

7

CUADERNOS DE ACUICULTURA

**Cultivo del  
lenguado senegalés  
(*Solea senegalensis*)**



**JOSÉ LUIS RODRÍGUEZ VILLANUEVA  
JOSÉ BENITO PELETEIRO ALONSO**



**CUADERNOS DE ACUICULTURA**

**Cultivo del  
lenguado senegalés  
(*Solea senegalensis*)**

**JOSÉ LUIS RODRÍGUEZ VILLANUEVA  
JOSÉ BENITO PELETEIRO ALONSO**

**FUNDACIÓN OBSERVATORIO ESPAÑOL DE ACUICULTURA**

MADRID, 2014

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

Serie:

### **Cuadernos de Acuicultura**



© Fundación Observatorio Español de Acuicultura

© José Luis Rodríguez Villanueva y José Benito Peleteiro Alonso

Maquetación e impresión: DiScript Preimpresión, S. L.

ISBN: 978-84-939800-5-4

# Índice

## CONTENIDO

- 5 ■ 1. MORFOLOGÍA
- 5 ■ 2. DISTRIBUCIÓN Y ECOLOGÍA
- 6 ■ 3. REPRODUCCIÓN
- 7 ■ 4. EVOLUCIÓN DEL CULTIVO DEL LENGUADO SENEGALÉS
- 9 ■ 5. EL CULTIVO DEL LENGUADO SENEGALÉS
- 9 ■ 6. REPRODUCCIÓN
- 17 ■ 7. INCUBACIÓN
- 19 ■ 8. CULTIVO LARVARIO
- 24 ■ 9. NURSERY
- 26 ■ 10. ENGORDE
- 33 ■ 11. PRODUCCIÓN
- 36 ■ 12. COMERCIALIZACIÓN
- 36 ■ 13. PATOLOGÍA
- 40 ■ 14. AGRADECIMIENTOS
- 41 ■ 15. BIBLIOGRAFÍA

# Cultivo del lenguado senegalés

## Lenguado senegalés

El lenguado senegalés , *Solea senegalensis*, es un teleósteo que pertenece al orden Pleuronectiformes y familia *Soleidae* y que presenta los siguientes nombres:

- Castellano: Lenguado senegalés
- Inglés: *Senegalese sole*
- Francés: *Sole du Sénégal*
- Portugués: *Linguado branco*
- Italiano: *Sogliola del senegal*
- Gallego: *Linguado senegalés, linguado branco*
- Catalán: *Llenguado senegalés*



Lenguado senegalés (Canosa C. & B.F. Souto).

### 1. MORFOLOGÍA

El lenguado senegalés (*Solea senegalensis*) es un pez plano, de cuerpo ovalado y asimétrico (ojos sobre el costado derecho). La membrana interradial de la aleta pectoral del lado ocular es de color negro, este carácter lo diferencia del lenguado común (*Solea solea*) en el que dicha aleta presenta una mancha negra compacta en su mitad posterior.

La boca es pequeña de forma semicircular que alcanza el borde inferior del ojo derecho, hocico redondeado. Aletas dorsal y anal de base muy amplia. Aleta caudal unida por una membrana basal a la aleta anal. Línea lateral recta formando un pequeño arco en la zona supratemporal. Abundante mucosidad corporal. Cara ocular presenta varias tonalidades de pigmentación de marrón muy claro a más oscuro, pudiendo presentar pequeñas manchas de diferente tonalidad distribuidas por todo el cuerpo. Cara ciega blanquecina. Alcanza a medir 60 cm de longitud en el Atlántico y 45 cm en el Mediterráneo y un peso de 3 kg, siendo las hembras mayores que los machos.

### 2. DISTRIBUCIÓN Y ECOLOGÍA

Se distribuye en el Atlántico desde el Golfo de Vizcaya hasta las costas de Senegal. Menos frecuente en el Mediterráneo Occidental (Figura 1).

Especie marina bentónica que vive en fondos arenosos o fangosos, en aguas costeras hasta 100 m de profundidad y en lagunas salobres. Es un mal nadador de actividad nocturna, permaneciendo durante el día semienterrado. Se pesca fundamentalmente con artes de trasmallo y arrastre de fondo.

Especie carnívora que se alimenta de pequeños invertebrados bentónicos, larvas de poliquetos y moluscos bivalvos, también de pequeños crustáceos.

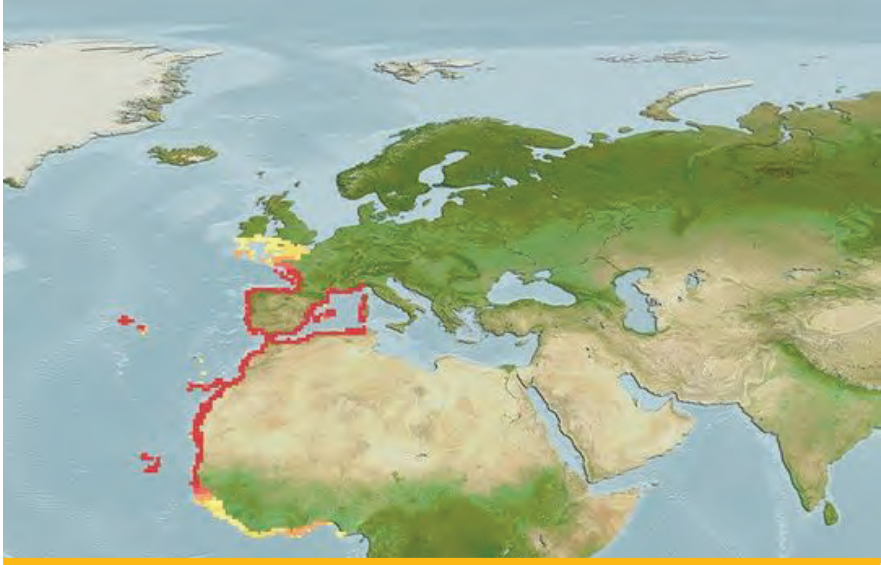


Figura 1.  
Mapa de distribución del lenguado senegalés (Férrandez y Rodríguez, 2003).

### 3. REPRODUCCIÓN

El lenguado senegalés es una especie dioica, sin caracteres sexuales externos diferenciados, que alcanza la madurez sexual a los tres años con un tamaño de 30 cm. La puesta la realiza durante los meses de marzo a junio. Los huevos miden 0.9-1 mm de diámetro y presentan numerosos aglomerados de glóbulos lipídicos formando una espiral dentro del huevo.

El tiempo de incubación en el medio natural suele ser de una semana aunque varía con la temperatura. La larva al eclosionar mide  $2.4 \pm 0.1$  mm y es inicialmente simétrica, después de 10-12 días de vida experimenta una metamorfosis que dura una semana y al final de la misma, el ojo izquierdo se ha desplazado hacia el costado derecho y se hace bentónica. Este fenómeno que es común en todos los peces planos en los Soleidos es en uno de los que se inicia a edades más tempranas. A partir de ese momento habita lugares arenosos desde del entorno intermareal hasta los 100 m de profundidad (Quéro *et al.*, 1986).

## 4. EVOLUCIÓN DEL CULTIVO DEL LENGUADO SENEGALÉS

Los primeros estudios relacionados con el cultivo del lenguado senegalés *Solea senegalensis* fueron realizados en el litoral gaditano por Rodriguez (1984) y en los estuarios portugueses por Dinis (1986). Estos trabajos no tuvieron continuidad en los años siguientes fundamentalmente por la prioridad que se le dio al desarrollo del cultivo de otras especies: dorada, lubina y rodaballo tanto en el sector productivo como en el sector investigador. Un factor negativo que pudo incidir en este retraso en el desarrollo del cultivo, pudieron ser los resultados adversos obtenidos con un especie similar como es el lenguado común, *Solea solea* (Cañavate, 2005).

En los años 90 se produce un fuerte crecimiento en las producciones de las especies de peces marinos, fundamentalmente en dorada y lubina, llegando a una saturación del mercado y un descenso importante de los precios. Esta situación desencadenó un interés por el desarrollo del cultivo de nuevas especies y entre ellas se sitúa el lenguado senegalés.

En este intento de diversificar el cultivo a nuevas especies la localización geográfica jugó un papel importante. El lenguado senegalés se consideró una especie adecuada para el área suratlántica peninsular, ya que se había cultivado tradicionalmente en esa área geográfica en sistemas extensivos. Teniendo en cuenta las características de esa zona en los años noventa algunas empresas y centros de investigación comenzaron a desarrollar estudios sobre el cultivo de esta especie que se centraron principalmente en la reproducción (Cañavate, 2005).

Los primeros años después de estabulados los reproductores salvajes en diversas instalaciones no se obtuvieron puestas. Un punto de inflexión en el desarrollo del cultivo de esta especie fue la obtención de puestas naturales y de forma continuada de los reproductores estabulados en las instalaciones del IFAPA en el Toruño (Cádiz) desde el año 1991. Esto permitió la distribución de huevos y larvas a diferentes empresas y centros de investigación que fueron fundamentales en el desarrollo de las técnicas de cultivo larvario (Cañavate, 2005). Al mismo tiempo Dinis *et al* (1999) describe la obtención de puestas fecundadas y de una manera estable durante

cuatro años en los reproductores estabulados en los centros de investigación del Centro de Ciências do Mar (CCMAR), pero que observa cierta pérdida de viabilidad en las puestas con el transcurso del tiempo.

Un aspecto importante a destacar y que hizo que se extendiera el interés del cultivo de esta especie a otras comunidades autónomas fue la aprobación del Plan Nacional para el cultivo del lenguado por la Junta Nacional de Cultivos Marinos (JACUMAR) a comienzos del año 2002 en el que participan además de los centros de investigación de Andalucía centros de Cantabria, Cataluña, Galicia y Murcia. Este proyecto de investigación tenía como objetivos: desarrollar técnicas para obtener puestas con regularidad y de forma prolongada, producir alevines en criadero y conocer la capacidad de crecimiento bajo diferentes condiciones. Los resultados obtenidos con el desarrollo de este proyecto fueron muy importantes en el desarrollo del cultivo del lenguado senegalés.

