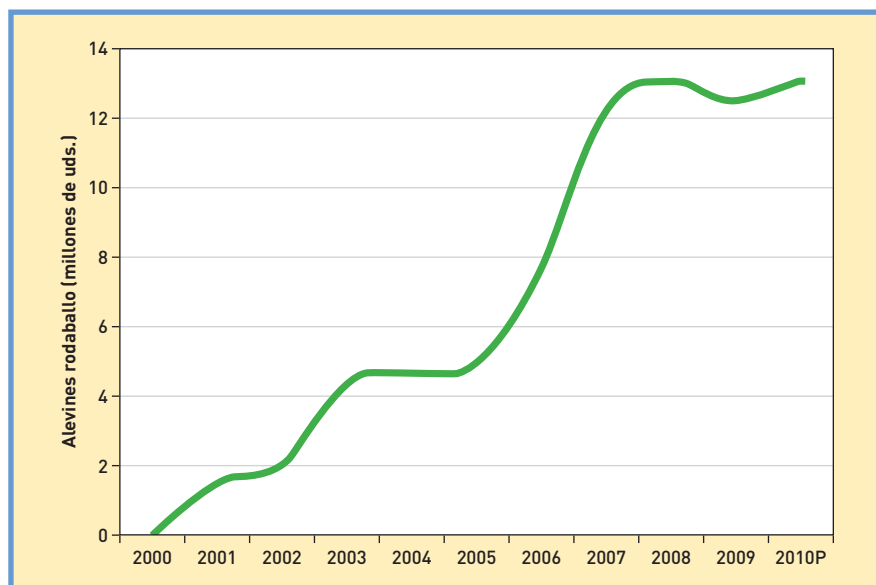
• En esta fase, es muy importante la clasificación de los alevines para evitar el canibalismo y la dispersión de tallas en el tanque. La separación de los individuos se realiza manualmente. También a lo largo de esta fase se hace una selección de los alevines, eliminando los que presentan problemas de albinismo (ausencia total o parcial de la pigmentación), falta de opérculo, migración incompleta del ojo derecho. El porcentaje de estas malformaciones varía según los lotes pero actualmente no supera el 5%. La supervivencia en esta fase de cultivo es alta, del orden de un 90%.

• Al final de este proceso, que suele durar 40-60 días, los alevines pesan de 2-10 gramos y antes de transferirlos a las instalaciones de engorde son vacunados contra las principales enfermedades bacterianas que afectan al cultivo (vibriosis, flexibacteriosis y streptococosis).

• La mejora de la tecnología de la producción de alevines hizo que se incrementara la cantidad y la calidad de los mismos y que dejara de ser un factor limitante para el desarrollo del cultivo. En el año 1998, la producción de alevines en España fue de 1,1 millones (Rodríguez y Fernández, 2008) y se fue incrementando hasta alcanzar los 13 millones en el año 2008. La producción se reduce a 12.5 millones en el año 2009 lo que supone un descenso del 3.8% y las previsiones para el año 2010 es volver a los 13 millones (Apromar, 2010). Esta producción representa el 90% de los alevines producidos en Europa y se concentra fundamentalmente en Galicia (99.7%). El restante 0.3% es producido en Cantabria.

• El número de criaderos de rodaballo existentes actualmente en España son seis, cinco de ellos ubicados en Galicia y el sexto en Cantabria.

CULTIVO DEL RODABALLO



Evolución de la producción de alevines de rodaballo (APROMAR).

En Europa, solo existe un criadero más que se encuentra situado en Francia. El precio medio por alevín en el año 2009 fue de 1,10 €/ud.

ENGORDE

El engorde se divide en dos fases: el preengorde que abarca desde que los peces tienen de 2-10 gramos hasta los 60-100 gramos y el engorde que comprende desde este peso hasta la talla comercial.

La mayoría de las instalaciones dedicadas al engorde de rodaballo se encuentran ubicadas en tierra con sistemas de circuito abierto, y sólo una en Galicia está aplicando sistemas de recirculación. El cultivo en jaulas se ha intentado desarrollar para el engorde de esta especie, pero problemas tecnológicos y patológicos han frenado el desarrollo del cultivo en estos sistemas. Actualmente solo existen dos instalaciones que realizan el engorde del rodaballo en jaulas sumergidas.



Granja de rodaballo en Lira (Carnota) (STOLT SEA FARM).

En las granjas de engorde el agua de mar se hace llegar, ya sea mediante tubos de hormigón o un túnel, hasta un foso de bombas que impulsan el agua a la instalación. El agua impulsada por las bombas se distribuye mediante canal abierto o tuberías de PVC de diferentes secciones a las distintas zonas de la instalación. La calidad del agua es fundamental para el desarrollo del cultivo y por ello se somete a diferentes tratamientos en función de las necesidades de cada zona:

- Desbaste grueso: para la eliminación de algas, objetos grandes como plásticos, maderas etc.
- Filtración mecánica: para la eliminación de partículas, en suspensión, normalmente se realiza haciendo pasar el agua por un filtro de tambor. Esta filtración se aplica solamente en la zona de preengorde.

