

Universidad de San Carlos de Guatemala  
Centro de Estudios del Mar y Acuicultura

**Informe Final**  
**Práctica Profesional Supervisada**



Cultivo de Lenguado *Solea senegalensis*  
Centro de Ciencias del Mar-CCMAR-  
Universidad de Algarve-Campus de Gambelas, Faro - Portugal

Presentado por  
Diego Alfredo De La Cruz Villeda

**Para otorgarle el Título de Técnico en Acuicultura**

Guatemala, Febrero 2008

Universidad de San Carlos de Guatemala  
Centro de Estudios del Mar y Acuicultura

### **CONSEJO DIRECTIVO**

Presidente	M.Sc. Pedro Julio García Chacón
Coordinador Académico	M.Sc. Carlos Salvador Gordillo García
Secretario	M.V. Salomón Medina Paz
Representante Docente	M.Sc. Erick Roderico Villagrán Colon
Representante del Colegio de Médicos Veterinarios y Zootecnistas	Licda. Estrella de Lourdes Marroquín
Representante Estudiantil	T.A. Diana Crespo Mendoza
Representante Estudiantil	T.A. Manoel Cifuentes Marckword

## **ACTO QUE DEDICO**

A Dios y la Virgen Santísima.

A mis padres Alfredo y María Del Rosario que me han dado la vida y sus enseñanzas

A mí querida hermana Andrea María por el apoyo incondicional.

A mi abuela Clemencia Muñoz Monzón.

A la memoria de mis abuelos José De La Cruz, Manuel Villeda y Haydeé de Villeda.

A mi tío José De La Cruz por sus consejos y recomendaciones.

A mis tíos Byron Villeda y Juan González.

A mis tías Claudia Villeda, Vivian Villeda, Ericka De La Cruz, Ana Maria De La Cruz y Hulda de De La Cruz.

A mis primos Luís Carlos, Laura, José Adolfo, Juan Manuel, José de Jesús, Mario, Ana Lucia, Juan Fernando, Maria Fernanda, Vivian y Bryan.

A las familias De La Cruz Muñoz y Villeda Urrutia.

A mis amigos y amigas que siempre han estado a mi lado.

A Julianna Alessandra.

## **AGRADECIMIENTOS**

A la Universidad de San Carlos de Guatemala, fuente de mi aprendizaje.

Al Centro de Estudios del Mar y Acuicultura, escuela de mi formación.

A mis catedráticos guías en mi formación profesional.

A el Centro de Ciencias del Mar de la Universidad de Algarve-Campus de Gambelas -Faro- Portugal por abrirme sus puertas para realizar la presente investigación.

A la Profesora Doctora Maria Teresa Dinis por brindarme la oportunidad de ejercer mi Práctica Profesional en el Centro de Ciencias del Mar de la Universidad de Algarve.

Al Profesor Doctor Jorge Días por brindarme todo su apoyo, compartir sus conocimientos científicos, guiarme en mi práctica y hacer crecer la acuicultura marina cada día más, por ofrecerme su amistad y compartir momentos de alegría.

Al personal de laboratorio experimental de organismos acuáticos -LEOA-, João Sendão, João Quíntela y Helena Teixeira por compartir sus conocimientos técnicos y prácticos.

Al personal de la estación experimental Ramalhete João Reis, Miguel Viegas y Sonia Fava por brindarme su amistad, compartir sus conocimientos de manejo en la practica acuícola.

A la familia Mendes, Sergio Amador de Sousa Mendes, Maria de Lurdes Rodrigues Ferreira Mendes, Ana Lucia Ferreira Mendes, Maria de la Salete Ferreira Mendes, Rui Miguel Martines Pereira por su apoyo incondicional, brindarme su amor y amistad.

## INDICE DE CONTENIDO

	Página
<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	1
<b>2. OBJETIVOS</b>	2
2.1. General	2
2.2. Específicos	2
<b>3. ASPECTOS GENERALES DE ALGARVE -FARO- PORTUGAL</b>	3
3.1. Historial	3
3.2. Turismo	4
3.3. Geografía	4
<b>4. CENTRO DE CIENCIAS DEL MAR -CCMAR-</b>	6
4.1. Temáticas de investigación	7
<b>5. ASPECTOS ADMINISTRATIVOS DEL CENTRO DE CIENCIAS DEL MAR -CCMAR-</b>	10
Organigrama y descripción de puestos	10
<b>6. ASPECTOS GENERALES DEL CULTIVO</b>	11
6.1. Especies cultivadas	11
6.2. Características biológicas	12
6.3. Fisiología	13
<b>7. Cultivo experimental del lenguado senegalés en el CENTRO DE CIENCIAS DEL MAR -CCMAR-</b>	21
7.1. Manejo de reproductores	21
7.2. Cultivo larvario	21
7.3. Adaptación del lenguado al alimento inerte	25
7.4. Pre engorde	33
7.5. Patología, profilaxis y control	33
<b>8. CONCLUSIONES</b>	40
<b>9. RECOMENDACIONES</b>	42
<b>10. BIBLIOGRAFÍA</b>	58
	59
	60

## ÍNDICE DE CUADROS

	Página
Cuadro No. 1 Organigrama administrativo de -CCMAR- (Año electivo 2008-2009).	10
Cuadro No. 2 Planes alimenticios A y B – Utilizados en -CCMAR- a reproductores.	24
Cuadro No. 3 Parámetros físico-químicos utilizados en -CCMAR- en cultivo larval.	26
Cuadro No. 4 Parámetros físico-químicos utilizados en -CCMAR- en cultivo de post-larvas	34
Cuadro No. 5 Especificación del tamaño de la ración en relación con el peso húmedo de las post larvas en relaciona AgloNorse®	38
Cuadro No. 6 Composición analítica de la ración AgloNorse®, datos proporcionados por EWOS®	39
Cuadro No. 7 Parámetros aconsejables para cultivo en la etapa de pre engorde	41
Cuadro No. 8 Principales tratamientos en acuicultura para el cultivo del lenguado senegalés	55

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Página	
Figura No. 1	Mapa de Portugal, región de Algarve, capital es Faro.	4
Figura No. 2	Edificio de -CCMAR- ubicado en UALG en el campus de Gambelas en Faro.	6
Figura No. 3	Estación experimental de Ramalhete donde se realizan diferentes actividades científico-prácticas de -CCMAR-.	7
Figura No. 4	Laboratorios de -CCMAR- donde se realizan varias actividades de muestreo y análisis de las diferentes experiencias.	8
Figura No. 5	Vista longitudinal del lenguado senegalés <i>Solea senegalensis</i> importante esta medición cálculo de la edad.	14
Figura No. 6	Características distintivas del lenguado senegalés de las demás especies.	15
Figura No. 7	Vista media / opercular del lenguado senegalés es otra característica distintiva.	18
Figura No. 8	Vista ventral de las aletas pélvicas y localización del sistema excretor del lenguado senegalés.	19
Figura No. 9	Tanque de destete larvario de lenguado de 4m <sup>2</sup> utilizado en la estación experimental de Ramalhete de -CCMAR-.	27
Figura No. 10	Malformación de cráneo en etapa larval del lenguado senegalés.	32
Figura No. 11	Actividad de limpieza del recolector de huevos de reproductores del lenguado senegalés utilizado en la estación experimental de Ramalhete de -CCMAR-.	53

## 1. Introducción

Este trabajo de investigación trata de la importancia que tiene la acuicultura marina para el área mediterránea de Europa y en especial para Portugal ya que el cultivo de peces marinos se ha caracterizado por la temprana demanda y una diversificación de especies susceptibles de ser producidas industrialmente. Fruto de ello, se emprendieron de forma general numerosas actuaciones dirigidas a conocer las posibilidades de cultivo de un notable elevado número de peces. Durante las últimas tres décadas, son más de treinta las especies de peces que han sido objeto de estudio en el área mediterránea. Sin embargo, este esfuerzo se ha visto poco reflejado en la producción acuícola, la cual continúa siendo dominada por las especies inicialmente desarrolladas, es decir dorada *Sparus aurata* y lubina *Dicentrarchus labrax* y otras especies de alto valor comercial como es el lenguado senegalés *Solea senegalensis*.

La importancia de la acuicultura marina para la región de Centro América, el Caribe y en especial para Guatemala, ya que la tendencia de cultivar peces marinos cada día es mayor por lo que esta rama de la acuicultura no ha sido explotada porque carece de tecnología, personal capacitado, infraestructura y un programa piloto de cultivo, como una alternativa de producción acuícola para la seguridad alimentaría en Guatemala.

Con la realización de esta práctica se incrementaron los conocimientos y se creció profesionalmente en el área de acuicultura marina, aprendiendo el manejo de la especie, alimentación, reproducción, infraestructura requerida, tecnología utilizada en Portugal, para poderlo aplicar en Guatemala.

Especialmente en el seguimiento o etapas de cultivo del lenguado senegalés *Solea senegalensis*.

## **2. Objetivos**

### **2.1 General**

- Introducir al estudiante en el ejercicio de la carrera de Técnico en Acuicultura en una práctica directa, en un espacio institucional.

### **2.2 Específicos**

- Proveer la oportunidad de participar en actividades reales propias del Manejo de los Recursos Hidrobiológicos.
- Retroalimentar el proceso de enseñanza-aprendizaje mediante la integración de los conocimientos y experiencias teórico- prácticas adquiridas.
- Proporcionar el desarrollo y ejercicio de los valores morales y éticos en el desempeño profesional.

### 3. ASPECTOS GENERALES DE ALGARVE -FARO- PORTUGAL

Algarve se conoce como la región sur de Portugal. Es uno de los destinos turísticos europeos más solicitados gracias a sus 240 kilómetros de costa repletas de largas playas de arena y rocosos litorales de preciosas cuevas. Por tanto, Algarve es sinónimo de turismo playero y buen tiempo.