A partir de ese momento se inicia un interés por parte de ciertas empresas en el desarrollo del cultivo de esta especie, fundamentalmente en Galicia y Andalucía, y también un importante esfuerzo en la investigación para profundizar en los diferentes aspectos de su cultivo que han dado lugar a un gran número de publicaciones.

La producción a escala industrial estuvo frenada por la dificultad para obtener puestas viables, abundantes y a partir de reproductores cultivados y por el control de las patologías. Por eso los datos de producción en el año 2005 fueron de 65 Tm que se incrementó ligeramente en los años siguientes hasta las 194 Tm en 2012, producidas en Galicia, Andalucía y Canarias. Esta producción, en España, puede verse incrementada en los próximos años ya que existen proyectos para la construcción de varias granjas de engorde de lenguado.

El engorde se realiza en instalaciones en tierra en sistemas de recirculación, ya sea durante todo el ciclo o en su mayor parte, ya que es una especie en la que es muy importante mantener estable la temperatura de cultivo siendo la temperatura óptima para su crecimiento entre los 18-22 °C.

Un aspecto importante a tener en cuenta es el gran crecimiento que va tener en los próximos años la producción de esta especie fuera del es-

tado español. La empresa Stolt Sea Farm que lleva desarrollando el cultivo de esta especie durante los últimos años en Galicia está desarrollando su estrategia de producción de engorde en otros países. Para ello, ha transformado una planta de engorde de rodaballo en Anglet (Francia) a engorde de lenguado con un capacidad de producción de 300 Tm, y acaban de inaugurar, una planta de engorde en Reikiavik (Islandia) con una producción inicial para 500 Tm pero que tienen previsto aumentar en los próximos años hasta las 2000 Tm aprovechando el calentamiento del agua de una planta geotérmica. En Portugal, existe también una empresa que actualmente produce 100 Tm pero que en los próximos años va a incrementar a 400 Tm y que tiene planes de expansión para aumentar esta producción.

## 5. EL CULTIVO DEL LENGUADO SENEGALÉS

El lenguado senegalés es una de las especies alternativa a los cultivos tradicionales en España, quizá con mayores perspectivas de futuro que las demás especies, tanto por sus características dentro de los hábitos alimenticios de los consumidores, como por su precio y la elevada demanda en nuestros mercados.

Sin embargo y a pesar del gran número de investigaciones llevadas a cabo por equipos de amplio prestigio en el mundo de la acuicultura, todavía hay una serie de dificultades a las que se les está dedicando un importante esfuerzo para solucionar estos problemas e intentar acercar esta especie al consumidor con una garantía absoluta en lo que a su calidad del producto y suministro en el mercado se refiere.

## 6. REPRODUCCIÓN

La reproducción del lenguado senegalés depende en gran medida de los stocks procedentes del medio natural. Uno de los principales problemas en este momento es la dificultad de esta especie para reproducirse en la generación F1, posiblemente por un problema de comportamiento de los

machos que pierden el instinto del cortejo. Este es uno de los grandes retos que se plantean los investigadores tratando de saber a qué se debe esta dificultad, o buscando alternativas tales como protocolos de fecundación artificial, tal y como existen ya para otras especies similares como puede ser el rodaballo (*Scophthalmus maximus*). En los últimos años algunas empresas y el Centro Tecnológico de la Acuicultura de Galicia (CETGA) han conseguido importantes avances en este campo.

La puesta del lenguado senegalés tiene dos épocas, una primera, y más importante, en primavera generalmente de febrero a junio y otra de septiembre a noviembre, aunque en algunos casos pasan de una a otra con continuidad. La fecundidad por kilo de hembra es aproximadamente de unos 28.000 ovocitos.

Los stocks procedentes del medio natural, realizan la puesta en cautividad sin ninguna dificultad. Normalmente son capturados al trasmallo, arte que en ocasiones produce lesiones graves y que en algunos casos es necesario tratar para evitar mortalidades. Es conveniente mantenerlos en cuarentena durante un tiempo prudente y desparasitarlos, ya que con frecuencia vienen infestados con parásitos externos y que son relativamente fáciles de tratar con baños de agua dulce. A lo largo de este periodo de cuarentena estos ejemplares son adaptados a la cautividad, proceso sencillo en este caso, ya que inmediatamente comen anélidos (*Nereis diversicolor*) y mejillón y de forma progresiva se van adaptando a la alimentación inerte (Figura 2).

Otra tarea a realizar durante este periodo es el sexado de los animales, este proceso es muy importante ya que la relación macho/hembra debe ser como mínimo de 1:1. Aunque en esta especie y por las características del macho con respecto al escaso volumen de eyaculado y la importancia del cortejo en la fecundación de los ovocitos, es conveniente siempre que sea posible, utilizar la relación 2:1 (macho/hembra), para asegurar en lo posible la fecundación.

El sexado de los lenguados no es una tarea fácil. Si están en época de puesta, la hembras son fácilmente identificables por la dilatación del ovario que recorre el pez prácticamente de la cabeza a la cola (Figura 3). El macho (Figura 4) es más difícil de identificar porque los testículos generalmente son muy pequeños y se necesita práctica para detectarlos por pre-

## CULTIVO DEL LENGUADO SENEGALÉS



**Figura 2.**  
Cuarentena y adaptación a cautividad del lenguado senegalés.



**Figura 3.**  
Hembra del lenguado senegalés.



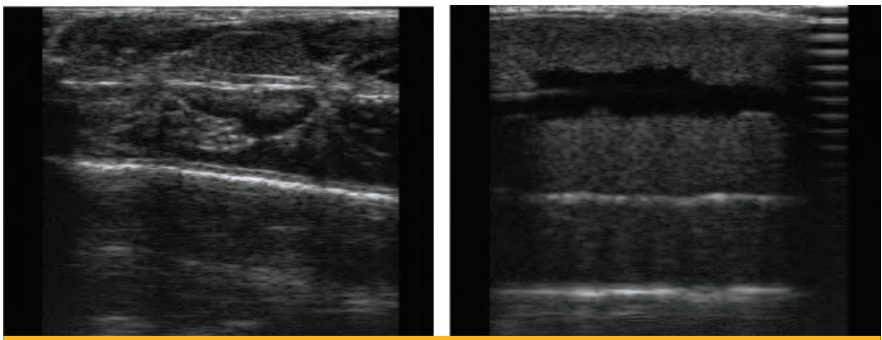
**Figura 4.**  
Macho lenguado senegalés.

sión digital, excepto que sean fluyentes. Además así como la maduración de la hembra es evidente, la maduración del macho es muy poco evidente por el escaso volumen de eyaculado (Figura 5), a pesar de que pueden ser fluyentes a lo largo de todo el año, con un mayor volumen de eyaculado durante la época de puesta.



**Figura 5.**  
**Extracción de esperma a un macho de lenguado senegalés.**

Otro sistema de sexado en esta especie, es utilizar un sistema de ecografía que es muy fiable una vez que se maneja, ya que tanto los ovarios como los testículos se identifican muy bien en la ecografía (Figura 6).



**Figura 6.**  
**Ecografías de testículo y ovario de reproductores de lenguado senegalés.**

## CULTIVO DEL LENGUADO SENEGALÉS

Una vez pasada la cuarentena y adaptados a cautividad, los peces han de ser estabulados en tanques de reproductores, que en el caso de los lenguados se pueden estabular siguiendo el criterio de un ejemplar por metro cuadrado, pero nunca superar una carga de 5 kg por metro cúbico. Para diferenciar los ejemplares entre sí y a su vez los machos de las hembras, se suelen marcar los ejemplares con microchips con la inyección intramuscular de un transponder en la musculatura dorsal del pez y se requiere de un aparato detector para su lectura externa (Figura 7). Mediante este método se pueden hacer un seguimiento de la vida reproductiva de cada ejemplar.



**Figura 7.**  
Lectura de microchip de un reproductor de lenguado senegalés.

Los tanques en los que se estabulan los reproductores suelen ser de cemento, normalmente cuadrados con las esquinas redondeadas, deberán estar provistos de una entrada de agua y un rebosadero ya sea en circuito abierto o en recirculación, para la recogida de puestas ya que la fecundación en el caso de los reproductores salvajes se realiza de forma natural. El lenguado no necesita grandes alturas en la columna de agua para el mantenimiento de reproductores, es suficiente con un metro de altura (Figura 8).

La alimentación de los reproductores se debe cuidar al máximo, ya que de una alimentación equilibrada va a depender la calidad de los ovocitos y del espermatozoides y el estado sanitario de los ejemplares. Existen en el mercado piensos específicos para reproductores, sin embargo hay otra opción que son los piensos semihúmedos elaborados en base a una mezcla de harina especial para reproductores, un complemento de mejillón y calamar y poliquetos en época de prepuesta, o directamente estos componentes sin elaborar.



Figura 8. Reproductores de lenguado senegalés.

Estos tanques además, han de estar provistos de una malla de sombreo si están en el exterior o de luz amortiguada en el interior, para evitar el stress que le pueda producir un exceso de luz y en algún caso controlar el fotoperíodo. Las puestas en el medio natural se realizan a temperaturas entre 15 y 22 °C (Anguis y Cañavate, 2005) . En cautividad, esta especie responde muy bien a la inducción de la maduración gonadal, estimulándola con cambio de termoperíodo, subiendo y bajando la temperatura del agua dos grados cada 24 horas y manteniendo el fotoperíodo natural amortiguado. Es lo que se conoce como «diente de sierra» y que da lugar a puestas naturales a los dos meses aproximadamente del inicio de la inducción

## CULTIVO DEL LENGUADO SENEGALÉS

(Figura 9). Al igual que en otras especies, caso del rodaballo por ejemplo, 60 días es el tiempo que necesitan para completar la maduración gonadal y comenzar las puestas.