- Esterilización en muchas instalaciones para minimizar la presencia de patógenos muy perjudiciales para el cultivo, se aplican en alguna fase del mismo sistemas de rayos ultravioleta u ozono para la desinfección del agua.
- Oxigenación: en la mayoría de las instalaciones se inyecta oxígeno al agua antes de llegar a los tanques de cultivo para poder mantener una mayor densidad de producción en los tanques. Esto permite incrementar la producción manteniendo la misma superficie de cultivo.

Actualmente existen granjas de engorde que utilizan sistemas de recirculación por lo que el agua, se somete a tratamientos de filtración mecánica para la eliminación sólidos en suspensión, filtración biológica para eliminar compuestos nitrogenados, calentamiento o enfriamiento para mantener la temperatura en el rango óptimo del cultivo y esterilización mediante la aplicación de ozono o rayos ultravioleta.

El preengorde se lleva a cabo en instalaciones cubiertas, en tanques de hormigón o poliéster, cuadrados con las esquinas redondeadas o circulares, los cuadrados suelen tener una dimensión de 4-6 m de lado y los circulares 5-6 m de diámetro. La profundidad suele ser de 0.8 m. Los peces se siembran a una densidad de 2 kg/m² para alcanzar al final del proceso una densidad de 10 kg/m². Esta fase suele durar de 4-6 meses, dependiendo de la temperatura del agua de mar y al final de la misma los peces alcanzan un peso de 60 a 100 g.

La alimentación es con pienso extruido específico para la especie que se suministra en varias tomas a lo largo del día. La tasa de alimentación oscila entre el 2,8 y 3% de su peso y para su cálculo se puede utilizar las tablas de alimentación proporcionadas por los fabricantes de pienso o elaborar en la instalación su propio protocolo de alimentación. Estos piensos se caracterizan por tener un elevado contenido energético y una alta digestibilidad, lo que permite obtener durante esta fase unos índices de conversión de 0.8-1. El pienso se puede distribuir manualmente o mediante sistemas de alimentación automática; la distribución manual del alimento suele aplicarse en las granjas de pequeño tamaño mientras que en las instalaciones de mayor producción se emplean los sistemas automáticos. En

algunas instalaciones, disponen de programas informáticos que en función de la temperatura del agua ajustan diariamente la cantidad de alimento que se debe suministrar a cada tanque.



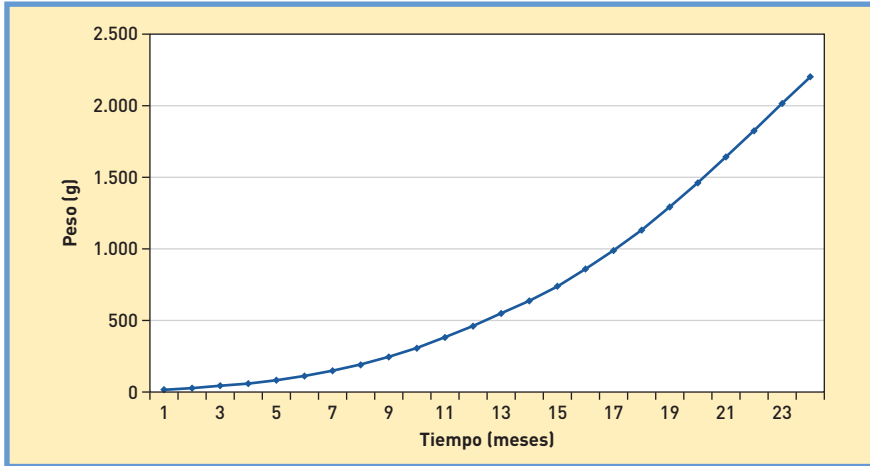
Tanques preengorde (STOLT SEA FARM).

Durante el preengorde los peces se clasifican, una o varias veces, para conseguir lotes homogéneos y eliminar del cultivo los individuos de crecimiento muy lento. La clasificación puede ser manual o mediante máquinas clasificadoras específicas para la forma del cuerpo del rodaballo.

En la fase final del preengorde, se suele aplicar a los juveniles mediante inyección una segunda dosis de vacuna, contra alguna de las enfermedades que ya se había suministrado una primera dosis antes de salir del criadero.

Una vez finalizado el preengorde, los peces se trasvasan a las instalaciones de engorde para que continúen con su desarrollo hasta alcanzar la talla comercial (1.5-2 kg) que se alcanza después de 16-18 meses de cultivo.

CULTIVO DEL RODABALLO



Curva de crecimiento del rodaballo (Fernández y Rodríguez, 2003).