Su condición de foco principal del turismo en Portugal en estas décadas ha provocado un desarrollo espectacular de la costa de Algarve, tanto en la fiebre urbanística de las localidades costeras como en la infraestructura de transportes. Esta modernización del Algarve ha dotado a las localidades playeras de un amplio abanico de servicios para el turista (en comparación con otras regiones portuguesas menos desarrolladas) pero también ha traído continuados excesos urbanísticos, debido a la presión turística, sobretodo en la costa desde Faro a Albufeira. (Instituto de Turismo de Portugal-Algarve, 2007)

#### 3.1 Historia

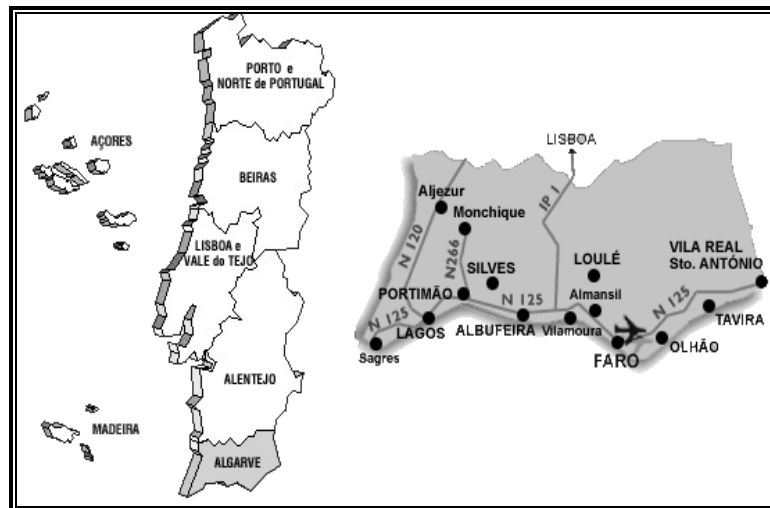
Algarve fue el último lugar de Portugal en ser definitivamente conquistado a los moros, durante el reinado de D. Alfonso III. El nombre oficial del reino fue frecuentemente llamado "Reino de Portugal y de los Algarves", pero nunca constituyó un reino separado de hecho, aunque si lo fuera de derecho, conocido como Reino de Algarve. Etimología: El nombre "Algarve" proviene de *al-gharb al-Andalus*, nombre dado al actual Algarve y Bajo Alentejo durante el dominio musulmán, significando "el oeste de Al-Andalus", siendo el más importante centro islámico de la cultura, ciencia y tecnología en tierra del actual Portugal. (Dirección General de Turismo/Pt, 2007).

### 3.2 Turismo

Algarve dispone de bellísimas playas y paisajes naturales, siendo la más turística de las provincias portuguesas. Su punto más alto es la Sierra de Monchique. Uno de los mayores complejos turísticos de Europa se encuentra en el Algarve: se trata de Vilamoura, junto a la playa de la Falésia (*concelho* de Loulé).

### 3.3 Geografía

Algarve limita al norte con la región del Alentejo (sub.-regiones del Alentejo Litoral y Bajo Alentejo), al sur y al oeste con el Océano Atlántico, y al este con el Río Guardiana, que marca la frontera con España.



**Figura 1** Mapa de la región de Algarve.

- Ciudades importantes de Algarve son: Faro, Albufeira, Lagoa, Lagos, Loulé, Olhão, Portimão, Quarteira, Silves, Tavira y Vila Real de Santo António. Se subdivide en 16 municipios que son : Albufeira, Alcoutim, Aljezur, Castro Marim, Faro, Lagoa, Lagos, Loulé, Monchique, Olhão, Portimão, São Brás de Alportel, Silves, Tavira, Vila do Bispo, Vila Real de Santo António. (Dirección General de Turismo/Pt, 2007).

- El interior de Algarve: Es menos conocido y carece de la infraestructura turística de la costa, especialmente la parte más cerca de España, como Alcoutim. Destinos en esta zona incluyen Estói, Loulé y la antigua Silves. La estrella turística de esta zona es la Serra de Monchique, donde están las mayores alturas del Algarve y donde está Monchique y la villa balnearia Caldas de Monchique. (Instituto de Turismo de Portugal-Algarve, 2007)

Faro es la capital de la región de Algarve. Tiene 41.300 habitantes, con un área de 201,31km<sup>2</sup> y 58.051 habitantes. Dividido en seis municipios, limita al norte y al oeste con São Brás de Alportel, al este con Olhão, al oeste con Loulé y al sur con el Océano Atlántico. Por autopista está a 278Km. de Lisboa y a 198km de Sevilla. (Dirección General de Turismo/Pt, 2007)

Es un centro turístico importante, también es sede de la Universidad de Algarve. Además del turismo se desarrollan actividades económicas como la pesca, principalmente del atún, la acuicultura de peces marinos especialmente de dorada, róbalo, lobina y otras especies de poder comercial alto, la industria de conservas y la exportación de frutos y corcho.

En Faro se encuentra la Laguna de Ría Formosa, una reserva natural de 170 km<sup>2</sup>, destacado punto de observación de numerosas especies de aves migratorias.

Al este de Faro se encuentra una multitud de islas frente a la costa casi hasta la frontera con España. En esta zona son pueblos también más tranquilos y que han conservado más su tradicional aspecto. (Instituto de Turismo de Portugal-Algarve, 2007).

Faro contiene un área superficial de 4960km<sup>2</sup> y con una población residente de 420 429 censo del 2007. (Dirección General de Turismo/Pt, 2007).

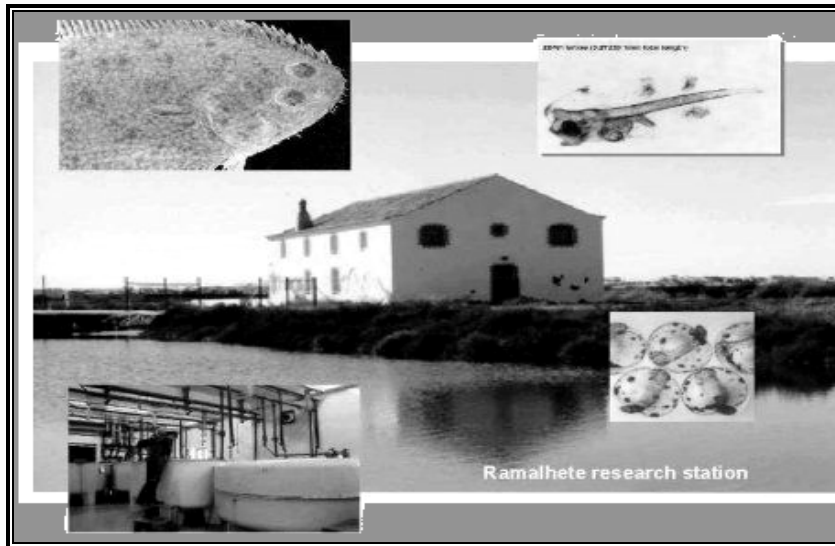
#### **4. CENTRO DE CIENCIAS DEL MAR -CCMAR-**

El Centro de Ciencias del Mar -CCMAR- es una unidad de investigación que se encuentra situado en la Universidad de Algarve en Faro, posee varios laboratorios en diferentes facultades del campus de Gambelas, que enfoca sus estudios en varios aspectos de la investigación marina. Este centro actualmente posee 150 investigadores; cerca de 50 Doctores; incluyendo miembros administrativos de la Universidad, becados de pos-gradados, estudiantes de doctorados y técnicos. (Centro de Ciencias Del Mar -CCM- , 2007).



**Figura 2** Centro de Ciências do Mar -CCMAR-

El -CCMAR- también posee una estación experimental de nombre “Ramalhete”, situada en la ensenada Hermosa de Algarve. Esta estación tienen diversos laboratorios muy bien equipados para conservar las especies acuáticas y bríndales el cuidado necesario y poder realizar con éxito los experimentos El Centro está organizado en dos ramas científicas de investigación que son: Biotecnología /Acuicultura y Recursos Vivos. El centro estableció una red de colaboradores a nivel nacional e internacional. (Centro de Ciências Del Mar -CCM- ,2007).



**Figura 3** Estación experimental “Ramalhete “

#### **4.1 Temáticas de investigación**

La división de *Acuicultura y Biotecnología* centra sus actividades en aspectos relacionados con la investigación básica y aplicada en especies importantes en acuicultura, en modelos marinos con relevancia en biomedicina y biotecnología.

Esta división tienen investigaciones en curso como:

- Desenvolvimiento y crecimiento de peces marinos.
- Procesos de identificación y características notorias de genes.
- Identificación de marcadores genéticos que contribuyen para la caracterización de determinadas características fenotípicas.
- Desenvolvimiento de líneas celulares de invertebrados y peces.
- Identificación y el modo de acción de hormonas sexuales. Gameto génesis y acción feromonal.
- Respuesta fisiológica de los peces al estrés químico.
- Desarrollo de tecnologías de cultivos marinos, nutrición y enzimología gástrica de larvas de especies marinas y en especial de peces marinos.