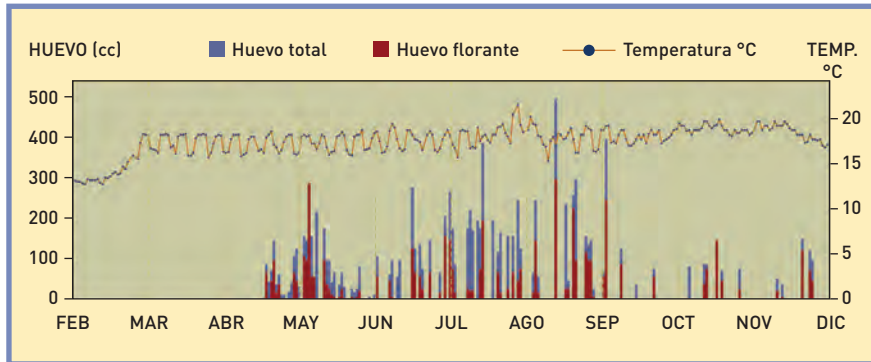


Figura 9. Gráfico de un año tipo de control de termoperíodo en un stock de reproductores de lenguado senegalés (Olmedo *et al.*, 2007).

El lenguado senegalés también responde a la inducción hormonal para facilitar la maduración y la puesta, ya sea con inyección intramuscular o implantes de liberación lenta de GnRH $\alpha$  (Figura 10). Sin embargo en el caso de ejemplares F1, y a pesar de haberse conseguido la respuesta positiva a la inducción tanto en hembras como en machos, la fecundación natural no se logró, siendo necesario recurrir al masaje abdominal para conseguir huevos fecundados.

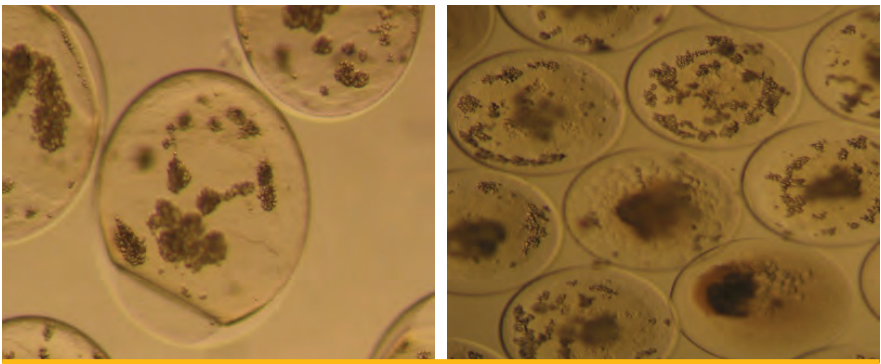
Los ovocitos fecundados tienen un tamaño aproximado a las 1000 micras, son perfectamente esféricos y tienen la gota de grasa dispersa a lo largo de toda la superficie del huevo, lo que hace difícil en algunos casos, la identificación de los huevos fecundados. El volumen del eyaculado de esperma en los machos, es muy pequeño, no superando los 0.1 ml, aunque en general, durante la época de puesta aumenta ligeramente.

La fecundación se produce de forma natural en los tanques, generalmente durante la noche, y necesitan el cortejo para que se produzca. A continuación los ovocitos ya fecundados flotan en superficie y son recogidos en un colector situado en los rebosaderos de los tanques.



**Figura 10. Inducción a la maduración gonadal, con un implante de liberación lenta de GnRH $\alpha$ .**

Es en este momento cuando se hace una primera valoración de las puestas para lo cual se calcula el porcentaje de fecundación, el volumen de huevo flotante y la simetría de las primeras divisiones (Figura 11). Si consideramos que el huevo es de buena calidad tanto en cuanto al porcentaje de fecundación como de volumen, se prepara, una vez separado el huevo sobremaduro (Figura 12), para proceder a su incubación.



**Figura 11. Huevos fecundados en fase mórula.**

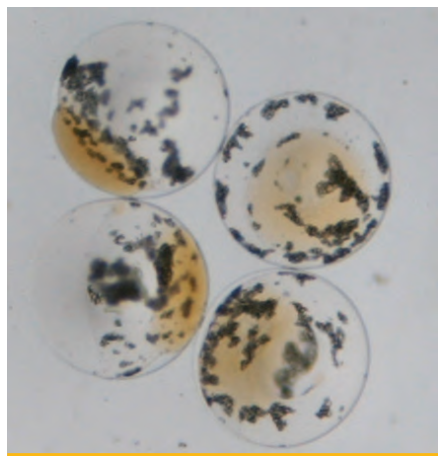


Figura 12.  
Huevos sobremaduros.

## 7. INCUBACIÓN

El período de incubación del lenguado senegalés es de los más cortos de las especies que se están cultivando actualmente. La incubación se puede realizar a temperatura constante de 14 °C y dura 72 horas o a 18 °C y dura 48 horas, dependiendo del protocolo que se utilice, pasando por todas las fases descritas para el desarrollo embrionario: primeras divisiones celulares, mórula, blástula, gástrula, esbozo del embrión, larva bien formada y eclosión. Como en las demás especies, los incubadores pueden variar de volumen en función de las necesidades de trabajo, los utilizados más frecuentemente son los de 80 a 250 litros, pero lo que tienen en común todos ellos es su forma cilindrocónica para favorecer el mantenimiento en suspensión de los huevos fecundados, y poder realizar las limpiezas diarias para retirar los huevos no viables.

Además estos tanques (Figura 13), van provistos de un filtro en el centro del tanque, de malla de 500 micras para retener los huevos y un flujo constante de agua, con una renovación diaria entre el 50 y el 100% del volumen del tanque. El agua está filtrada por 1 micra y esterilizada por un sistema de rayos ultravioleta. La temperatura influye en el desarrollo embrionario acelerándolo o ralentizándolo a medida que se aumenta o se dis-

minuye, sin embargo la intensidad y duración del fotoperiodo ya sea natural o artificial, no influye en el desarrollo embrionario. La densidad, no debe superar nunca los 500/1000 huevos/litro.



Figura 13. Incubadores de huevos de 150 litros con sistema de filtración central (IEO).

Para observar la evolución del desarrollo embrionario diariamente se toma una muestra del huevo flotante y se observa en la lupa. Para estimar la mortalidad diariamente, se cierra la aireación y el aporte de agua dejando decantar los huevos muertos durante diez minutos, a continuación se retiran abriendo la válvula de purga situada en la parte inferior del tanque.

Una vez eclosionadas las larvas se observa su calidad (forma, tamaño, malformaciones, disposición órganos) tomando una muestra del tanque. A continuación se hace una estimación del número de larvas para calcular el número de tanques de cultivo larvario que se tienen que disponer para su cultivo (Figura 14).



**Figura 14. Desarrollo embrionario (en horas) desde la recogida del huevo hasta la eclosión, consumo de saco vitelino y apertura de la boca de las larvas (en días) a  $14\pm 0,5$  °C (Olmedo *et al.*, 2007).**

## 8. CULTIVO LARVARIO

La fase de cultivo larvario, comienza en el momento de la eclosión de las larvas (día 0 de vida), en que son transferidas a los tanques de cultivo. Las larvas tienen un tamaño de aproximadamente  $2.4\pm 0.1$  mm con pequeñas variaciones según stock y tamaño del huevo y un peso de 0.35 mg. Son poco activas, nadan pasivamente en la superficie. Son simétricas y tienen la boca y el ano cerrados.

El cultivo larvario se realiza fundamentalmente en sistema intensivo en tanques cilindro cóncavos de fibra de vidrio y su volumen oscila entre 0.5 y 20 m<sup>3</sup> (Figura 15), 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 y luz artificial para controlar el fotoperiodo que normalmente es de 24 horas hasta el inicio de la fase bentónica aproximadamente a los 20 días de vida. A partir de ese momento se disminuye paulatinamente hasta las 16 horas de luz y 8 horas de oscuridad. La temperatura óptima durante el cultivo larvario es de 18-20 °C.

El cultivo larvario normalmente se realiza en circuito abierto con agua filtrada a 1 micra y esterilizada con rayos ultravioleta. Las renovacio-

nes de agua son inicialmente bajas, del orden del 5-10% del volumen del tanque a la hora y van aumentando a medida que se va desarrollando el cultivo, hasta alcanzar caudales de 1-2 renovaciones hora.



Figura 15. Tanques de cultivo larvario (IEO).

La densidad larvaria en el caso del lenguado senegalés normalmente es de 40 larvas/litro, aunque soporta densidades mayores, sin embargo se considera esta densidad la óptima para conseguir alevines de buena calidad. En el inicio del cultivo larvario, y durante los primeros días, la alimentación de las larvas es endógena, se alimentan del contenido del saco vitelino hasta el fin de la formación de sistema digestivo y la apertura del ano (Figura 16).

Existen diversos tipos de cultivo para esta especie en cuanto al protocolo a seguir, aunque básicamente son todos ellos muy parecidos. A partir del momento en que se termina la alimentación endógena, da comienzo la alimentación exógena que en el caso del lenguado senegalés se realiza con rotífero (*Brachionus plicatilis*) enriquecido con fitoplancton



Figura 16.  
Larvas de lenguado senegalés  
al comienzo de la alimentación  
exógena, en un tanque  
de cultivo (IEO).

(*Isochrysis galbana*) o productos comerciales, y a partir del 5/6 día de vida con nauplius de *Artemia*. Este protocolo puede ser alterado en función de las larvas o del sistema adoptado, ya que las larvas de lenguado senegalés tienen una boca lo suficientemente grande como para ingerir nauplios de *Artemia* desde el primer día de inicio de la alimentación exógena (Figura 17), con lo cual en algunas circunstancias, parece ser más práctico utilizar solamente *Artemia* desde el día 2. La información sobre la posible influencia de esas dos técnicas en el desarrollo larvario, no son divergentes pero así como la utilización de *Artemia* desde el día 2 parece influir en un rápido crecimiento larvario, el uso de rotífero en la primera parte de la alimentación exógena, influye en un mejor desarrollo fisiológico al utilizar microalgas en el enriquecimiento que son ricas en oligonutrientes necesarios para el desarrollo de las larvas.