El engorde se puede realizar en tanques exteriores cubiertos con una malla o en naves cubiertas que contienen en su interior los tanques de cultivo. Los tanques, normalmente de hormigón de forma variable (circulares, cuadrados con esquinas redondeadas), tienen un tamaño que oscila entre los 6 y 12 metros de lado o de diámetro. Actualmente también existen sistemas en los que el engorde se realiza en pisos con tanques alargados y con una lámina pequeña de agua.



Tanque de engorde (STOLT SEA FARM).

Los rodaballos soportan temperaturas de 5° a 22 °C aunque el umbral óptimo de cultivo se sitúa entre los 16-18°C. Los peces con pesos superiores a 1.5 kg soportan mal las temperaturas superiores a 20 °C y bajo esas condiciones se produce normalmente un incremento de la mortalidad.

Un factor fundamental en el engorde del rodaballo es el oxígeno. Si el único aporte de oxígeno procede del agua de mar, su concentración dependerá de las renovaciones de agua en los tanques, que deberán ser muy elevadas si se pretende engordar el rodaballo a densidades altas. Así, para mantener los valores adecuados de oxígeno en los tanques, en la mayoría de las instalaciones el agua de mar antes de entrar en los tanques se sobresatura de oxígeno hasta valores de 15 ppm, lo que permite que a la salida del tanque el valor de este parámetro esté en torno al 100% de saturación, recomendándose no bajar de 6 ppm a la salida de los tanques. Este incremento de los niveles de oxígeno en los tanques permite aumentar la producción sin necesidad de tener mayor superficie de cultivo, ya que se pueden mantener unas densidades de cultivo superiores.

La densidad inicial de engorde normalmente es de 10-15 kg/m² y la que se mantiene normalmente en los tanques durante el engorde es de 20 a 30 kg/m², llegando incluso en algunas instalaciones en la fase final del cultivo a 40-50 kg/m².

La alimentación es con piensos extruidos específicos que se caracterizan por estar elaborados con una selección muy estricta de las materias primas, ya que esta especie es muy exigente en su palatabilidad. La tasa de alimentación varía con el tamaño y la temperatura, disminuyendo a medida que aumenta el peso del pez y los valores de la temperatura se alejan de las condiciones óptimas de cultivo. Esa tasa de alimentación puede calcularse a partir de las pautas de alimentación suministradas por las casas comerciales o elaborar en la propia instalación su protocolo de alimentación y varía entre el 1.5 y 0.2%. El número de tomas varía con el peso del pez: se recomiendan tres tomas cuando los peces tienen un peso entre 80 y 700 g y dos tomas a partir de ese peso hasta la talla comercial. La distribución del pienso puede ser manual o mediante sistemas automáticos. Los índices de conversión con los piensos extruidos usados en la actualidad pueden oscilar entre 1.1 y 1.2.

CULTIVO DEL RODABALLO

TEMPERATURA DEL AGUA							
TAMAÑO GRANULO (mm)	8	10	12	14	16	18	20
1	2,8	2,85	2,9	2,9	2,95	3	3
2	2,8	2,85	2,9	2,9	2,95	3	3
3	2,8	2,85	2,9	2,9	2,95	3	3
5	1,1	1,15	1,2	1,3	1,4	1,45	1,5
7	1,1	1,2	1,25	1,3	1,4	1,45	1,5
9	0,8	0,85	0,85	0,9	0,95	1	1
11	0,7	0,7	0,75	0,75	0,85	0,85	0,85
13	0,6	0,6	0,65	0,65	0,7	0,75	0,75
17	0,5	0,5	0,5	0,5	0,45	0,45	0,45
22	0,4	0,4	0,4	0,4	0,2	0,2	0

Tabla de alimentación del rodaballo (Skretting).

Durante la fase de engorde, es necesario realizar varias clasificaciones a los peces para constituir lotes homogéneos y diferenciar los ejemplares de mayor y menor crecimiento que se comercializaran con diferentes pesos. La clasificación se realiza manualmente o con máquinas clasificadoras.

Mensualmente se realizan muestreos para controlar la biomasa de la instalación y calcular diversos índices de crecimiento y periódicamente se realizan controles sanitarios de las poblaciones para minimizar en lo posible la aparición y desarrollo de patologías. La mortalidad durante la fase de engorde suele ser baja oscilando entre el 5 y el 10%.

Una vez que los peces han alcanzado la talla comercial se despescan manualmente de los tanques de cultivo y se introducen en contenedores de agua y hielo para su sacrificio.