La división de *Recursos Vivos* promueve la gestión de los recursos a nivel de biología, ecología y dinámica de poblaciones importantes comercialmente. En este dominio se desenvuelven también estudios acerca del impacto ambiental que tiene la pesca en los recursos vivos no explorados. Esta división tienen investigaciones en curso como:

- Genética de población de varias especies.
- Evaluación de los peces rechazados de las pesquerías y su impacto ambiental en los ecosistemas.
- Evaluación de los stocks y la selectividad de varias artes de pesca. Reclutamiento de especies migratorias.
- Modelación y simulación del calcula de la edad de los peces.
- Crecimiento, reproducción y ecología alimentaría de peces, bivalvos, crustáceos y cefalópodos.
- Importancia de los productores primarios en la estructura de la cadena alimenticia. Dinámica de zooplancton de su impacto ambiental en su reclutamiento.
- Monitorización de la diversidad de las diferentes especies y biogeografía de especies marinas.



**Figura 4** Laboratorios de Centro de Ciencias del Mar -CCMAR-

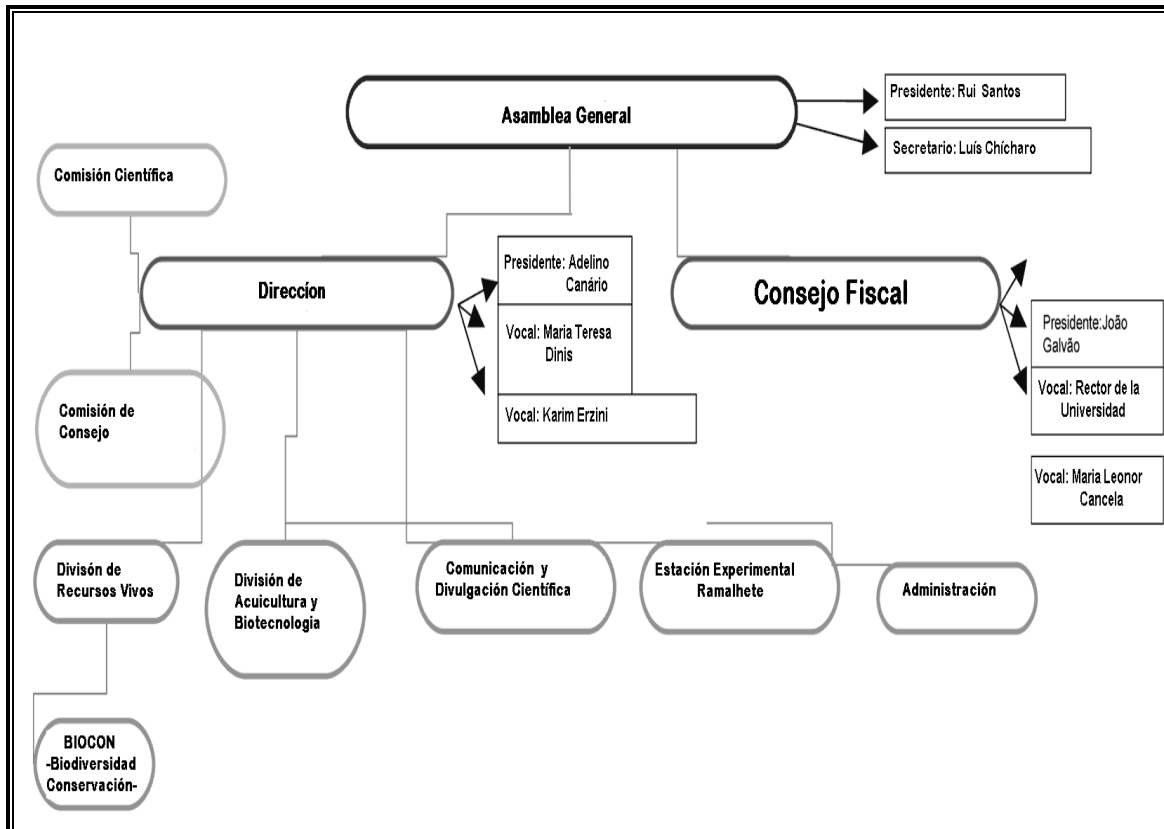
El CCMAR es una entidad privada sin fines de lucro. Posee una dirección y una comisión científica constituida por: investigadores, doctores que se reúnen periódicamente con el fin de discutir, elaborar y aprobar planes de desarrollo, con el apoyo de la comisión del consejo internacional analiza las actividades científicas y estratégicas para el desarrollo marino. (Centro de Ciencias Del Mar -CCM- ,2007).

El CCMAR en conjunto con el Centro Interdisciplinario de Investigación Marina -CIIMAR- de la Universidad de Porto, constituyen el Centro de Investigación Marino -CIMAR-. Este centro posee el Laboratorio más grande de país para el área de investigación en Ciencia del Mar. (Centro de Ciencias Del Mar -CCM- ,2007).

## 5. ASPECTOS ADMINISTRATIVOS DE -CCMAR-

### 5.1 Organigrama y descripción de puestos

**Cuadro1** Centro de Ciencias del Mar - Universidad de Algarve-Faro-Portugal



## 6 ASPECTOS GENERALES DEL CULTIVO DEL LENGUADO

### 6.1 Especie cultivada

Los lenguados son una familia (*Soleidae*) de peces, que comprende más de un centenar de especies. Son peces planos, pleuronectiformes, que habitan el fondo de cursos de agua dulce y salada, alimentándose de crustáceos y otros invertebrados. Poseedores de simetría bilateral al nacer, durante su desarrollo ambos ojos se desplazan al lado derecho de la cabeza; viven la mayor parte del tiempo con el lado ciego recostado sobre el lecho acuático. Sus colores oscuros, su delgadez y su quietud sobre el fondo los hace una presa difícil.

Son muy apreciados en gastronomía por su carne blanca y fina, de sabor delicado; entre las especies más consumidas está el lenguado común, *Solea solea*. En términos de acuicultura en la región del Mediterráneo se cultiva esencialmente el lenguado senegalés (*Solea senegalensis* Kaup, 1858).

- Clasificación Taxonómica

Reino: Animalia

Filo: Chordata (cordado)

SubFilum: Vertebrata (vertebrado)

Superclase: Osteichthyes (osteícteo)

Clase: Actinopterygii

Subclase: Neopterygii

Infraclase: Teleostei (teleósteos)

Orden: Pleuronectiformes

Familia: Soleidae (soles, suelas).

Género: *Solea*

Especie: *Solea senegalensis*

Nombres comunes (Arellano, J. M. / C. Sarasquete.2005.):

Inglés: Senegalese sole

Francés: Sole du Senegal

Español: Lenguado senegalés

## **6.2 Características Biológicas**

El lenguado, pertenece a una de las muchas de las especies de peces planos que viven en océanos tropicales y subtropicales. Al igual que otros peces planos, el lenguado es ovalado, aplanado por los lados y posee una boca dentada con labios protractiles. Se reproduce de Mayo a Agosto y las larvas libres no son planas, sino que se parecen a los otros peces y nadan en posición vertical.

Tras algunas semanas, los ojos se desplazan hacia un lado del cuerpo, que se aplanan a su vez. El pez pasa a vivir junto al fondo a partir de ese momento y nada apoyándose sobre su vientre plano, adoptando su característica posición horizontal. Debido a esto, el ojo izquierdo, que corresponde al lado que está en contacto con el fondo, migra al lado derecho de la cabeza en las primeras fases de su desarrollo, y los pocos dientes que tiene en su boca pequeña y torcida se desplazan al lado ciego.

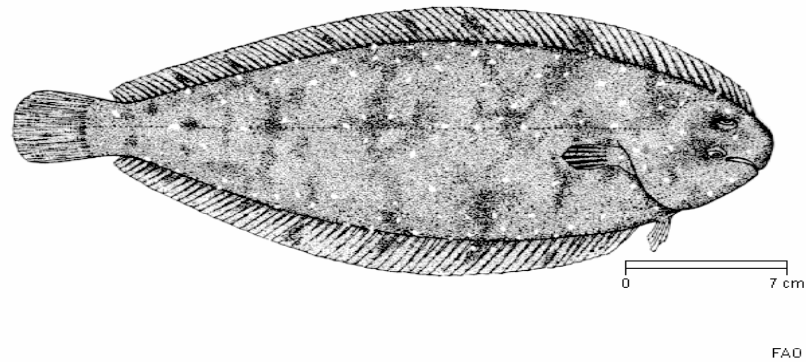
El costado superior del lenguado toma un color arenoso oscuro, para mimetizarse con el fondo marino, mientras que el otro, en contacto con el fondo del mar, es blanco. Pasa su vida adulta en el fondo del océano acostado sobre su lado izquierdo, cubierto en parte de arena y fango para esconderse de predadores, llegando incluso a enterrarse totalmente a la mínima señal de peligro agitando sus aletas para que la arena lo cubra por completo. (Arellano, J. M. / C. Sarasquete.2005.)

Cazador por excelencia, se alimenta de pequeños peces, crustáceos e invertebrados del fondo. Una de sus cualidades más destacadas es que puede mimetizarse cambiando de color para adaptarlo a su entorno. Adquiriendo la tonalidad de la arena o las piedras desde donde acecha a sus víctimas.

- Fondos en los que habita
  - Arena
  - Fango
  
- Otras características
  - Es una especie demersal
  - Ha sido hallada a profundidades que oscilan entre los 1 y 100 metros
  - Su talla máxima es de 600 mm. Comúnmente alcanza los 450mm
  - Su sexualidad es del tipo Gonocórica
  - Se reproduce durante Primavera Verano
  - Su alimentación es carnívora

### **6.3 Fisiología**

El lenguado senegalés es una especie de gran valor económico-comercial que se cultiva, generalmente, de forma extensiva y sólo discretamente de forma intensiva en el Sur- Oeste de España y Portugal, siendo una especie con un gran potencial para la diversificación del cultivo de peces en Acuicultura.