Figura 17.  
Larvas con el saco vitelino consumido y detalle del tamaño de la boca.

Alrededor del día 7/9 se añaden a los tanques metanauplius de Artemia enriquecidos con microalgas (*Isochrysis galbana*) o con productos comerciales y se mantiene prácticamente hasta el destete total a los 40-60 de vida (Figura 18).

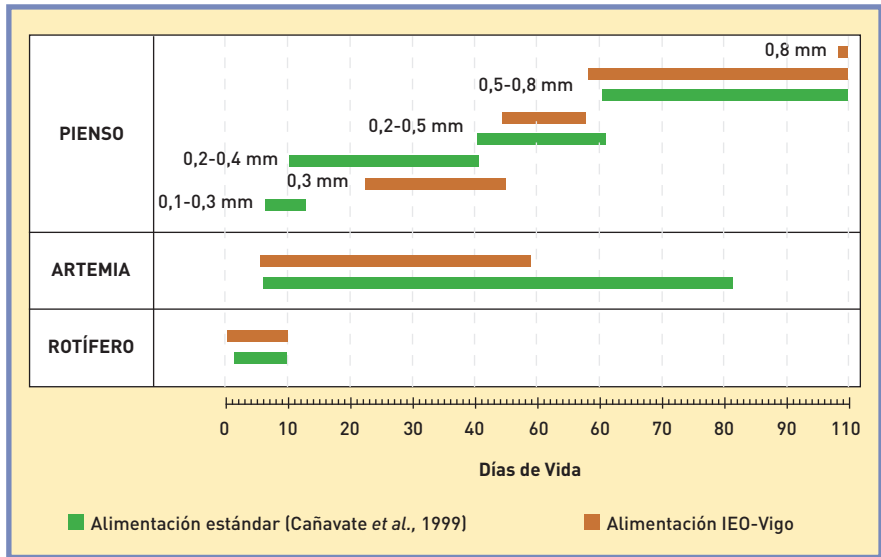


Figura 18. Esquema de la secuencia de alimentación durante el cultivo larvario de lenguado senegalés (Olmedo et al., 2007).

El crecimiento durante el periodo del cultivo larvario es muy rápido presentando elevadas tasa de crecimiento y una elevada tasa de ingestión. Son también destacables los cambios morfológicos que sufren las larvas durante esta fase. El más importante de estos cambios es la metamorfosis que sufren las larvas que se inicia al día 10-12 y que termina prácticamente a los 20 días de vida con una longitud media de las larvas de 7.3±0.8 mm (Dinis et al., 1999).

Durante esta fase las larvas tienen vida pelágica, manteniéndose a lo largo de la columna de agua, pero una vez completada la metamorfosis, toman fondo y a partir de aquí, da comienzo la vida bentónica (Figura 19). La fase de alimentación de Artemia, se alarga hasta los 40/60 días de vida, este parece ser uno de los mayores problemas de este cultivo por el precio

## CULTIVO DEL LENGUADO SENEGALÉS

excesivo de este producto. Sin embargo se ha avanzado considerablemente en la elaboración de piensos de destete utilizando hidrolizados de harina de pescado, con lo cual se ha adelantado de forma considerable el momento del destete. Existe otra técnica utilizada en el cultivo larvario para realizar el destete temprano de las larvas, es la coalimentación de alimento vivo (*Artemia*) e inerte (pienso de destete), desde el principio de la alimentación exógena. Esta dieta además de influir en la maduración del sistema digestivo, mejora considerablemente la calidad de los alevines (Engrola *et al.*, 2009). El suministro del pienso puede realizarse manualmente o mediante comederos automáticos.

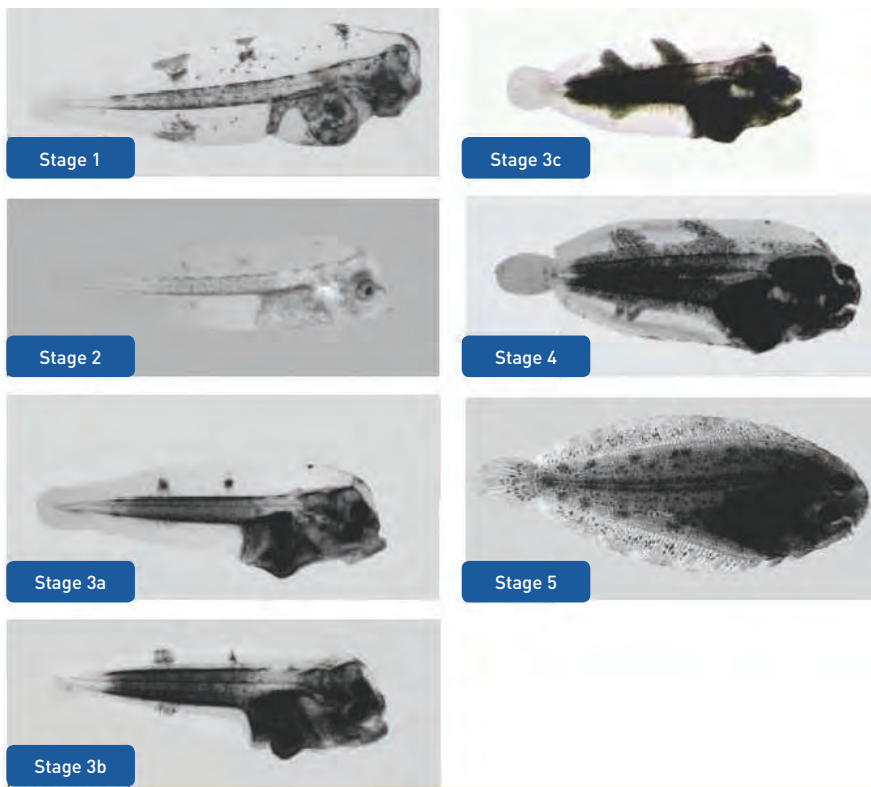


Figura 19. Posición de los ojos durante las distintas fases de la metamorfosis de *Solea senegalensis* (Özcan F., 2010).

Un aspecto a tener en cuenta durante el cultivo larvario, es la gran dispersión de tallas, lo que obliga a realizar varias clasificaciones para homogenizar los lotes y eliminar las colas de producción.

El cultivo larvario se realiza a temperatura constante de 20 °C, sin embargo existen teorías sobre la influencia de la duración del fotoperiodo en la aparición de malformaciones en la migración ocular durante la metamorfosis, pero se ha demostrado que la intensidad de las luz no afecta negativamente al desarrollo larvario.

El cultivo larvario en el caso del lenguado senegalés es de los más largos de los que conocemos en la acuicultura marina moderna, llegando prácticamente hasta los 90 días y alcanzando los alevines un peso medio de 1.5 g. La supervivencia durante este período es muy alta llegando a superar el 80%. Es muy importante en esta fase de cultivo larvario, tener en cuenta factores que puedan influir en el desarrollo de las larvas en función de sus necesidades fisiológicas, como por ejemplo el cambio de tanques una vez completada la metamorfosis o factores como la alimentación equilibrada o la temperatura y el fotoperíodo.

## 9. NURSERY

Una vez finalizado el destete, los alevines que en ese momento suelen tener un peso de 1.5-2.0 g se trasvasan a otra zona del criadero que se denomina nursery. En esas instalaciones, se mantienen hasta que alcanzan un peso de 5-10 g. Los tanques en los que se realiza este primer preengorde son normalmente de fibra de vidrio cuadrados con las esquinas redondeadas o tipo raceway y con una altura de agua de 30-50 cm. La temperatura de cultivo es de 18-20 °C. El agua es filtrada y esterilizada por radiaciones ultravioleta, el caudal inicial es de una renovación cada dos horas que se va incrementando a medida que aumenta la biomasa en el tanque. La densidad inicial del cultivo es de 500-1500 alevines/m<sup>2</sup> (Figura 20).

La alimentación durante esta fase se realiza con piensos comerciales que se caracterizan por tener un elevado contenido proteico (50-60%). El alimento normalmente se distribuye a saciedad mediante comederos automáticos y el número de tomas es elevado.



**Figura 20. Tanque de preengorde de lenguado senegalés (CETGA).**

Durante esta fase del cultivo, se hace evidente la gran dispersión de tallas típica en el cultivo del lenguado senegalés. Por ello, es necesario realizar varias clasificaciones, que son realizadas manualmente o mediante máquinas clasificadoras. La supervivencia durante este preengorde es del 90-95%.

En el cultivo del lenguado senegalés, es muy importante la incidencia de malformaciones y problemas con la pigmentación que pueden ser debidas a una alimentación deficiente y a un manejo inadecuado durante el cultivo. Desde el punto de vista comercial, es un problema ya que estas malformaciones no son evidentes hasta estadios avanzados del cultivo, por lo que tanto la detección como la supresión de estos animales, supone un gasto adicional al cultivo. Hasta el momento, los principales métodos de control y monitorización de las anomalías vertebrales eran la visualización macroscópica y la palpación de los ejemplares. En este momento se están desarrollando sistemas automáticos de selección de tallas y deformidades aplicando técnicas de visión artificial (Figura 21). El porcentaje de estas malformaciones varía según los lotes, pero actualmente no supera el 5%.

Una vez que los peces alcanzan un peso de 5-10 g que suele ser a los 60 días de cultivo, se transvasan a la zona de engorde. Antes de la transferencia, en algunas empresas, se vacunan los peces contra las principales enfermedades bacterianas que afectan al cultivo (flexibacteriosis y vibriosis).



Figura 21. Máquina clasificadora de deformidades y tamaños de lenguado senegalés (INTEGRAQUA).

## 10. ENGORDE

El engorde del lenguado senegalés a escala industrial se lleva desarrollando desde hace pocos años y actualmente todavía se está desarrollando la zootecnia de su cultivo que posiblemente experimentará cambios importantes en los próximos años. Un aspecto importante a tener en cuenta es que la familia Soleidae tiene una importante distancia filogenética con el resto de familias, sugiriéndose una eventual monofilia para los Soleidos (Pardo *et al.*, 2005). Por ello, no es aconsejable aplicar métodos de cultivo de otros peces planos, como el rodaballo, al género Solea.