Posteriormente, esos recipientes se trasladan a las salas de procesamiento donde los peces cosechados se clasifican por peso y se colocan en cajas de poliestireno cubiertos por una lámina de plástico y hielo en esca-

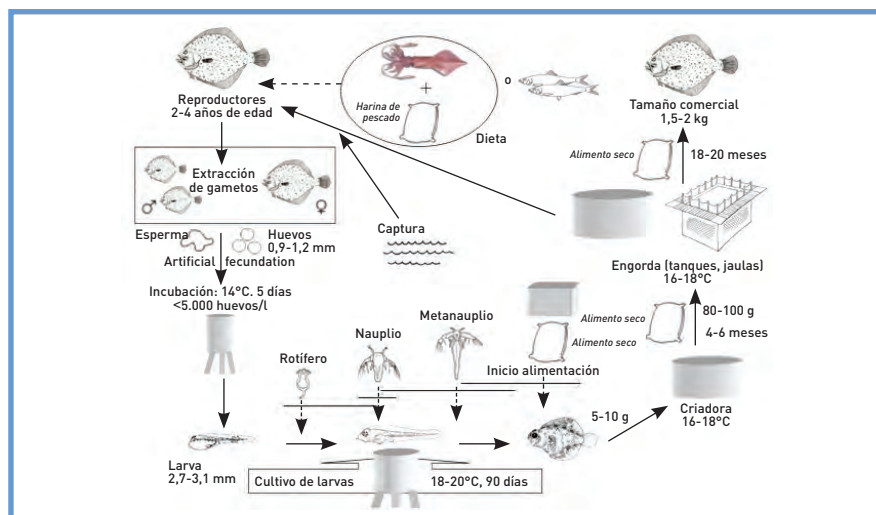
mas. Normalmente se comercializan enteros y en fresco. En la comercialización del rodaballo, aunque la talla más común es la de 1.5-2kg actualmente el mercado demanda diferentes tamaños por ello las empresas ofertan ejemplares desde 400g hasta más de 3kg.



Sala de
procesado
(STOLT SEA FARM).

CULTIVO DEL RODABALLO

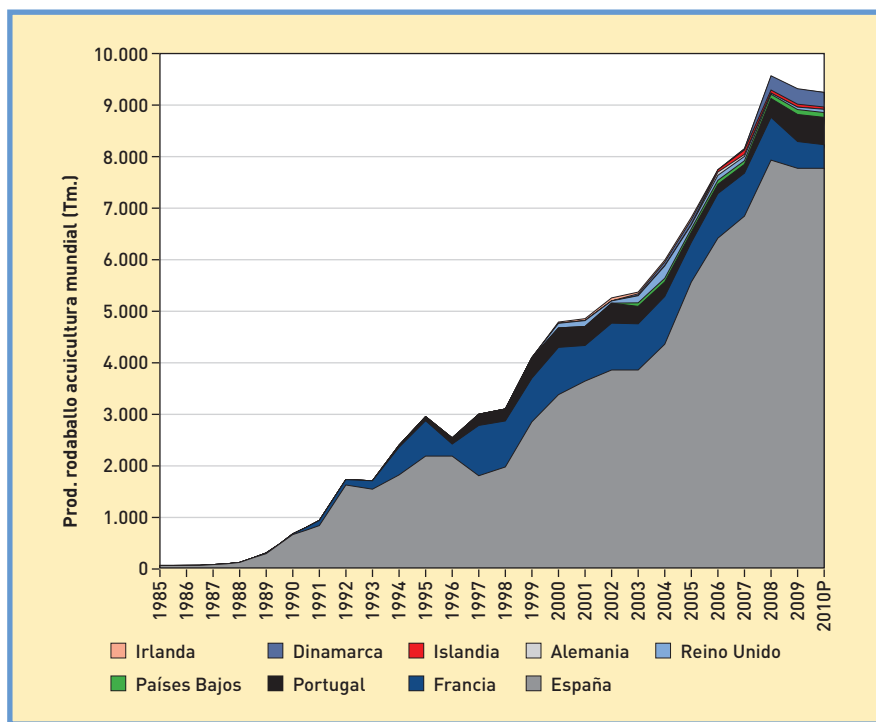
En la siguiente figura (Rodríguez y Fernández en FAO, 2009) se representa un esquema del ciclo de producción del rodaballo.



PRODUCCIÓN

La producción de rodaballo en Europa en el año 2009 fue de 9.246Tm, sufriendo un ligero descenso (2.8%) con respecto al año 2008. La producción de rodaballo de acuicultura representa aproximadamente el 60% del total comercializado, procediendo el 40% restante de la pesca extractiva (5.549Tm en 2008). El principal país de producción en Europa es España (83,3%) y más concretamente la zona costera de Galicia. El resto de la producción se desarrolla en Portugal (5,8%) y Francia (5,7%) y pequeñas producciones en los Países Bajos, Reino Unido e Islandia (Apromar, 2010).