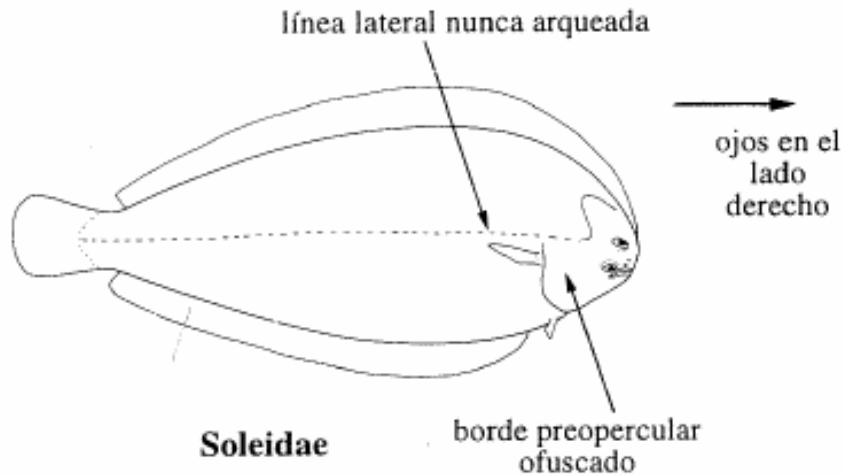


**Figura 5** Vista longitudinal y medición opercular o media de Lenguado senegalés (*Solea senegalensis*). (FAO, 1995)

El tegumento del lenguado senegalés, *Solea senegalensis* presenta características similares a la de otros peces teleósteos sedentarios, con escasas escamas y con una abundante secreción mucosa. (Arellano, J. M. / C. Sarasquete.2005.)

La piel está constituida por cutícula, epidermis, dermis e hipodermis con características morfo-estructurales e histoquímicas diferenciales.

En el epitelio de la epidermis se observan dos tipos de células mucosas: las caliciformes propiamente dichas (Tipo A) cuyas vesículas secretoras contienen diferente grado de electro densidad y las células caliciformes (Tipo B) que contienen en su citoplasma un conjunto de vesículas más alargadas, de mayor tamaño y todas ellas electrón-lúcidas. Las células mucosas o caliciformes han sido observadas en piel, branquias, esófago, intestino y epitelio olfativo. (Arellano, J. M. / C. Sarasquete.2005.)



**Figura 6** Características distintivas del Lenguado senegalés (*Solea senegalensis*). El borde preopercular está oculto por piel y escamas, línea lateral sin arco pronunciado sobre la aleta pectoral; ojos situados en el lado derecho de la cabeza y con 5 radios pélvicos. (FAO, 1995)

➤ Sistema olfativo y sensorial

Las células de cloruro están presentes en piel, branquias y sistema olfativo y se caracterizan, a nivel ultra estructural, por presentar un citoplasma con numerosas mitocondrias y un amplio sistema de red tubular, a través del cual se efectúa el transporte de iones con el exterior.

Contrariamente a las células mucosas que presentan afinidad por el Azul Alcían, debido a su secreción mucosa, las células cloruro tienen afinidad por el tetróxido de osmio.

Las características histoquímicas de las células mucosas son similares, en general, a las observadas en las células epidérmicas, branquiales, esofágicas e intestinales, ya que destaca la presencia de muco sustancias neutras, glicoproteínas y ácidas, aunque difieren en la ausencia de mucinas ácidas sulfatadas poca y muy ionizada. (Arellano, J. M. / C. Sarasquete.2005.)

➤ Sistema branquial

Las branquias, como en otros teleósteos, están constituidas por 4 pares de arcos branquiales donde se sitúan los filamentos branquiales y en cada uno de ellos se localizan las lamelas secundarias. En el epitelio de las lamelas existen células pavimentosas, células cloruro y células caliciformes. Otros tipos celulares como las células piriformes y las de Merkel no fueron observados, a diferencia de su presencia, en las branquias, de otras especies de teleósteos. Las reacciones histoquímicas que evidencian proteínas, glicoproteínas neutras y ácidas (carboxiladas y sulfatadas) fueron positivas en algunas células mucosas de las branquias del lenguado senegalés.

➤ Sistema digestivo

El canal alimentario consta de una pequeña boca arqueada, cavidad bucofaríngea, esófago, estómago, un largo intestino y un recto. En el tracto digestivo de esta especie no se desarrollan ciegos pilóricos o intestinales. Las paredes del esófago, estómago e intestino están formadas por mucosa, sub mucosa, muscular y serosa. La capa muscular en el esófago está constituida por dos estratos de musculatura estriada: uno interno longitudinal y otro externo circular de mayor espesor, mientras que en el estómago e intestino la musculatura interna es circular y la externa es longitudinal. (Arellano, J. M. / C. Sarasquete.2005.)

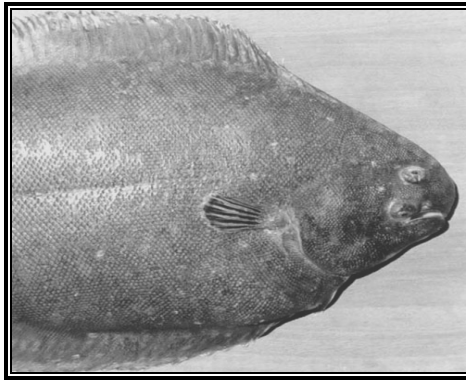
En el epitelio del esófago se distinguen dos tipos celulares claramente diferenciados morfoestructuralmente: - unas células epiteliales con un citoplasma electrón-denso que forman la mayor parte del epitelio y, - un segundo tipo celular, menos numeroso, y con un citoplasma más electrón-lúcido; estas células suelen disponerse en la base y en el ápice de la mucosa. Las células caliciformes, disminuyen en número en hacia la porción posterior del esófago y en sentido caudal, hasta formar una única línea regular de células mucosas en el epitelio.

En la porción posterior del esófago los ápices de los pliegues esofágicos van siendo sustituidos por un epitelio simple y prismático, que reemplaza al epitelio estratificado y en el que no se observan células caliciformes, denominándose a esta porción esogáster. (Arellano, J. M. / C. Sarasquete.2005.)

El esogáster está caracterizado por un epitelio en el que se observan: - células epiteliales oscuras que no conservan las mismas características estructurales que las del esófago. Existen además células piriformes o "rodlet" las cuales persisten a lo largo de todo el tracto digestivo y - células epiteliales claras, que muestran las mismas características que las observadas en el esófago.

Las células claras y oscuras presentes en las glándulas gástricas (estómago posterior) del lenguado senegalés, *S. senegalensis* podrían estar relacionadas con una expresión morfológica alternativa del único tipo celular existente, produciendo principalmente pepsinógeno (células claras) o ácido clorhídrico (células oscuras). En las glándulas gástricas destaca la presencia de glicoconjugados neutros, proteínas y en especial de aquellas ricas en arginina y tiroxina, y la ausencia de mucinas ácidas. (Arellano, J. M. / C. Sarasquete.2005.)

El parénquima hepático es una masa celular (ausencia de lobulillos) en la que los hepatocitos, en sección longitudinal, se unen formando cordones de dos células entre cada sinusoide. En secciones histológicas transversales u oblicuas, los hepatocitos muestran una estructura tubular.



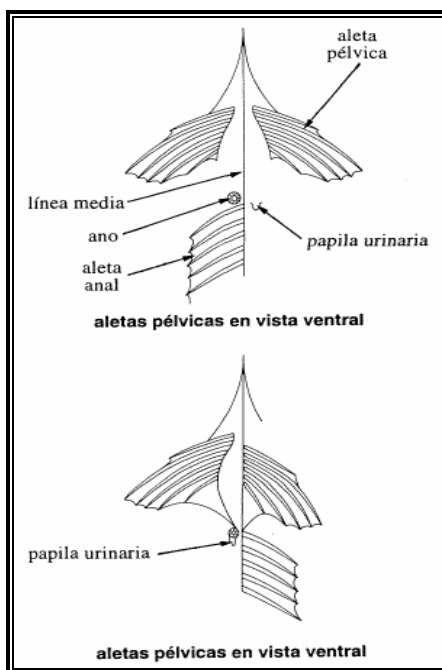
**Figura 7** Vista media / opercular de Lenguado senegalés (*Solea senegalensis*).  
(FAO, 1995)

➤ Sistema circulatorio

El corazón está compuesto por cuatro cámaras secuenciales: seno venoso, aurícula, ventrículo y bulbo arterioso, las cuales están constituidas por tres paredes: epicardio, miocardio y endocardio. Destaca la ausencia de musculatura estriada en el bulbo, el cual se estrecha para formar la vena aórtica elástica. El sistema circulatorio también tiene componentes importantes que son: capilares, venas y arterias. Las ramificaciones de los capilares de las arterias y de las venas denominados elipsoides y el retículo celular esponjoso constituyen el estroma del bazo.

➤ Sistema excretor

En el riñón destaca una porción excretora (glomérulos y túbulos) y un tejido intersticial hematopoyético en el que se diferencian, fundamentalmente, células de la serie eritrocítica (eritroblastos y reticulocitos), y una intensa síntesis de hemoglobina en los eritrocitos.



**Figura 8** Vista ventral de aletas pélvicas (FAO, 1995)

➤ Sistema reproductor

El aparato reproductor masculino de ejemplares de *S. senegalensis* está formado por un órgano par-bilobulado y asimétrico. Cada lóbulo testicular forma un testículo radial redondo plano y de color blanquecino. En ejemplares maduros se observan células germinales y espermatozoides. Las células germinales están situadas en la capa basal del epitelio del túbulo seminífero; en el núcleo no se detecta la heterocromatina y en el citoplasma aparece, generalmente, un aparato mitótico.