Las primeras experiencias de engorde del lenguado senegalés fueron realizadas en estanques de tierra de 1000 m<sup>2</sup> utilizando pienso comercial (Dinis *et al.*, 1999), los resultados mostraban un buen crecimiento y superior al lenguado común (Howell, 1997).

Uno de los factores más importantes en el engorde del lenguado senegalés es la temperatura ya que, es una especie muy sensible a los cambios de temperatura y su crecimiento se reduce cuando esta disminuye por debajo de los 18 °C. Las experiencias realizadas comparando el engorde en sistemas de recirculación y en circuito abierto manifiestan un crecimiento muy superior cuando se cultiva en circuito cerrado con temperaturas de 19-20 °C (Peleteiro *et al.*, 2010), es por eso, que en la actualidad prácticamente todas las instalaciones que se dedican al engorde del lenguado senegalés se encuentran ubicadas en tierra y en sistemas de recirculación en toda la fase de engorde, o en una parte importante del ciclo de cultivo. En los sistemas de recirculación el nivel de renovación de agua varía en función de cada instalación. Una excepción es la planta de engorde que el grupo Stolt Sea Farm tiene en Reikiavik (Islandia) y que funciona en circuito abierto aprovechando el agua caliente de una central geotérmica.

En los sistemas de recirculación el agua de cultivo se somete a diferentes tratamientos antes de volver a reutilizarla. En primer lugar se somete a una filtración mecánica para eliminar sólidos en suspensión, posteriormente se aplica una filtración biológica donde se eliminan los compuestos nitrogenados tóxicos, que en general proceden del metabolismo de las proteínas contenidas en el alimento. La descomposición de estos compuestos nitrogenados es fundamental en los sistemas de recirculación debido a la alta toxicidad del amoníaco y nitritos. A continuación el agua se esteriliza (fundamentalmente con ozono o rayos ultravioleta) y se oxigena antes de volver a los tanques de cultivo. Las plantas de recirculación también suelen tener sistemas de calentamiento o enfriamiento del agua para mantener constante su temperatura, entre los 19-22 °C. Diariamente un porcentaje del agua es renovada y la tasa de renovación varía en función de la instalación.

El engorde del lenguado comprende dos fases: el preengorde que va desde que los peces tienen 5-10 g hasta los 70-100 g y el engorde que comprende desde los 70-100 g hasta la talla comercial de 300-350 g.

El preengorde y el engorde se realiza en naves cubiertas en tanques tipo raceway en un solo piso (Figuras 22 y 23) o en varios pisos, tres o cuatro (Figura 24). La altura de cultivo en los tanques es de unos 40 cm y la densidad se establece en muchas ocasiones por superficie de ocupación del tanque.



Figura 22. Tanques de preengorde de lenguado senegalés (Stolt Sea Farm).



Figura 23. Tanques de engorde de lenguado senegalés (Stolt Sea Farm).



**Figura 24. Tanques en pisos de engorde de lenguado senegalés (Sergio Devesa).**

En el preengorde los peces se siembran con un peso medio de 5.0-10 g a una densidad de 2 kg/m<sup>2</sup> para alcanzar al final del proceso una densidad de 10 kg/m<sup>2</sup>. Esta fase suele durar 5-6 meses, dependiendo de la temperatura de cultivo, y al final de la misma los peces alcanzan un peso de 80-90 g.

El engorde se realiza en tanques similares a los de preengorde pero de mayor tamaño. La densidad inicial es de 10-12 kg/m<sup>2</sup> y la densidad máxima que se mantienen en los tanques durante el engorde es de 22-25 kg/m<sup>2</sup>. Esta fase de cultivo suele durar 9-10 meses y los peces alcanzan un peso de 300-350 g (Figura 25).

El crecimiento de las poblaciones de lenguado se caracteriza por una elevada dispersión de las tallas, lo que obliga a realizar varias clasificaciones sobre todo durante el preengorde. Las clasificaciones se pueden realizar manualmente, aunque en este momento la mayoría de las empresas están utilizando sistemas de clasificación automática. Las poblaciones de lenguado senegalés presentan una estructura jerarquizada y en las que el tamaño de los individuos no es relevante, las hembras presentan un crecimiento superior a los machos y parece ser que son las que juegan un papel más activo en el establecimiento de las jerarquías (Sanchez *et al.*, 2010).

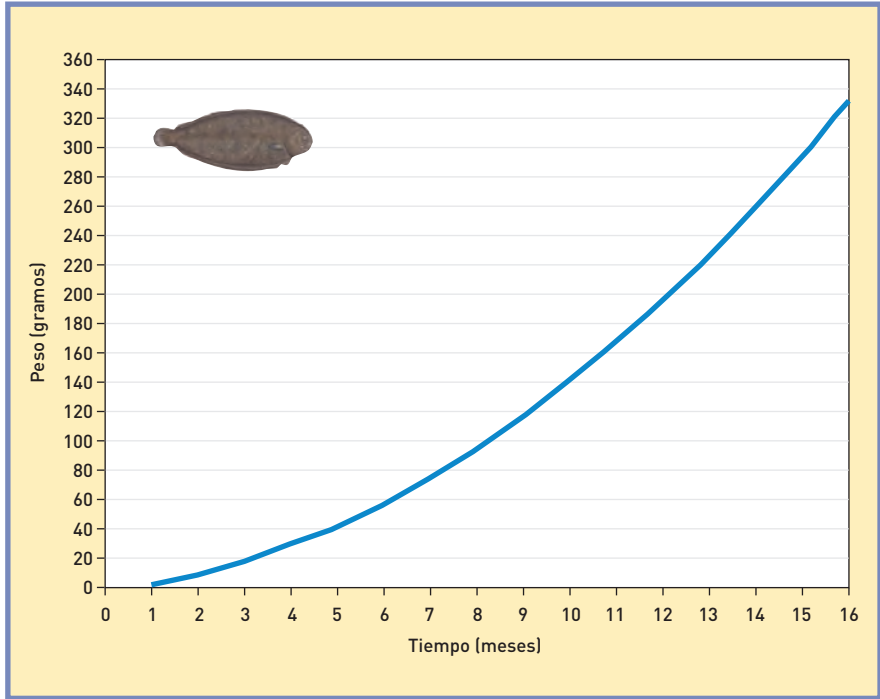


Figura 25. Curva de crecimiento del lenguado senegalés (IGaFA).

La alimentación es con pienso extruido específico para la especie que se suministra en varias tomas, normalmente 4 durante el preengorde y 3 en la fase de engorde (Tabla 1). La tasa de alimentación durante el preengorde oscila entre el 2.5 y 3% de su peso, aunque se tienen mejores resultados de conversión del alimento con tasas del 2.5% [Ferrer *et al.*, 2013]. Esta tasa disminuye durante el engorde, normalmente oscila entre 1.8-1.2% y va siendo menor a medida que aumenta el peso del pez. Para su cálculo las empresas elaboran sus propios protocolos de alimentación.

El pienso se distribuye normalmente mediante comederos automáticos. Los índices de conversión con los piensos usados en la actualidad pueden oscilar entre 1.3 y 1.5. Este índice posiblemente se verá mejorado en el futuro cuando se conozcan mejor sus requerimientos nutricionales y se mejoren los sistemas de distribución del pienso ya que, el lenguado se-

negalés se alimenta en el fondo y con los sistemas de alimentación actuales se produce una pequeña pérdida de pienso.

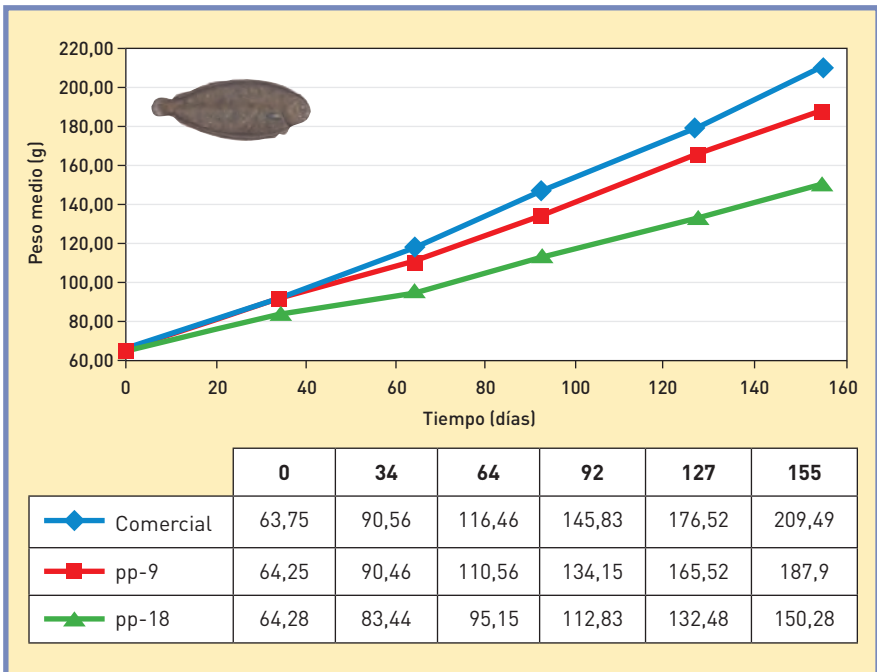
**Tabla 1. Condiciones de uso del pienso para el lenguado senegalés (Skretting).**

Producto	Diámetro en mm	Tamaño pez (g)	Tomas/día
LE-2-ELITE	2.2	10-20	4 a 3
LE-3-ELITE	3	20-70	3
LE-5-ELITE	5	70-140	3
LE-7-ELITE	7	140-400	3

Los piensos para el lenguado senegalés se caracterizan por un elevado contenido de proteína superior al 50% y un porcentaje de lípidos del 12-16%, que es inferior al de otras especies de peces planos como el rodaballo (su dieta contiene un porcentaje de lípidos del 20%). Al incrementar la cantidad de lípidos en la dieta no se ha encontrado ningún efecto de reducción de la proteína como sucede en otros peces y constata el reducido metabolismo lipídico en el lenguado, con reducida capacidad para depositar grasa en el músculo (Valente *et al.*, 2010). Los trabajos de sustitución de la harina de pescado por fuentes de proteína de origen vegetal han dado buenos resultados con sustituciones del 78% (Figura 26), sin que el crecimiento ni las características organolépticas se vean afectadas (Linares *et al.*, 2012).