La producción de rodaballo en España en el año 2009 alcanzó las 8.320Tm, lo que supuso un incremento del 5,7% con respecto al año 2008. La producción de acuicultura representa el 99% de la producción pesquera de esta especie. Aunque si tienen importancia, en ciertas épocas del año, las importaciones de rodaballo de pesca extractiva principalmente de Dinamarca y de los Países Bajos. La facturación de la comercialización en primera venta de los rodaballos de talla comercial ascendió en el año 2009 a 56,3 millones de euros (Apromar, 2010).

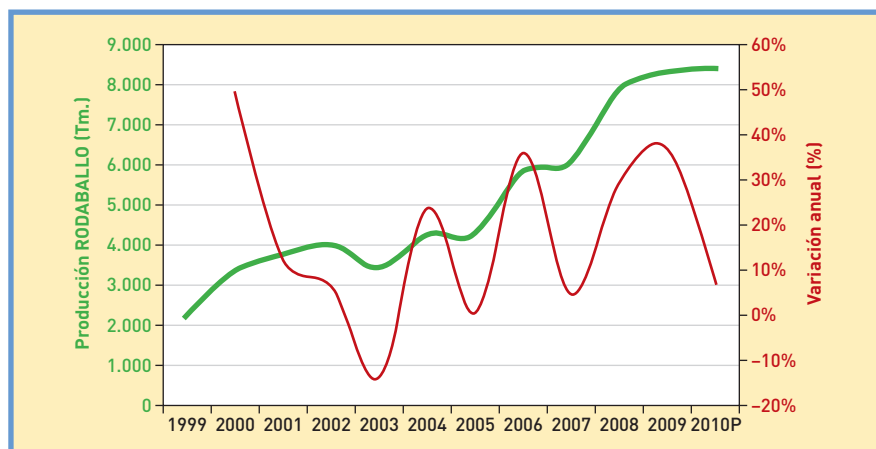


Evolución de la producción acuícola de rodaballo en Europa (APROMAR).

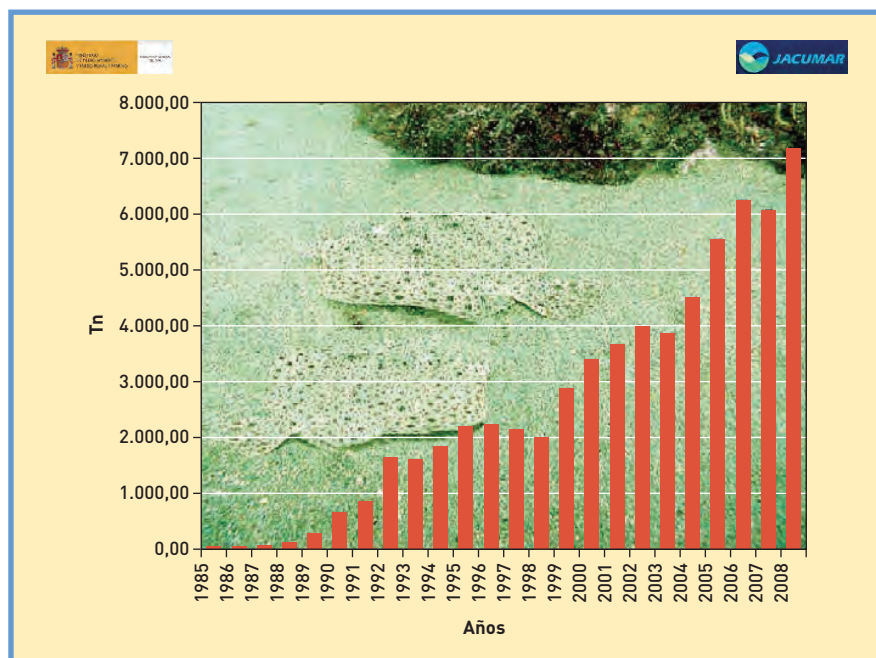
La producción de España en el año 2009, se concentra fundamentalmente en la Comunidad Autónoma Gallega (97%), y el restante 3% se produce en Cantabria y en el País Vasco. La siguiente figura muestra la evolución de la producción en nuestro país en los últimos años, incluyendo la previsión para 2010, y la evolución de la tasa de variación interanual. Como puede observarse, la expansión del cultivo en los últimos años se encuentra actualmente estancada por la dificultad de la obtención de licencias para producir en nuevos emplazamientos.

El número de granjas que se dedican al cultivo de rodaballo es actualmente 18; de ellas 16 están ubicadas en Galicia y las dos restantes una en Cantabria y otra en el País Vasco.

CULTIVO DEL RODABALLO



Evolución de la producción acuícola de rodaballo en España (APROMAR).