Los espermatozoides están caracterizados por una cabeza en forma de cono; el cuello del espermatozoide es un segmento muy corto que pone en contacto la cabeza con la cola y contiene vestigios de los centriolos proximal y distal. El centríolo distal da lugar al axonema que tiene una disposición clásica –nueve más dos- de parejas de túbulos. (Arellano, J. M. / C. Sarasquete.2005.)

En las hembras, con un ovario (el derecho) menos desarrollado que el otro, debido a la asimetría bilateral, las ovogonias presentan un gran núcleo esférico, claro de gran tamaño y con pocos nucléolos; su citoplasma tiene gran abundancia de mitocondrias y de ribosomas libres siendo el retículo endoplasmático escaso. Los ovocitos basófilos previtelogénicos muestran una pequeña franja de citoplasma periférico, así como pequeñas indentaciones próximas a las uniones entre las células foliculares, las cuales son extremadamente aplanadas; tras su membrana basal se observa un segundo envoltorio celular constituido por las células de la teca. Debido al estado del ciclo reproductivo de las hembras de lenguado estudiadas, no se han observado ovocitos en vitelo génesis activa, ni maduros.

(Arellano, J. M. / C. Sarasquete.2005.)

## **7. CULTIVO EXPERIMENTAL DEL LENGUADO SENEGALÉS EN -CCMAR-**

### **7.1 Manejo de reproductores**

- **Captura de reproductores**

Los reproductores de lenguado senegalés se pueden capturar en zonas costeras o en zonas fangosas. Para ello, las mejores artes de pesca para la captura de reproductores son la nasa y la red de arrastre. Es normal que el arte de pesca utilizado cause lesiones externas a los peces por lo que algunas son muy graves que son la principal causa de mortalidad en la adaptación de esta especie al cautiverio.

Al llegar al criadero se determina el tamaño, el peso total y el sexo de cada ejemplar. En el periodo posterior a la puesta, la identificación del sexo no existe dimorfismo sexual de los individuos es difícil, ya que en esta especie. Durante este muestreo se identifica cada reproductor con marcas electrónicas (micro chips) a los que se les asigna un código de identificación de cada individuo para tener un control y registro en todo el proceso de adaptación al cautiverio.

- **Adaptación al cautiverio**

Los reproductores se trasladan a tanques de cuarentena, donde reciben tratamiento profiláctico para reducir el riesgo de infección con parásitos y/o bacterias, tanto en la zona donde se introdujo la identificación electrónica como en las zonas lesionadas durante la captura.

La adaptación al cautiverio provoca normalmente estrés a los reproductores y causa trastornos de maduración sexual durante cierto tiempo. En el stock de reproductores se debe llevar un registro hasta su total adaptación al cautiverio, durante este periodo se controla la adaptación al alimento y la evolución del índice de acondicionamiento de cada individuo. El uso de poliquetos vivos como alimento facilita la adaptación de los reproductores al cautiverio.

En relación a las condiciones zootécnicas, la presencia de una capa de arena aunque que sea en pequeñas cantidades y de una densidad de cultivo de entre 1 y 2 kg/m<sup>2</sup> es beneficiosa para la adaptación de los reproductores al cautiverio.

- Condiciones Zootécnicas

- Tanques

Los tanques de los reproductores pueden ser circulares o rectangulares, normalmente con dimensiones superiores a los 3m<sup>2</sup> y con una columna de agua de por lo general de 50 y 80 centímetros. Es fundamental que la superficie de los tanques sea perfectamente lisa para evitar lesiones en la zona ventral de los peces.

Es importante también evaluar con un mínimo de cada 3 meses que en la superficie de los tanques no se hayan instalado balanos u otros organismos que puedan tener un efecto abrasivo sobre los peces.

- Temperatura y salinidad

La maduración y la obtención de puestas en el lenguado dependen de un ciclo anual en el cual, dichas puestas se producen habitualmente a las temperaturas entre los 18 y los 23°C. Es primordial evitar temperaturas extremas por debajo de los 8°C y por encima de los 23°C, con el fin de evitar problemas en la maduración normal de los reproductores.

La salinidad se debe mantener en valores normales entre 30 y 35ppm. En la época de puesta, la salinidad se debe mantener por debajo de los 30 ppm lo cual puede ocasionar problemas en la flotabilidad de los huevos, lo que puede causar tasas bajas de fecundación y dificultades en la recolecta de los huevos.

- Fotoperíodo e intensidad de luz

La existencia de un fotoperíodo natural favorece a la maduración y obtención de puestas en el lenguado. El lenguado prefiere intensidades luminosas bajas (100-200 lux en la superficie de los tanques), por lo que se no recomienda la exposición directa a la luz solar.

➤ Densidad

La relación machos/hembras dentro de los tanques, deberá ser de 1:1 o 2:1, con el fin de favorecer la fecundación y minimizar el número de puestas no fecundadas, que es una de las principales limitaciones en el cultivo de esta especie. No son recomendables densidades de cultivo superiores a los 5kg/m<sup>2</sup>.

▪ Alimentación

➤ Cantidad de alimento

Los reproductores deben de ser alimentados hasta la saciedad. La cantidad de alimento que se proporciona diariamente es por lo general del 2 al 4%(peso húmedo), esto depende de la temperatura del agua y de otros factores físicos. Cuando son sometidos a estrés presentan falta de apetito.

Es importante suministrar las adecuadas cantidades de alimento, con el fin de evitar el exceso de alimento que afectaría a la calidad.

➤ Tipos de alimento

Por lo general se utilizan alimentos vivos o húmedos (mejillón, poliquetos, calamar, etc.) para los reproductores y recientemente se utilizan con éxito alimentos semihúmedos formulados (pescado congelado o harina de pescado y aceite de pescado, a la que se le añade un aglomerante y una premezcla rica en fosfolípidos, vitaminas y minerales) o alimentos secos.

Los alimentos secos tienen una clara ventaja ya que es una formulación nutricional controlada, lo que elimina el riesgo de transmisión de patologías inherentes a los alimentos húmedos. Sin embargo, los reproductores de lenguado son de origen salvaje presentan una mala aceptación de estos tipos de alimentos. Se ha comprobado que al administrar alimentos secos, no lo ingieren hasta pasar varios minutos u horas desde la introducción del alimento en el agua.

Esto puede tener consecuencias graves en las deficiencias nutricionales por la pérdida de vitaminas y minerales del alimento en el agua.

Los alimentos semihúmedos tienen la desventaja adicional de que se deshacen con mucha facilidad en el agua, deteriorando rápidamente la calidad de la misma, estos tipos de alimento son muy bien aceptados por el lenguado, debido a su menor rigidez.

En el Centro de Ciencias del Mar -CCMAR- se suministra como alimento la carne de mejillón congelado, en la que se inyecta una premezcla rica en fosfolípidos, vitaminas y minerales, ya que ha demostrado muy buenos resultados.

Dependiendo de los criaderos, existen varios tipos de planes alimenticios que se suministran actualmente a los reproductores de lenguado en el Centro de Ciencias del Mar -CCMAR-

**Cuadro 2** Plan alimenticio para reproductores de lenguado.

Día	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
<b>Plan A</b>	Calamar	Poliqueto	Mejillón con premezcla	Calamar	Poliqueto	Mejillón con premezcla	Sin alimento
<b>Plan B</b>	Mejillón con premezcla	Calamar	Mejillón con premezcla	Calamar	Mejillón con premezcla	Calamar	Sin alimento

- Manipulación diaria

Diariamente se debe de determinar los parámetros físico-químicos del agua (temperatura, salinidad y oxígeno disuelto), también se debe realizar en cada tanque una rutina de limpieza de las paredes de los tanques y de los restos de alimento no ingerido, así como una rutina de mantenimiento del sistema de purga o recambio de agua en el tanque.

Durante la época de puesta o siempre que existan colectores de huevos colocados en los tanques, debe comprobarse el estado de los mismos antes de iniciar las rutinas de limpieza. Durante la recogida de la puesta, en caso de que exista, se debe proceder a su higienización.

- Muestreos periódicos

Se deben realizar muestreos periódicos a los reproductores con el fin de caracterizar la evolución de estos en términos de crecimiento, en peso, longitud y de maduración sexual. En los parámetros biológicos (peso, longitud) se deben de calcular el índice de adaptación que deberá ser superior a 1 El índice de adaptación se calcula como:  $K = \text{peso (g)} / ((\text{longitud (cm)})^3) \times 100$ .

En los muestreos se utilizo generalmente fenoxietanol a 300ppm como anestésico e incluso se recomienda el uso de paños húmedos durante todo el procedimiento de manipulación para evitar lesiones a los reproductores.

## 7.2 Cultivo larvario

El cultivo larval de los peces marinos es la fase mas critica de su ciclo de vida, principalmente en lo que se refiere a la supervivencia y a las malformaciones esqueléticas, especialmente del lenguado (*Solea senegalensis*), es fundamental que las condiciones de cultivo tengan en cuenta no solo las necesidades nutricionales sino también la especificidad de su comportamiento, que es muy distinto a otras especies como lubina (*Dicentrarchus labrax*) y la dorada (*Sparus aurata*), ya que inicialmente es planctónico y después desde el inicio de la metamorfosis es bentónico. (Gavaia, P.J., Dinis, M.T., .2002.)

En esta fase de cultivo es sumamente difícil y problemática que las fases siguiente (alevín y engorde), por lo que son necesario un control riguroso ya que las tasas de supervivencia larvaria del lenguado son mayores a comparación de otras especies de un 50% frente al escaso de 30% de lubina y dorada.