Estos datos son muy importantes para el futuro desarrollo del cultivo del lenguado ya que hasta este momento la fuente proteica utilizada en la fabricación del pienso es fundamentalmente la harina de pescado. Actualmente las perspectivas para el aumento de la producción de la harina de pescado son muy limitadas y a ello se le suma que una parte de las capturas están siendo destinadas al consumo humano. Sin embargo, las necesidades de alimento acuícola continúan en ascenso, con un crecimiento anual alrededor del siete por ciento. Esto dio lugar a que la FAO declarara en su reciente informe sobre el Estado de la Pesca y la Acuicultura (FAO 2012): «A pesar de la discusión sobre la disponibilidad y el uso de ingredientes de los alimentos acuícolas, los cuales se centran en

la harina y el aceite de pescado, teniendo en cuenta las tendencias del pasado y las predicciones actuales, la sostenibilidad del sector acuícola probablemente estará estrechamente vinculada con el suministro sostenido de proteínas animales y vegetales, así como aceites y carbohidratos de la misma fuente para la producción de alimentos acuícolas».



**Figura 26.** Crecimiento del lenguado senegalés alimentado con una dieta comercial, con una dieta de sustitución del 78% de la harina pescado por proteína vegetal y 9% de lípidos (PP9) y una dieta de sustitución del 78% de la harina de pescado por proteína vegetal y 18 de lípidos (PP18) (Linares *et al.*, 2012).

Durante el engorde mensualmente se realizan muestreos para controlar la biomasa de la instalación y calcular diversos índices de crecimiento. Periódicamente se realizan controles sanitarios de las poblaciones para minimizar la aparición de las patologías. La mortalidad durante la fase de engorde suele ser de un 10%.

Cuando los peces alcanzan la talla comercial (Figura 27) se despescan de los tanques de cultivo y se sacrifican introduciéndolos en contenedores que contienen agua y hielo. Posteriormente, los contenedores se trasladan a las salas de procesado donde los peces se clasifican por peso y se colocan en cajas de poliestireno cubiertos con una lámina de plástico y hielo en escamas. Actualmente se comercializan en fresco y enteros.

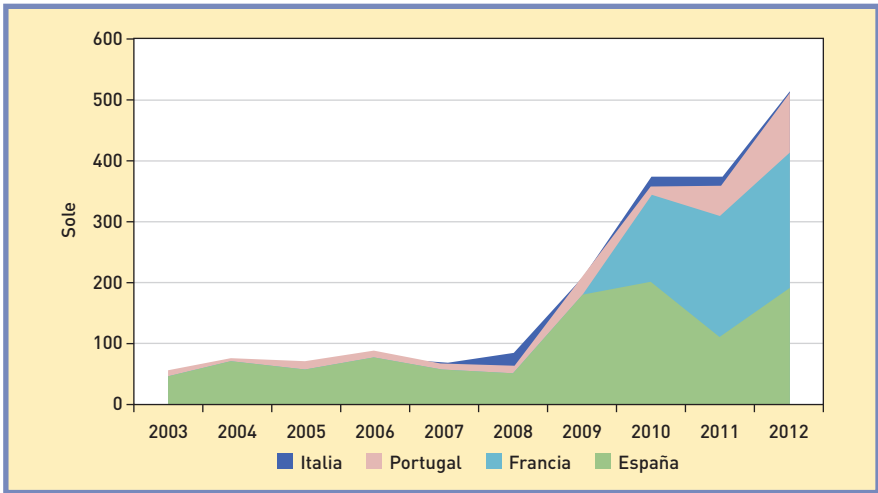


Figura 27. Ejemplares de lenguado senegalés de talla comercial (Stolt Sea Farm).

## 11. PRODUCCIÓN

La producción industrial de lenguado senegalés en Europa en los primeros años de su cultivo fue muy pequeña, 52 Tm en el año 2003. Posteriormente estuvo frenada por problemas en su reproducción en cautividad y las patologías que en ese momento afectaban al cultivo hasta que en el año 2009 se incrementa hasta las 208 Tm. Con la mejora de las técnicas de repro-

ducción en cautividad y el manejo de las patologías es cuando el cultivo del lenguado experimenta un fuerte crecimiento alcanzando en el año 2012 las 514 Tm (Figura 28). Esta cifra se incrementará fuertemente en los próximos años con la puesta en el mercado de la producción de una granja en Islandia, con capacidad de producción para 500 Tm y también por las nuevas instalaciones que se tienen previstos construir en España.



**Figura 28. Evolución de la producción de lenguado senegalés 2003-2012 (FEAP).**

Aunque el cultivo del lenguado senegalés se inicia en España y en los primeros años es el único país productor de esta especie en Europa, posteriormente el cultivo se desplazó hacia Portugal y Francia, siendo este país en este momento el que lidera la producción. En Italia hubo una pequeña producción entre los años 2008-2011 pero actualmente han abandonado su cultivo (Tabla 2).

En el año 2012, según la Federación Europea de Productores de Acuicultura (FEAP), la producción del lenguado senegalés fue de 220 Tm en Francia, 194 Tm en España y 100 Tm en Portugal.

En España, que fue pionera en el cultivo del lenguado la producción ha crecido muy poco con respecto a los otros países. En el año 2003 la pro-

## CULTIVO DEL LENGUADO SENEGALÉS

**Tabla 2. Producción del lenguado senegalés en Europa de 2003 a 2012 (FEAP).**

País	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Francia								142	200	220
España	52	75	60	80	60	55	180	204	110	194
Portugal	4	4	11	9	8	13	14	14	50	100
Italia						19	14	14	10	
TOTAL	56	79	71	89	68	87	208	374	370	514

ducción fue de 52 Tm, se incrementó a 180 Tm en el año 2009 y en los últimos años ha permanecido estable. La producción en 2012 fue de 194 Tm, localizadas en Galicia, Andalucía y Canarias (APROMAR).

Actualmente existen 7 granjas de producción en Europa: 4 en España, 1 en Portugal, 1 en Francia y 1 en Islandia. Dos de esas granjas, Acuacria Arousa y Acuacria Piscícolas, se dedicaban anteriormente a la producción de rodaballo en sistemas de recirculación (Tabla 3).

**Tabla 3. Granjas de producción de lenguado senegalés en 2013.**

País	Nombre	Ubicación	Capacidad de producción (Tm)
España	Stolt Sea Farm	Couso (A Coruña)	60
España	Acuacria Arousa	Cambados (Pontevedra)	500
España	Tinamenor	Castillo del Romeral (GranCanaria)	30
España	Cupimar	San Fernando (Cádiz)	500
Portugal	Aquacria Piscícolas, S.A. (Grupo Sea8)	Murtosa-Aveiro	400
Francia	Stolt Sea Farm	Anglet	300
Islandia	Stolt Sea Farm	Reikiavik	500

Actualmente existen varios proyectos de construcción de nuevas granjas en España aunque la dificultad en la obtención de licencias está retrasando mucho su puesta en marcha.

## 12. COMERCIALIZACIÓN

La mayoría del lenguado senegalés cultivado es consumido actualmente en los países productores. El principal canal de comercialización son las grandes superficies y el sector HORECA (hotel, restauración y catering).

El precio medio en primera venta a partir de 2009, que hubo una producción significativa, fue de 8 -10 euros/kg alcanzando en el mercado un precio medio final de 12-14 euros/kg. En los próximos años se van a producir importantes incrementos de producción cuando las nuevas granjas alcancen su plena producción, pero los precios posiblemente se puedan mantener porque el lenguado es una especie muy cotizada con un amplio consumo en todo el mercado europeo y esos incrementos en la producción no debieran producir una saturación del mercado.

## 13. PATOLOGÍA

El lenguado senegalés es una especie bastante sensible a procesos patológicos, fundamentalmente de carácter infeccioso y ha sido una de las causas que ha frenado el desarrollo de su cultivo. En los últimos años se ha avanzado mucho en este campo y actualmente, las principales patologías que afectan al cultivo tienen tratamiento terapéutico o preventivo mediante la aplicación de vacunas.

Las patologías más comunes que afectan actualmente al cultivo del lenguado senegalés son:

**SINDROME DE LA NECROSIS CELULAR GRASA:** es una patología más frecuente en alevines, no suele causar mortalidad, pero los peces tienen dificultades para su recuperación y son susceptibles de infecciones bacterianas secundarias. La sintomatología son amplias zonas amarillentas prácticamente en toda la base de las aletas dorsal y anal que correspon-

den a la necrosis del tejido adiposo subdérmico (Figura 29). La causa del problema se cree que es una alteración metabólico/nutricional durante el destete (Zarza *et al.*, 2005). Para su tratamiento se recomienda minimizar las situaciones estresantes y para prevenir y recuperar los peces afectados el suministro de dietas suplementadas con vitamina C y E.



Figura 29. Síndrome de la necrosis celular grasa. Cuadro externo con las lesiones típicas (Zarza *et al.*, 2005).