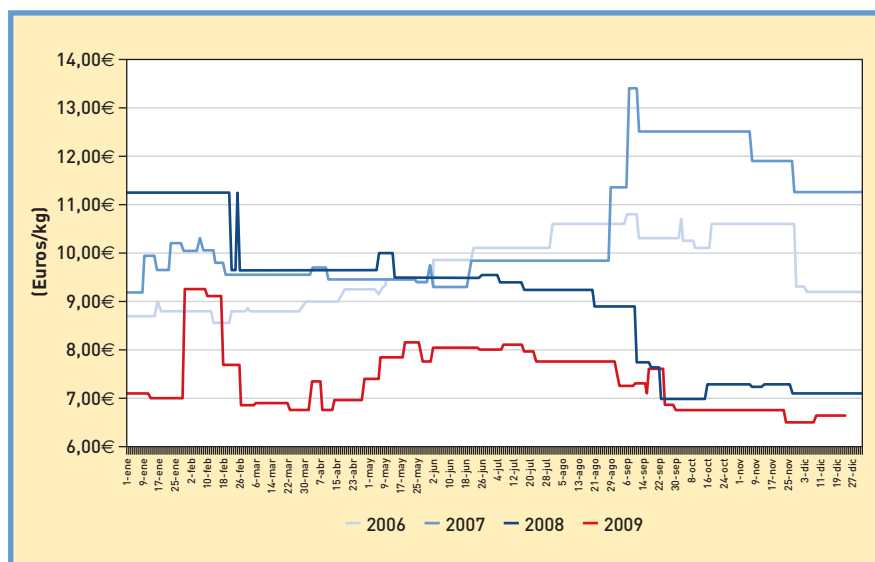
Producción acuícola nacional de Rodaballo (período 1985-2008) (JACUMAR).

COMERCIALIZACIÓN

La mayoría del rodaballo cultivado es consumido actualmente en los países productores. En España, alrededor del 75 por ciento de la producción es consumida internamente; el resto es exportado a Francia, Italia y Alemania.

El principal canal de comercialización del rodaballo es la pescadería tradicional y HORECA (hotel, restauración y catering) pero también se comercializa en supermercados y grandes superficies.

El precio medio en primera venta ha sido en el año 2009 de 6,77 euros/kg lo que supuso un descenso del 18.5% con respecto al año 2008. Este descenso en el precio hay que atribuirlo a un descenso en el consumo como consecuencia de la crisis económica. En este año 2010, el precio se ha recuperado de forma paulatina y actualmente el precio de venta se sitúa en los 8,00 euros por kilo.



Evolución de los precios medios (€/Kg) de comercialización de rodaballo (1.000/2.500 g.) en MercaMadrid y MercaBarna (precios de salida de Mercas) entre 2006 y 2009 (APROMAR).

PATOLOGÍAS

El cultivo del rodaballo, en sus inicios solamente sufrió algunos problemas patológicos debidos a enfermedades bacterianas, fundamentalmente la vibriosis. A medida que se ha intensificado su cultivo han aparecido más problemas sanitarios y actualmente existen patologías bacterianas que se controlan con programas de vacunaciones, pero han aparecido otras más difíciles de controlar y fundamentalmente los mayores problemas son los asociados a parásitos.

Las patologías más comunes que afectan al cultivo de rodaballo son:

Enfermedades bacterianas

- VIBRIOSIS: ocasionada por *Listonella anguillarum* (*Vibrio anguillarum*), principalmente el serotipo O1, afecta fundamentalmente a alevines y juveniles. Cursa de forma aguda y puede causar importantes mortalidades. La sintomatología es hemorragias en la base de las aletas dorsal y anal, estas lesiones se pueden transformar en úlceras profundas y los peces afectados suelen presentar exoftalmia. Se trata con antibióticos como Flumequine o Sulfamida Potenciada. Existe vacuna comercial que se aplica habitualmente en una doble inmersión en la fase de alevín y con una revacunación mediante inyección durante el preengorde. Normalmente esta vacuna se aplica en combinación con la de Flexibacter.
- FLEXIBACTERIOSIS: ocasionada por *Tenacibaculum maritimum*, antes *Flexibacter maritimus*. Se conoce normalmente con el nombre de «boca roja» porque se caracteriza por la presencia de hemorragias y lesiones en el maxilar inferior. En casos graves de ejemplares adultos aparecen úlceras en la parte dorsal del pez rodeadas de un tejido blanquecino. El tratamiento más efectivo es la combinación de baños externos con desinfectantes y piensos medicados. Los antibióticos más utilizados son: sulfamida potenciada, oxitetraciclina o florfenicol. Existe vacuna comercial que se aplica normalmente combinada con la de vibriosis y aplicando el mismo protocolo.