- Parámetros zootécnicos
  - Calidad del agua

Las larvas son extremadamente sensibles a la manipulación del agua y a los parámetros físico-químicos y ambientales, por lo que se deben de mantener constantes, evitando los cambios bruscos.

El agua suministrada en los tanques deberá estar sometida a continuos controles, ya que las larvas son mucho más sensibles que los juveniles o los adultos.

Los principales parámetros que se deben de tomar en cuenta y estar siempre controlados son: la temperatura, el oxígeno, la salinidad, el PH, amonio, nitratos, nitritos. Los alimentos no consumidos y/o en suspensión provocan la disolución de componentes nitrogenados teniendo como consecuencia el crecimiento de bacterias, produciendo el agua amoniacal y nitritos que alcanzan rápidamente niveles tóxicos.

Los nitratos se utilizan muchas veces como indicadores de valores elevados del agua amoniacal y de nitritos que se oxidan, de esta forma nos permite conocer las tasas de mortalidad u otros problemas que hayan acontecido en los tanques de cultivo.

**Cuadro 3** Parámetros aconsejables para cultivo de larvas

<b>Parámetro</b>	<b>Valor</b>
Temperatura	16 – 20°C, Preferencia +=19
Oxígeno disuelto	90% a 100%
Salinidad	35- 38ppm
Amonio total	Menor a 0.005mg/l
Nitritos	Menor a 0.002mg/l

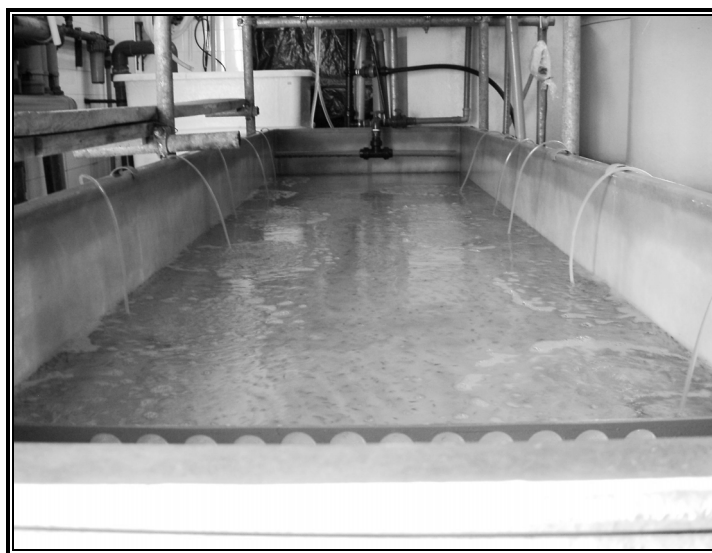
Los sistemas de producción de larvas, son normalmente equipados con sistemas de tratamiento de agua por radiación ultravioleta (u ozono alternativamente), filtración mecánica (filtros de arena, filtros de papel o de saco) y Filtración (tratamiento) biológico.

➤ Tanques, circulación del agua y fotoperíodo

Los tanques utilizados para la producción de larvas son tanques cilíndrico-cónicos o circulares con el fondo esférico o semiesférico y posteriormente con fondo plano tipo “race-way” (Figura 9).

Este tanque se utiliza después de la metamorfosis y cuando todas las larvas se asientan con un tiempo de 20 o 22 días después de la eclosión o solo cuando se inicia la adaptación al alimento inerte.

El agua se distribuye normalmente en la mitad inferior del tanque, circulando del fondo hacia la superficie, con el fin de no provocar corrientes fuertes que arrastren al alimento vivo y a las larvas, lo que las obliga a realizar un mayor esfuerzo en el nado o incluso les puede impedir que se alimenten. La salida del agua es superficial, a través de un filtro con una malla de calibre adecuado que evite la salida de las larvas y del alimento vivo en el desfogue del tanque.



**Figura 9** Tanque de destete larvario de lenguado (Engrola, S. 2005.)

Las redes que se utilizan son redes de plancton de 80,150, 250,500 micras según la dimensión del alimento vivo (rotíferos, nauplios y metanauplios de *Artemia sp* y se utilizan redes superiores en la fase de destete (adaptación al alimento inerte) por que en esta fase se suministra como alimento una mezcla de alimento vivo congelado y alimento inerte.

El fotoperíodo aplicado es de 14 horas de luz y 10 horas de oscuridad, pero puede ser mayor, de 24 horas de luz continua siempre y cuando se suministre alimentación continua.

El fotoperíodo se regula con un reloj o puede ser un mecanismo que se conecte o desconecte automáticamente la iluminación. Las lámparas que más se utilizan son las lámparas de halógeno acopladas a un reóstato que permiten variar y disminuir la intensidad lumínica a lo largo de los días de cultivo

- Parámetros Biológicos

- Densidad larvaria

La densidad larvaria del lenguado senegales en un sistema controlado deberá ser no superior a las 50 o 60 larvas/litro, en caso que sea una densidad superior se debe de realizar una división al inicio de la fase de asentamiento con un tiempo de 17 a 20 días después de la eclosión.

- Alimentación y nutrición

Las larvas de lenguado recién eclosionadas poseen ojos sin pigmentación (no funcionales, boca, tubo digestivo con saco vitelino (reserva lipídica) y permanecen casi inactivas durante un periodo de dos días (en reposo). El crecimiento inicial es rápido pero se frena a los tres días, mientras el saco vitelino va disminuyendo y a los 3 o 4 días después de la eclosión, dependiendo de la temperatura del agua, la boca se abre, los ojos aparecen pigmentados, el saco vitelino prácticamente se ha consumido y presentan un tubo digestivo rudimentario.

Debido a sus reducidas dimensiones y su comportamiento, las larvas del lenguado tienen necesidades nutricionales específicas, precisando tener a su disposición presas vivas con movimientos compatibles con sus mecanismos de captura y depredación con dimensiones adecuadas al tamaño de su boca que les permitan una fácil captura e ingestión.

En esta fase es necesario el suministro de presas vivas de pequeñas dimensiones y en cantidad, de tal forma que se les facilite a las larvas la captura de las mismas.

Se inicia el suministro de alimento cuando la mayor parte de la población ya tiene la boca abierta y por lo tanto puedan alimentarse.

Las larvas que no consiguen adaptarse a la alimentación exógena mueren al cabo de 8 o 10 días. Varios son los factores que intervienen en el proceso de aprendizaje y captura: La funcionalidad de los receptores (órganos sensoriales visuales), disponibilidad y tamaño de alimento vivo, las corrientes provocadas por la circulación y la aireación del agua. Así pues el éxito del cultivo depende de las condiciones ambientales y de la disponibilidad nutricional.

En las primeras fases de desarrollo larval, se producen niveles de mortalidad elevados que por lo general se le atribuye al proceso inerte a la adaptación al primer alimento exógeno, aunque en muchos casos es el resultado de una alimentación inadecuada, dimensión, calidad nutritiva y cantidad de alimento vivo o a deficiencias en los procedimientos de distribución del alimento, limpieza de los tanques y luminosidad.

#### ➤ Planes de alimentación

Los planes alimenticios se establecen de acuerdo con alimento vivo o presas/ml de acuerdo con los siguientes factores: La densidad de las larvas en el tanque, la edad de las larvas, la supervivencia, la temperatura del agua, el consumo a lo largo del día.

- Plan alimenticio A

Se comienza la alimentación con rotíferos (*Branchionus plicatilis*), al 3er día después de la eclosión se suministran al tanque con una cantidad de 5 y 15ml con una calidad nutricional con alto porcentaje de ácidos grasos políinsaturados (HUFA). Con una densidad de 5 rotíferos/ml, con el objetivo de facilitar a las larvas la localización y captura del alimento.

Al 5to o 6to día después de la eclosión se inicia la alimentación con *Artemia sp.* (recién eclosionada) de menores dimensiones y de calidad nutritiva aceptable.

El suministro de rotíferos se interrumpe cuando se verifica que las larvas consumen de forme preferencial la *Artemia sp.* Este proceso se lleva a cabo al 4to o 6to día después de la eclosión, con una temperatura de mayor o igual de 19°C.

- Plan alimenticio B

Se comienza la alimentación con *Artemia sp* recién eclosionada al 3er día después de la eclosión. Se suministra al tanque con una cantidad de 0.5 y 1 ml, varias veces al día de acuerdo con el consumo. En este caso no se suministran no se utilizan rotíferos.

La utilización de rotíferos puede tener ventaja durante dos o tres días, ya que puede facilitar la alimentación de las larvas de menor dimensión y permite suministrar alimento bioencapsulado (rotíferos que previamente se alimentaron con productos considerados adecuados a las necesidades nutricionales de las larvas). Esto no es posible con nauplios de *Artemia sp* recién eclosionados porque aun no se alimentan.

Estos planes deben de ser adaptados de acuerdo con las condiciones de cultivo, la dimensión de las larvas, la dimensión y tipo de tanque y la experiencia del operador.

- Calidad y densidad

La calidad y la densidad del alimento vivo disponible en el tanque en un factor primordial en el crecimiento, en la supervivencia y el porcentaje de aparición de malformaciones (en los casos en los que son de naturaleza nutricional).

El alimento se suministra por la mañana, de preferencia durante las primeras horas de luz y durante el día se realizan una serie de muestreos de la cantidad de alimento vivo presente en el tanque, con el fin de ajustar la densidad deseada.

La administración del alimento se deberá realizar siempre en función del consumo, con el objeto de evitar la acumulación en los tanques de alimento no consumido, que al no ser ingerido en un tiempo determinado, pierde su valor nutricional inicial.

- Patologías y malformaciones

- Patologías

Las patologías asociadas al cultivo larval de esta especie, por lo general se han identificado bacteriosis (*Vibrio sp.*, *Flexibacter sp.*, etc.).