### 13.1. Enfermedades bacterianas

FOTOBACTERIOSIS (antiguamente Pasteurelisis o pseudotuberculosis): causada por *Photobacterium damsela* subespecie *piscicida* conocida anteriormente como *Pasteurella piscicida*. Es la patología que más daños ha causado en el cultivo del lenguado senegalés. Cursa de forma aguda y puede causar importantes mortalidades, es la responsable de graves pérdidas en el sector, en particular en el área mediterránea y sur atlántica. Su aparición está asociada a temperaturas de cultivo superiores a 18 °C. La sintomatología, aunque externamente no presentan lesiones, se observa una pigmentación oscura y dilatación de la cavidad abdominal, en algunos casos se ha observado palidez branquial y pequeñas úlceras, los peces moribundos nadan de forma errática, subiendo hasta la superficie y cayendo de nuevo generalmente boca abajo. Internamente se observa granulomas blancos en el bazo y cierta palidez del hígado (Figura 30). Estas lesiones son más frecuentes en la fase de preengorde y engorde. El tratamiento es difícil con antibióticos, ya que la especie es muy sensible a la enfermedad y los ejemplares dejan rápidamente de alimentarse lo que dificulta su tratamiento. Hay evidencias de que los portadores pueden sufrir reinfección en condiciones de estrés. Se están empleando vacunas registradas para dorada y lubina, que se aplica por inmersión en la fase de alevín, pero su eficacia es bastante baja.

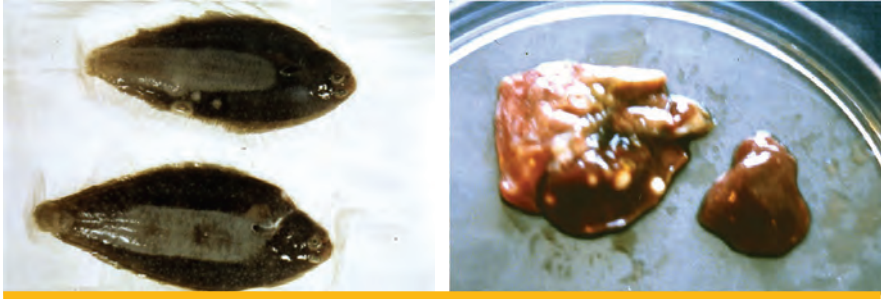


Figura 30. Ejemplares de lenguado senegalés afectados por Fotobacteriosis y granulomas blancos en el bazo (Alicia Estévez y Juan Luis Barja).

TENACIBACULOSIS O FLEXIBACTERIOSIS MARINA: ocasionada por *Tenacibaculum maritimum*, antes *Flexibacter maritimus*. Esta patología también afecta a otros peces planos como el rodaballo. La sintomatología son cuadros cutáneos ulcerativos progresivos en piel y aletas que en algunos casos puede causar infecciones septicémicas (Figura 31). El tratamiento es la aplicación periódica de baños preventivos (formalina y agua oxigenada) o



Figura 31. Ejemplares de lenguado senegalés con síntomas de Tenacibaculosis (Alicia Estévez y Juan Luis Barja).

con piensos medicados cuando los baños no son eficaces. Actualmente el mejor tratamiento es la aplicación de programas preventivos de vacunación, con vacunas registradas para rodaballo o con autovacunas como la desarrollada por el Centro Tecnológico de la Acuicultura de Galicia (CETGA).

**VIBRIOSIS:** causada fundamentalmente por *Vibrio anguillarum* y con menor incidencia por *Vibrio harveyi* y *Vibrio alginolyticus*. Suele manifestarse como infecciones secundarias asociadas a la Flexibacteriosis o a veces como infección primaria. Las vibriosis son procesos de curso agudo que se presentan como una clásica septicemia hemorrágica. El tratamiento recomendado es la aplicación de programas preventivos de vacunación o la antibioterapia con pienso medicado por vía oral.

**EDWARDSIELOSIS:** causada por *Edwardsiella tarda*. Es una patología emergente, la primera descripción de esta enfermedad es en el año 2010, pero hasta el momento no ha causado graves daños en el cultivo. Los peces presentaban lesiones cutáneas en la superficie dorsal, inflamación alrededor de los ojos y hemorragias en la zona ventral (Castro *et al.*, 2012).

### 13.2. Enfermedades virales

Aunque existen referencias de episodios patológicos asociados a agentes víricos hasta el momento no han causado importantes mortalidades. La patología vírica descrita hasta el momento en el cultivo del lenguado senegalés es:

**ENCEFALOPATIA Y RETINOPATIA VIRAL (NECROSIS NERVIOSA VIRAL):** causada por un agente del género Betanodavirus. Las primeras epizootias aparecen en el cultivo de esta especie en España en el año 2003. Afecta fundamentalmente a larvas y juveniles. La sintomatología es que los peces afectados pierden el apetito, nadan erráticamente, en espiral y con una pérdida del equilibrio, internamente presentan una vacuolización el sistema nervioso central y de la retina. La transmisión de la enfermedad es horizontal y vertical por lo que es muy importante el control de los reproductores.

### 13.3. Enfermedades parasitarias

Son relativamente poco frecuentes en el cultivo del lenguado. Una descripción de una infección por *Enteromyxum scophthalmi* en un cultivo del lenguado que cohabitaba con el rodaballo fue descrita por Palenzuela *et al.*, 2007.

En los últimos años una nueva patología parasitaria ha afectado a algunas granjas de cultivo de lenguado: AMEBIASIS SISTÉMICA (SÍNDROME DE LOS ABSCESOS). Esta patología se cree que está producida por amebas. Los peces afectados presentan protuberancias externas en la piel, estas lesiones se corresponden a abscesos en el tejido muscular e internamente pequeños nódulos en el hígado, tracto digestivo, corazón y riñón (Constela y Padrós, 2010). La mortalidad que ocasiona es baja (Figura 32).



Figura 32. Síntomas en ejemplares de lenguado senegalés afectados por amebiasis sistémica (Alicia Estévez y Juan Luis Barja).

## 14. AGRADECIMIENTOS

Alicia Estévez y Juan Luis Barja (Departamento Microbiología y Parasitología de la Universidad de Santiago de Compostela) por la información suministrada.

Daniel Gijón y Julio Docampo (Skretting) por la información suministrada y sus aportaciones.

Empresa INTEGRAQUA por la foto aportada.

Empresa Stolt Sea Farm por las fotos aportadas.

Santiago Cabaleiro (Centro Tecnológico Gallego de Acuicultura CETGA) por la información aportada.

Sergio Devesa por las fotos aportadas.

## 15. BIBLIOGRAFÍA MÁS RELEVANTE

- Agulleiro-Gozalbo, M.J. 2008. Fisiología de la reproducción del lenguado senegalés (*Solea senegalensis*): Mecanismos endocrinos y aplicaciones en acuicultura. *Tesis doctoral Universitat de Valencia*, 248 pp.
- Anguis, V., Cañavate, J.P. 2005. Spawning of captive Senegal sole (*Solea senegalensis*) under a naturally fluctuating temperature regime. *Aquaculture* 243, 133–145 pp.
- APROMAR. La acuicultura en España 2013. 97 pp.
- Arijo, S., R. Rico, M. Chabrilion, P. Díaz-Rosales, E. Martínez-Manzanares, M.C. Balebona, B. Magariños, A.E. Toranzo y M.A. Moriñigo. 2005. Effectiveness of adivalent vaccine for sole, *Solea senegalensis* (Kaup), against *Vibrio harveyi* and *Photobacterium damsela subsp. piscicida*. *Journal of Fish Diseases* 28: 33-38 pp.
- Avendaño-Herrera, R., Toranzo, A.E. 2005. Avances en el conocimiento del patógeno de peces *Tenacibaculum maritimum*: herramientas para el diagnóstico y prevención de la enfermedad. *Universidad de Santiago, Departamento de Microbiología y Parasitología*. 4 pp.
- Blanco-Vives B., Villamizar N., Ramos J., Bayarri M.J., Chereguini O. y Sánchez-Vázquez F.J. 2010. Effect of daily thermo- and photo-cycles of different light spectrum on the development of Senegal sole (*Solea senegalensis*) larvae. *Aquaculture*, 306:137-145 pp.
- Cañavate, J.P, Fernández-Díaz, C. 1999. Influence of co-feeding larvae with live and inert diets on weaning the sole *Solea senegalensis* onto commercial dry feeds. *Aquaculture* 174, 255-263 pp.

- Cañavate, J.P. 2005. Opciones del lenguado senegalés *Solea senegalensis* Kaup, 1858 para diversificar la acuicultura marina. *Bol. Inst. Esp. Oceanogr.* 21 (1-4), 147-154 pp.
- Cañavate J.P., R. Zerolo y C. Fernández-Díaz. 2007. Feeding and development of Senegal sole (*Solea senegalensis*) larvae reared in different photoperiods. *Aquaculture*, 258: 368-377 pp.
- Cañavate P. 2013. Cultivo de Soleidos. El lenguado senegalés. *Diversificación de especies en la piscicultura marina española*. Publicaciones Científicas y Tecnológicas de la Fundación Observatorio Español de Acuicultura, 243-280 pp.
- Castro N., Toranzo A.E., Devesa S., González A., Nuñez S., Magariños B. 2012. First description of *Edwardsiella tarda* in Senegalese sole *Solea senegalensis* (Kaup). *Journal of Fish Diseases* Vol 35, 79-82 pp.
- Constenla M., Padrós F. 2010. Histopathological and ultrastructural studies on a novel pathological condition in *Solea senegalensis*. *Diseases of Aquatic Organism*. Vol. 90: 191-196 pp.
- Chereguini O., Rasines I., Anguis V., Cal R., Martín I., Rodríguez C., Guzmán J.M., Mylonas C.C. y Mañanós E. 2007. Primeras fecundaciones artificiales en lenguado senegalés cultivado (Generación F1). En: *Actas XI Congreso Nacional de Acuicultura*. Xunta de Galicia: 1435-1438 pp.
- Dinis M.T. 1986. Quatre Soleidae de l'Estuaire du Tage. Reproduction el Croissance. Essai d'Élevage de *Solea senegalensis* Kaup 1858. Thèse d'Étatès-Sciences Naturelles, Université de Bretagne Occidentale, France.
- Dinis, M.T., Ribeiro, L., Soares, F., Sarasquete, C. 1999. A review on the cultivation potential of *Solea senegalensis* in Spain and in Portugal. *Aquaculture* 176, 27-38 pp.