- FORUNCULOSIS: causada por *Aeromonas salmonicida spp salmonicida*. No era una patología muy frecuente en el cultivo pero en los últimos años su incidencia ha aumentado considerablemente. Se presenta fundamentalmente en ejemplares adultos con mortalidades bajas pero continuadas. Los síntomas externos son pequeños nódulos en la superficie de la piel que pueden evolucionar a erosiones y úlceras. Internamente, se observa congestión vascular de los órganos internos y en ocasiones pequeñas manchas blanquecinas en bazo y riñón. El tratamiento es con piensos medicados; los antibióticos más utilizados son sulfamida potenciada, oxitetraciclina o flumequine. La combinación de piensos con inmunoestimulantes y la terapia antibiótica suele reducir bastante la incidencia del proceso. Se pueden preparar autovacunas que se aplican mediante inyección intraperitoneal, aunque no son del todo efectivas hasta la fecha.
- ESTREPTOCOCOSIS: ocasionada por *Streptococcus parauberis*. Causó importantes mortalidades en el cultivo a principios de los años noventa pero gracias al desarrollo de una vacuna se pudo controlar la enfermedad. Los brotes suelen presentarse con temperaturas superiores a 18°C. La sintomatología externa se caracteriza por una exoftalmia bilateral muy pronunciada, con acumulación de fluido purulento en la zona periorbital. Internamente se observa una grave septicemia con hemorragias en hígado, bazo, riñón y tubo digestivo. Existe una vacuna comercial muy efectiva que se aplica por inyección intraperitoneal a los juveniles y proporciona protección durante todo el ciclo de cultivo.
- EDWARDSIELLOSIS: causada por la enterobacteria *Edwardsiella tarda*. Posiblemente es el proceso bacteriano más grave que afecta al cultivo del rodaballo actualmente. El proceso afecta fundamentalmente a los tamaños grandes y está muy asociado a altas temperaturas y condiciones de estrés. Externamente se observan hemorragias en piel y aletas, exoftalmia bilateral y dilatación abdominal. Internamente ascitis y hemorragias en los órganos internos. El tratamiento con antibióticos por vía oral suele funcionar bien al inicio pero es un proceso que a veces se vuelve crónico y

rebrotan en el período de temperaturas altas. Actualmente no existe una vacuna efectiva para su tratamiento.

Enfermedades parasitarias

- ESCUTICOCILIATOSIS: causada por ciliados escuticociliados, entre las especies que se han descrito en rodaballo está el *Phylasterides dicentrarchi*, aunque posiblemente pueda haber más involucradas. Es una de las patologías más graves en el cultivo del rodaballo que afecta tanto a juveniles como a adultos y guarda una relación directa con la calidad del agua de la instalación. Estos ciliados son saprofitos de vida libre y pueden encontrarse, sin sintomatología aparente, en la instalación en la piel o branquias del pez. Pero bajo situaciones ambientales adversas o de estrés, pueden penetrar hacia el interior del organismo y causar infecciones muy graves que pueden derivar en grandes mortalidades. Las poblaciones afectadas presentan una disminución de la ingesta, natación errática y peces con natación invertida. En fases avanzadas de la enfermedad pueden aparecer úlceras externas en la zona de las narinas, opérculo y superficie dorsal. No existe tratamiento conocido hasta el momento, la clave está en su detección precoz identificando los síntomas externos y con la observación de preparaciones de piel y branquias y evitar las situaciones de estrés.
- MICROSPORIDIOSIS: ocasionada por el microsporidio *Tetramicra brevifilum*. Normalmente es un problema endémico de las granjas afectadas y provoca mortalidades, tanto en individuos juveniles o adulto, bajo condiciones ambientales adversas o estresantes. Los peces afectados se oscurecen y muestran una extrema delgadez. Externamente muestran pequeñas nodulaciones blanquecinas en piel y aletas que también se observan internamente en la musculatura y en los órganos internos. No existe tratamiento conocido, la profilaxis consiste en mejorar las condiciones de higiene y desinfección.
- ENTEROMYXOSIS: causada por el mixosporidio *Enteromyxum scophthalmi*. Actualmente es la patología más grave que afecta a las

granjas de rodaballo. Afecta a todos los tamaños del pez y la mortalidad puede llegar al 100% de la población, si no se realiza una detección rápida y se aplican medidas correctoras. Los peces muestran un adelgazamiento progresivo muy acusado, ojos hundidos y hundimiento del cráneo. Internamente ascitis y congestión severa del tracto digestivo. No existe tratamiento, las instalaciones afectadas tienen que saber convivir con la patología y gestionar el riesgo con una buena política sanitaria.

Enfermedades víricas

Aunque existen algunas referencias de episodios patológicos, posiblemente asociados a agentes víricos, en algunas granjas europeas, en España no se conocen brotes graves causados por estos agentes víricos.

AGRADECIMIENTOS

- Aurelio Ortega (Centro Oceanográfico de Murcia) y Santiago Cabaleiro (CETGA) por sus aportaciones.
- Carlos Mariño (CIMA) y J. B. Peleteiro (Centro Oceanográfico de Vigo) por las fotos aportadas.
- Carlos Zarza, Fernando Sanz y Julio Docampo (Skretting) por las tablas de alimentación e información suministrada.
- Empresa Stolt Sea Farm, S.A. por las fotos aportadas.