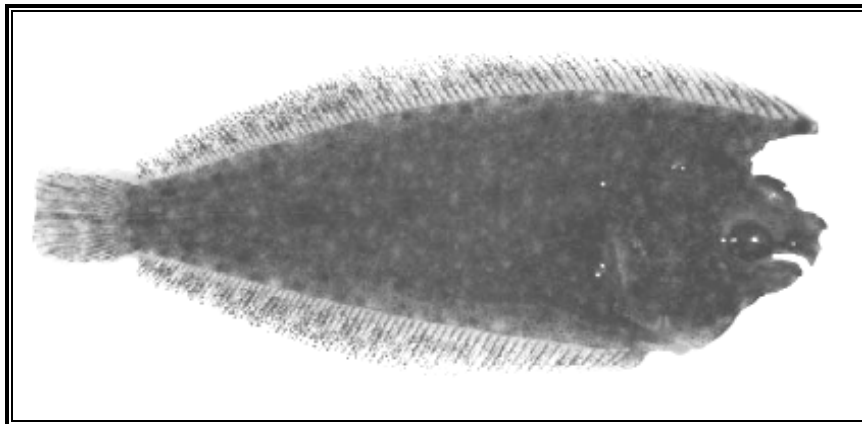
Debido a su comportamiento bentónico a partir de los 17 o 20 días después de la eclosión, las larvas ocupan el fondo de los tanques, zona donde también se acumulan heces, otros productos del metabolismo, zooplancton muerto y restos de alimento. La presencia de estos productos, además de no ser saludables, complican las tareas de limpieza e impiden la completa remoción de las impurezas. Además, se aspiran grandes cantidades de larvas durante la limpieza que después son devueltas a los tanques tras la consecuencia de los golpes mecánicos y lesiones causadas (aunque no son visibles). Por esta razón, es aconsejable evitar estos procedimientos aunque no siempre es fácil compatibilizar la limpieza de los tanques con las densidades elevadas de larvas.

Los tratamientos utilizados y que han dado buenos resultados cuando aparecen los primeros síntomas (gran agitación de las larvas y el aumento de mortalidad), tanto para tratamiento de Flexibacterias o de parásitos, son los baños de Peroxido de Hidrogeno al 35% con una concentración de 50-100ppm durante 30 o 60 minutos, según la edad de las larvas. Para las infecciones de parásitos también se utiliza Formol (neutralizado) en una concentración y tiempo dentro del tanque igual a la anterior.

Para el *Vibrio sp.* Se utiliza la Oxitetraciclina (soluble en agua) en baños prolongados con un máximo de tiempo de 24 horas durante 5 o 10 días con una concentración de 30ppm.

➤ Malformaciones

Los problemas mas frecuentes en el cultivo larvario de esta especie son las malformaciones esqueléticas y las despigmentaciones (totales o parciales). Son debidas a estos factores: La nutrición y calidad nutritiva del alimento vivo o presas suministradas (cuantitativa y cualitativamente en aminoácidos, en ácidos grasos de cadena larga-HUFAS, la disponibilidad de alimento vivo o presas y su valor nutricional a lo largo del día, los procedimientos, principalmente durante la limpieza de los tanque tal como se indico. Origen genético o relacionado con las condiciones de cultivo (manipulación de los huevos y larvas recién eclosionadas, circulación del agua, etc.).



**Figura 10** Malformación de cráneo de Lengudo senegalés (*Solea senegalensis*).  
(Cavañate, P.J. Zerola, Ricardo. Fernandez, 2006)

### 7.3 Adaptación del lenguado al alimento inerte

- **Destete**

- Sistema de cultivo

Las postlarvas de lenguado se transfieren normalmente desde tanques cilíndricos-cónicos a tanques de fondo plano. Entre los 17 y los 20 días después de la eclosión, es decir, una vez terminada la metamorfosis y dependiendo de la temperatura del agua. (Dinis, M.T., L. Ribeiro. 1999)

Dependiendo del sistema de cultivo utilizado, las post larvas pueden permanecer en los tanques por un periodo aproximado entre 3 y 6 meses hasta alcanzar los 300mg de peso húmedo. Las post larvas se consideran como juveniles a partir de los 500 mg de peso húmedo. Con este peso los juveniles ya pueden ingerir alimento inerte sin grandes problemas y entrar en la fase de pre-engorde.

(Engrola, S., Conceição, L.E.C. 2005.)

El tanque que se utiliza para la adaptación al alimento inerte (destete), es el modelo rectangular de fondo plano con una columna de agua baja de tipo “race way”. La columna de agua facilita la limpieza del tanque y la visualización de los peces. Este tipo de tanque reduce el tiempo de permanencia del alimento (inerte o *Artemia sp*) en la columna de agua, ya que esta fase el lenguado ya se alimenta en el fondo del tanque, disminuyendo así las pérdidas de nutrientes solubles en el agua como por ejemplo las vitaminas.

La columna de agua puede tener entre 10 y 20 centímetros de altura. La capacidad de los tanques depende de la unidad de producción, ya que hay en el mercado tanques con unas dimensiones desde 0.5m<sup>2</sup> hasta 5m<sup>2</sup>. En estos tanques, la entrada de agua se sitúa en uno de los lados y la salida en el lado opuesto, par que la corriente de agua pase por todo el tanque.

Se deben de colocar tomas de aire, con el fin de facilitar el deslizamiento de los residuos de alimento no consumido por el centro del tanque hasta su total eliminación.

El sistema del tanque puede ser cerrado, semi-abierto o abierto, dependiendo de la unidad de producción. Si la unidad de producción cuenta con un acceso de agua de buena calidad, es posible mantener el sistema abierto siempre y cuando el agua tenga un previo tratamiento de filtrado y esterilizado en la entrada del tanque. En caso de utilizar un sistema semi-abierto o cerrado, es aconsejable el uso de sistemas de filtración para mantener la calidad del agua del cultivo; estos deben de incluir: Filtro de materia en suspensión, un esterilizador (UV), un espumador de proteínas y un filtro biológico.

- **Cultivo de postlarvas**

- Parámetros

**Cuadro 4** Parámetros aconsejables para cultivo de post-larvas

<b>Parámetro</b>	<b>Valor</b>
Temperatura	20 – 22°C
Oxígeno disuelto	90% a 100%
Salinidad	32- 35ppm
Amonio total	Menor a 0.005mg/l
Nitritos	Menor a 0.002mg/l

- Temperatura

La temperatura se debe mantener entre 20 y 22°C. Las temperaturas mas elevadas requieren de mayor atención en los procedimientos, mayor control de las condiciones abióticas dentro del sistema.

Las variaciones bruscas de temperatura aumentan el riesgo de que se produzcan brotes ocasionales de enfermedades: Un descenso de la temperatura por debajo de los 20°C, tendría como consecuencia una reducción del crecimiento de las post-larvas o tornarse favorable en el éxito del destete. Estos parámetros se deberán medir diariamente.

- Salinidad

La salinidad debe mantenerse entre 32 y 35ppm ya que es un nivel de salinidad normal en la zona sur de la península Ibérica. Sin embargo en los meses de verano la salinidad sube a 38ppm, ya que el agua proviene de los esteros, en este caso se aconseja añadir agua dulce al sistema.

- Amonio Total

El amonio total no debe presentar niveles significativos en el agua del cultivo. Ocasionalmente hay concentraciones de hasta 1mg/l lo que no causa altos niveles de mortalidad. En sistemas abiertos, es aconsejable aumentar la frecuencia de cambio de agua si se detecta amonio total.

En sistemas semi-abiertos o cerrados, es aconsejable un recambio de agua y activar el filtro biológico. Se debe realizar un análisis de agua entre una y dos veces por semana siempre y cuando no presente ninguna anomalía en el cultivo.

- Oxígeno disuelto

El oxígeno disuelto presente en el agua debe de tener un porcentaje de saturación cercano al 100% y nunca por debajo del 80%. Es muy importante verificar que los niveles de oxígeno disuelto no bajen después del suministro de la alimentación. Estos niveles se deberán medir diariamente.

- Fotoperíodo

El fotoperíodo que se utiliza es de 12 horas de luz y 12 horas de oscuridad, es controlado por un reloj y con lámparas de halógeno o fluorescentes.

- Intensidad luminosa

Debe de ser de aproximadamente de 400 lux o inferior. No es aconsejable la oscuridad total, ya que presenta dificultad en el mantenimiento de los tanques.

- Recambio de agua

Debe de ser de entre 4 y 6 recambios por hora, si el porcentaje de oxígeno disuelto y el nivel de amonio total del agua lo permite. En caso que sea necesario, se puede aumentar la frecuencia de recambio de agua, teniendo siempre cuidado de que el alimento suministrado permanezca en los tanques el tiempo para que pueda ser ingerido.

- Aireación

Se debe colocar la aireación de forma que favorezca una corriente que lleve el alimento no consumido hasta el desfogue del tanque para la eliminación en su totalidad del mismo.

- Mallas o filtros de salida

Durante la fase de *Artemia sp* las mallas pueden ser de 500micras, pero conviene aumentarlas hasta los 2mm durante la fase de alimentación inerte. Las mallas se deben limpiar diariamente.

- Alimentación

En esta fase las post larvas se mantienen a una densidad de 3,000PL/m<sup>2</sup>. Hasta el inicio del destete, se alimentan con metanauplios de *Artemia sp* enriquecidos, de 24 horas de edad, vivos o congelados.

- *Artemia*

Esta fase de suministrar alimento a las postlarvas con *Artemia* se lleva a cabo al menos 4 veces al día (más si es posible). Es aconsejable cerrar la entrada del agua en los tanques durante 30 minutos tras la operación de alimentación a los peces, con el objetivo de garantizar una mayor eficiencia alimentaria.