- Duncan N., Carazo I., Norambuena F., Estevez A., Chereguini O. y Mañanos E. 2008. Reproductive behaviour of Senegal sole (*Solea senegalensis*). *International Sole Workshop*, Faro, Portugal, 11-13 November 2008.
- Engrola, S., M. Iglesias-Romero, L. Dias, L. Ribeiro, L. Conceição, M. T. Dinis y P. Pousão-Ferreira. 2009. Recent studies on the weaning of Senegalese sole (*Solea senegalensis*). En: *Book of abstracts of the 11th International Symposium on Nutrition and Feeding in Fish* (2-7 de mayo. Phuket, Tailandia).
- Fernández, B, Rodríguez, J.L. 2003. Guía de la Piscicultura Europea. Consellería de Pesca e Asunto Marítimos Xunta de Galicia. (ISBN: 84-453-3470-0).
- Fernández-Díaz, C. 2006. Feeding and development of Senegal sole (*Solea senegalensis*) larvae reared in different photoperiods. *Aquaculture* 258, 368-377 pp.
- Fernández-Díaz, C., Yúfera, M., Cañavate, J.P., Moyano, Alarcón, F.J. and Díaz, M. 2001. Growth and physiological changes during metamorphosis of Senegal sole reared in the laboratory. *Journal of Fish Biology* 58, 1086-1097 pp.
- Ferrer, R., González, P., Borrajo, A., López, J.A. Rodríguez, J.L. 2013. Preengorde del lenguado senegalés *Solea senegalensis* Kaup, 1858 sometido a diferentes tasas de alimentación. *Actas XIV Congreso Nacional de Acuicultura*. Gijón.
- García-García, B., E. Gómez y M.D. Hernández. 2004. Effect of temperature on metabolic rate in *Solea senegalensis*: estimate of optimum physiological temperature. En: *Aquaculture Europe 2004. Biotechnologies for quality*. S. Adams y J. A. Olafsen (eds.) 34: 362-363. EAS Special Publication.

- Howell, B.R. 1997. A re-appraisal of the potential of the sole, *Solea solea* (L.), for commercial cultivation. *Aquaculture* 155: 359-369 pp.
- Howell B., Conceição L., Prickett R., Cañavate P. y Mañanos E. 2009. Sole farming nearly there but not quite?. *A report of the 4th Workshop on the Cultivation of Soles. Aquaculture Europe*, 34: 24-27.
- Linares, F., Villanueva, J.L.R., Peleteiro, J.B., Alvarez-Blázquez, B., Pazos, G. and Valente, L.M.P. 2011. Sustainable diets for Senegalese sole *Solea senegalensis* juveniles. *Actas World Aquaculture. Aquaculture for a changing world 2011*. Natal, Brasil.
- Linares, F., Villanueva, J.L.R., Peleteiro, J.B., Alvarez -Blázquez, B., Pazos, G., Otero, M. and Valente, L.M.P. 2012. Ongrowing and lipid composition of senegalese sole (*Solea senegalensis*) fed with commercial and plant-based diets. *Actas AQUA 2012*. Praga, Chequia.
- Oliveira, C., Duncan, N.J., Pousão-Ferreira, P., Mañanós, E., Sánchez-Vázquez, F.J. 2010. Influence of the lunar cycle on plasma melatonin, vitellogenin and sex steroids rhythms in Senegal sole, *Solea senegalensis*. *Aquaculture* 306, 343-347 pp.
- Olmedo, M., J.B. Peleteiro, R. Cal y F. Linares. 2005. Crecimiento de juveniles de lenguado (*Solea senegalensis*, Kaup 1858) en Galicia. En: *IX Congreso Nacional de Acuicultura (Cádiz, mayo 2003). La acuicultura como actividad económica en las zonas costeras: Libro de Actas* (12-16 de mayo, 2003. Cádiz, España): 383-385. Consejería de Agricultura y Pesca, Junta de Andalucía. Sevilla, España.
- Olmedo, M., J.B. Peleteiro, R. Cal, B. Álvarez-Blázquez, C. Gómez y F. Linares. 2007. Reproducción y cultivo larvario de len-

- guado, *Solea senegalensis*, en el Centro Oceanográfico de Vigo. En: *XI Congreso Nacional de Acuicultura (Vigo, 2007). Cultivando el futuro: Libro de Actas* (24-28 de septiembre, 2007. Vigo, España): 1439. ISBN TOMO I: 978-84-611-9086-7.
- Özcan, F. 2010. Efecto de la artemia enriquecida con distintas emulsiones comerciales sobre el crecimiento y desarrollo esquelético de larvas del lenguado senegalés (*Solea senegalensis* Kaup, 1858). Tesis master oficial en cultivos marinos, Las Palmas de Gran Canaria. 175 pp.
- Padrós, F., C. Zarza, A. Estévez, S. Crespo y M.D. Furones. 2005. Patología como factor limitante para el desarrollo del cultivo del lenguado. En: *IX Congreso Nacional de Acuicultura (Cádiz, mayo 2003). La acuicultura como actividad económica en las zonas costeras: Libro de Actas* (12-16 de mayo, 2003. Cádiz, España): 343-345. Consejería de Agricultura y Pesca, Junta de Andalucía. Sevilla, España.
- Palenzuela O., Redondo M.J., López E., Álvarez-Pellitero P. 2007. Cultured sole, *Solea senegalensis* is susceptible to *Enteroomyxum scophthalmi*, the myxozoan parasite causing turbot emaciative enteritis. *Parassitologia* 49:73.
- Pardo B.G., Machordom A., Foresti F., Porto-Foresti F., Azevedo M.F.C., Bañón R., Sanchez L. y Martínez P. 2005. Phylogenetic analysis of flatfish (order Pleuronectiformes) based on mitochondrial 16 rDNA sequences. *Sci. Mar.*, 69(4): 531-543 pp.
- Peleteiro, J.B.; Rodríguez Villanueva, J.L.; Escorcio, C.; Álvarez-Blázquez, B.; Bacelar, M.; Linares, F.; Saavedra, M.J.; Cal, R.M.; Magadán, S.; Valente, L.M.P. 2010. Is recirculation the system for Senegal sole (*Solea senegalensis*) culture?. Comparison of two culture systems using a control diet and a

plant-based diet until market size. *Aquaculture Europe 2010: Book of Abstracts*. Oporto, 5-8 octubre 2010.

Quero, J.C., Dessouter, M., Lagardere, F. 1986. Soleidae. In: Whitehead, P.J.P., Bauchot, M.-L., Hureau, J.-C., Nielsen, J., Tortonese, E. (Eds.), *Fishes of the North-eastern Atlantic and Mediterranean*, Vol. III. The Chauser PressLtd., Bungay, pp.1308-1324 pp.

Rema P., Conceição, L.E.C., Evers, F., Castro-Cunha, M., Dinis, M.T. y Dias, J. 2007. Optimal dietary protein levels in juvenile Senegalese sole (*Solea senegalensis*). *Aquacult. Nutr.*, 14(3): 263-269 pp.

Rodríguez, R.B. 1984. Biología y cultivo de *Solea senegalensis* Kaup 1858 en Golfo de Cádiz. Tesis doctoral. Universidad de Sevilla. Sevilla, España: 207 pp.

Rodríguez, J. L. y B. F. Souto. 2003. Engorde del lenguado senegalés (*Solea senegalensis* Kaup, 1858) en Galicia con temperatura controlada. En: *IX Congreso Nacional de Acuicultura (Cádiz, mayo 2003). La acuicultura como actividad económica en las zonas costeras: Libro de Resúmenes* (12-16 de mayo, 2003. Cádiz, España):407-409. Consejería de Agricultura y Pesca, Junta de Andalucía. Sevilla, España.

Rodríguez, J.L., Souto, B.F., Quintáns, J.M. 2005. Preengorde de lenguado senegalés *Solea senegalensis* (Kaup, 1858) sometido a diferentes regímenes de alimentación. *Bol. Inst. Esp. Oceanogr.* 21 (1-4), 89-93 pp.

Salas-Leiton E., Anguis V., Manchado M. y Cañavate J.P. 2008. Growth, feeding and oxygen consumption of Senegalese sole (*Solea senegalensis*) juveniles stocked at different densities. *Aquaculture*, 285: 84-89 pp.

- Sanchez, P., Ambrosio, P.P., Flos, R. 2010. Stocking density and sex influence individual growth of Senegalese sole (*Solea senegalensis*). *Aquaculture* 300, 93-101 pp.
- Silva J.M.G., Espe M., Conceição L.E.C., Dias J. y Valente L.M.P. 2009. Senegalese sole juveniles (*Solea senegalensis* Kaup, 1858) grow equally well on diets devoid of fish meal provided the dietary amino acids are balanced. *Aquaculture*, 296: 309-317 pp.
- Toranzo, A. E., R. Abendaño, C. López-Vázquez, B. Magariños, C. P. Dopazo, J. L. Romalde y J. L. Barja. 2003. Principales patologías bacterianas y víricas en lenguado cultivado: caracterización y agentes etiológicos. En: *IX Congreso Nacional de Acuicultura (Cádiz, mayo 2003). La acuicultura como actividad económica en las zonas costeras: Libro de Resúmenes* (12-16 de mayo, 2003. Cádiz, España): 356-358. Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía. Sevilla.
- Valente, L.M.P., Linares F., Villanueva J.L.R., Escórcio C., Borges P., Álva rez-BlázquezB., Silva J.M.G., Espe M., Medale F., Cal R.M. y Peleteiro J.B. 2010. Dietary protein source or energy levels have no major impact on growth performance or nutrient utilization of ongrowing senegalese sole. *Aquaculture Europe 2010 Book of Abstracts*. Oporto, 5-8 octubre 2010, 1333-1334 pp.
- Zarza, C., Padrós, F. and Estévez, A. 2005. Patología del lenguado (*Solea senegalensis*). *Skretting Informa* 10, 14-24 pp.





MINISTERIO  
DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN  
Y MEDIO AMBIENTE

FUNDACIÓN  
**OESA**  
OBSERVATORIO ESPAÑOL DE ACUICULTURA