BIBLIOGRAFÍA MÁS RELEVANTE

- APROMAR. La Acuicultura marina de peces en España.2010. 73pp.
- BROMLEY P.J., Sykes P.A.,& Howell B.R. 1986. Egg production of turbot (*Scophthalmus maximus* L). spawning in tank conditions. *Aquaculture* 53. 287-293.
- CHEREGUINI, O., GARCÍA DE LA BANDA I.,& IBÁÑEZ R. 1995. Preliminary results of diferent methods of artificial fertilization with fresh sperm of turbot (*Scophthalmus maximus* L) ICES Mar. Sci. Symp., 201:170-172.
- DEVESA S., 1996. Patología del rodaballo (*Scophthalmus maximus* L) cultivado en Galicia. Tesis Doctoral Universidad de Santiago. España. 342pp.
- FERNANDEZ, B. & RODRÍGUEZ, X.L. 2003. Guía de la Piscicultura Europea. Consellería de Pesca e Asuntos Maritimos Xunta de Galicia. [ISBN: 84-453-3470-0].
- FAO. 2009. *Psetta maxima*. In Cultured aquatic species fact sheets. Text by Rodríguez Villanueva, J. L. & Fernández Souto, B. Edited and compiled by Valerio Crespi and Michael New. CD-ROM (multilingual).
- HALL, J. 1997. Turbot farming in Europe. An overview. Proceedings of the Huntsman Marine Science Centre Symposium Coldwater in : Aquaculture to the year 2000. Burt M. D. & Waddy, S.L. (Eds). Bull. Aquacult. Assoc. Can., Spec. Publ. 2:32-36.
- IGLESIAS, J., OLMEDO, M., OTERO, J.J., PELETEIRO, J.B. & SOLORIZANO, M. 1987. Growth under laboratory conditions of turbot (*Scophthalmus maximus* L.) from the Ría de Vigo (NW Spain). *Marine Biology*, 98:11-17.

- IGLESIAS, J., RODRÍGUEZ-OJEA G., & PELETEIRO, J.B. 1995. Effect of Light and temperature on the development of turbot eggs (*Scophthalmus maximus* L.). ICES Mar. Sci. Symp., 201: 40-44.
- JONES, A. 1970. Some aspects of the biology of the turbot (*Scophthalmus maximus* L.) with special reference to feeding and growth in the juvenile stage. PhD Thesis, University of East Anglia, U.K. 145 pp
- LABARTA, U. 2000. Desarrollo e innovación empresarial en la acuicultura una perspectiva gallega en un contexto internacionalizado. Documentos de Economía 6. Fundación Caixa Galicia.
- LÓPEZ-ROMALDE, S. 2005. Caracterización del patógeno emergente en Acuicultura marina *Pseudomonas anguilliseptica*. Tesis Doctoral, Univ. Santiago. 176 pp.
- McEvoy, L.A. 1984. Ovulatory rhythms and over-ripening of eggs in cultivated turbot (*Scophthalmus maximus* L.). Journal of Fish Biology, 24:437-448.
- McEvoy, L.A., 1989. Reproduction of turbot (*Scophthalmus maximus* L.) in captivity. In: Seminario sobre tecnoloxía do cultivo do rodaballo. Cuadernos da Área de Ciencias Mariñas. Seminario de Estudos Galego, 3. 9-28.Sada. Spain.
- OLMEDO, M. 1995. Contribución al desarrollo del cultivo intensivo de larvas de rodaballo. (*Scophthalmus maximus* Linnaeus, 1758.) (Pisces, Pleuronectiformes) en Galicia. Tesis Doctoral, Universidad de Santiago de Compostela, España. 142 pp.
- PELETEIRO, J.B. 2001. Control de la reproducción del rodaballo (*Scophthalmus maximus* L.) en cautividad. Tesis Doctoral, Universidad de Santiago de Compostela, España. 161 pp.

- RODRÍGUEZ J.L.& Fernández J. 2008. Evolución del cultivo del rodaballo (*Scophthalmus maximus*) en los últimos diez años (1998-2007). X Foro dos Recursos Mariños de Acuicultura das Rías Galegas, pp. 171-176.
- STOTTRUP, J.S. 1994. The intensive rearing of turbot (*Scophthalmus maximus* L.) larvae. PhD. Thesis, Odense University, Denmark. 113 pp.
- ZARZA, C.& PADRÓS F, 2004 Situación sanitaria actual del Cultivo de Peces Planos I: Patología del rodaballo (*Scophthalmus maximus*) En Skretting informa pp.6-15.
- ZARZA, C. & PADRÓS F, 2007 Principales patologías infecciosas en la piscicultura marina mediterránea en España En Skretting informa pp.22-31.