- Metanauplios de *Artemia* viva

Para este tipo de alimentación, se debe retirar los metanauplios del tanque de enriquecimiento, lavarlos con agua salada y contarlos. Después de realizar la primera alimentación de las postlarvas, la *artemia* restante se guarda con ventilación y a una temperatura de 4°C, con el fin de mantener sus características nutricionales.

- Metanauplios de *Artemia* congelada

En este proceso se toman los metanauplios previamente enriquecidos para lavarlos con agua salada y posteriormente contarlos. Posteriormente los metanauplios se almacenan en sacos de plásticos previamente etiquetados, indicando la fecha y la cantidad total de metanauplios de *artemia* enriquecidos. Los sacos se almacenan en un congelador a -20°C y deberán consumirse en un plazo máximo de un mes.

Antes de cada alimentación, se deberán descongelar los metanauplios en agua salada esta agua es aconsejable que no se agite para no acelerar el proceso de osmoregulación. Cuando los metanauplios estén listos y antes de suministrarlos a las postlarvas es aconsejable agitar suavemente el recipiente con el objetivo de homogenizar el alimento.

- Alimento Inerte

Actualmente, existen varios tipos de alimento inerte en el mercado. Al momento de escoger el alimento, se debe tener en cuenta los siguientes aspectos: El tamaño de la partícula, su rendimiento en el tanque de cultivo y su aceptación por los lenguados.

**Cuadro 5** Ración en relación con peso húmedo de post-larvas

<b>Tipo de ración</b>	<b>Tamaño de la partícula(mm)</b>	<b>Peso Húmedo de las postlarvas(mg)</b>
Num.0	0.1-0.4	Menor a 20
Num.1	0.4-0.6	20-50
Num.2	0.6-1.0	50-300
Num.3	1.0-1.6	300-800
Num.4	Mayor a 1.6	Mayor a 800

La ración mas utilizada y mostrando los mejores resultados en el destete del lenguado en diferentes criaderos de centros de investigación y empresas es AgloNorse® (Fabricado por EWOS®, Noruega). Existen otros fabricantes de alimento para el destete del lenguado, que han dado buen resultado y que son de bajo costo (ALPIS®, España) y (ACC®, Portugal).

El destete del lenguado, tal y como se realiza en el Centro de Ciencias del Mar -CCMAR- Universidad de Algarve, se inicia cuando las larvas tienen entre 25 y 50mg. De peso húmedo y una edad de aproximadamente de 40 días después de la eclosión: El destete de las post-larvas se puede realizar de dos modos: El Abrupto; es cuando después de un día de ayuno se inicia el suministro de alimento inerte. El co-alimentación; es en el que durante un cierto periodo de tiempo las post-larvas se alimentan con *Artemia* y alimento inerte. (Engrola, S., Conceição, L.E.C. 2005.)

**Cuadro 6** Composición analítica de la ración AgloNorse®

<b>Ración</b>	<b>Proteínas (%)</b>	<b>Lípidos (%)</b>	<b>Humedad (%)</b>	<b>Cenizas (%)</b>	<b>Carbohidratos (%)</b>	<b>Fibras (%)</b>	<b>Energía Mj/Kg</b>
Num.0	59	20	«10	9-15	4	1	24
Num.1	59	20	« 10	9-15	4	1	24
Num.2	59	20	«10	9-19	4	1	24
Num.3	59	20	«10	9-15	4	1	24
Num.4	59	20	«10	9-15	4	1	24

✓ Destete abrupto

Después de un día de ayuno, se inicia el suministro de la ración a las post-larvas, a través de alimentadores automáticos, en caso de no disponer es estos, se podrá realizar a mano. Durante los primeros días, se aconseja observar atentamente el comportamiento de las post-larvas en el momento de la alimentación, con el objetivo de comprobar que estén comiendo bien.

✓ Destete en co-alimentación

Es aconsejable que esta fase de co-alimentación se de corta duración, aproximadamente de 5 a 7 días. Existe una mayor dificultad en la aceptación del alimento inerte por parte de las post-larvas cuando están sometidas a un destete en co-alimentación. (Ribeiro, L., Engrola, S., M.T.Dinis.2005).

El alimento inerte se suministra en la mañana, como primera alimentación, mientras que la artemia se reserva para raciones posteriores. En ambos métodos de destete, se proporcionan raciones continuamente o por lo menos de hora en hora durante un mínimo de 18 horas al día.

Es importante evitar el exceso de comida depositada en los tanques ya que puede causar problemas sanitarios y un rápido aumento del agua amoniacal en el sistema de producción total.

➤ Higiene y control sanitario

Es necesario controlar las condiciones higiénicas de los tanques, así como las de todo el material y equipo utilizado en el cultivo. Todos los elementos se deben desinfectar con hipoclorito de sodio con otro producto desinfectante y en especial de la grasa presente por el uso del enriquecimiento ya que se debe lavar con agua caliente y detergente para luego aplicar la desinfección.

El tratamiento profiláctico para reducir el riesgo de enfermedades en la unidad de producción, es de efectuar un baño semanal de formol en los tanques de cultivo. El baño se realiza durante 30 minutos, en una concentración de 50 ml de formol al 37% en 1,000 litros de agua.

#### **7.4 Pre engorde**

Esta fase consiste en la obtención de juveniles aptos para soportar el trastorno que provoca la domesticación del cultivo en tanques en un sistema controlado y brindarle todas las características que mas se asemejen a un cultivo en el medio natural. Por ende la calidad final de lo juveniles producidos depende esencialmente por las condiciones aplicadas durante la fase de pre engorde.

Esta fase de cultivo se comienza cuando los alevines han superado el destete y cuando se comienza a suministrar concentrado (pellet) de manera eficiente.

En el pre engorde, la alimentación se basa en alimento o concentrado (pellet) comercial y la forma en que se suministra es “ad libitum” (ha saciedad).

Aunque los fabricantes de concentrados ya poseen tablas de alimentación, es recomendable ajustar la ración diaria de concentrado ya que es fundamental a la hora de minimizar gastos y riesgos de patologías.

La dosis diaria suministrada de concentrado es de 3 a 5% de la biomasa total del tanque. El método que se utiliza para suministrar el alimento es a través de alimentadores automáticos. Es aconsejable que toda ó la mayor parte de ración se suministre durante la noche, periodo de mayor actividad del lenguado.

Al iniciar la fase de engorde el tamaño de la partícula del concentrado o pellet es entre 0.75-1cm, debido al aumento del pez y llegando a una etapa final de pre engorde de los 2.2 – 2.5cm

Para un desarrollo eficaz en la etapa de pre engorde es fundamental la buena calidad de agua; con sistemas de depuración como filtros físicos, biológicos y UVA.

**Cuadro 7** Parámetros aconsejables para cultivo en la etapa de pre engorde

<b>Parámetro</b>	<b>Valor</b>
Temperatura	18 – 20°C
Oxigeno disuelto	Mayor a 5 mg/l
Salinidad	30- 35ppm
Amonio total	Menor a 0.005mg/l
Nitritos	Menor a 0.002mg/l

Los tanques que se utilizan para el engorde de lenguado son de 0.7-1m de profundidad, circulares o rectangulares, con fondo plano y del color semejante a la especie. Debido a que el lenguado posee la capacidad mimética (ya que el color del fondo del tanque afecta a la pigmentación del juvenil.

Es aconsejable que se coloque fondo claro al estanque para que favorezca aparición de diversos patrones de pigmentación, en cambio si se coloca fondo oscuro todos los peces aparecen de la misma manera pigmentados, la tendencia hoy en día es utilizar tanques con fondo oscuro para que no exista disparidad de colores o pigmentación.

Es importante señalar que esta fase de pre engorde no se lleva a cabo en tanques, sino que durante el destete los alevines se trasladan a esteros y principalmente en Ramalthe (Estación Experimental de -CCMAR-) se omite esta fase del pre engorde y los alevines destetados se engordan directamente en esteros o tanques de engorde.

## **7.5 Patología, profilaxis y control**

La aparición de patología durante el cultivo se debe a varias causas. La diversidad de enfermedades se clasifica en infecciosas y no infecciosas.

El desarrollo de las patologías infecciosas se debe tanto del agente infeccioso, como de las condiciones del hospedero y las características del medio donde se desarrolla el cultivo.

El desarrollo de enfermedades no infecciosas esta asociado al descontrol y/o desconocimiento de los requerimientos o manejo esenciales para el desarrollo del cultivo. La ausencia de los elementos esenciales como: una dieta desequilibrada o unas inadecuadas condiciones ambientales son factores que provocan el desarrollo de este tipo de enfermedades.

El cultivo de lenguado posee particularidades con respecto a las enfermedades ya que el pez tiene contacto directo con el sustrato y por eso se determina que la piel es uno de los principales órganos de entrada o vía de enfermedades infecciosas. Además el mimetismo característico de los pleuronectiformes los hace muy sensibles al estrés en condiciones ausencia de sustrato y/o intensa luminosidad.

- **Principales patologías conocidas en el cultivo de lenguado**

- **Enfermedades víricas**

Los virus detectados en pleuronectiformes (pece planos) abarcan desde los birnavirus los cuales son responsables de la necrosis pancreática infecciosa, pasando por rhabdovirus causantes de la septicemia hemorrágica viral en salmónidos, hasta el nodavirus, herpesvirus y iridovirus causante de la linfocitosis y virus de la necrosis eritrocítica.

En el cultivo de lenguado senegalés (*Solea senegalensis*) se ha aislado un solevirus (aquabirnavirus) esta asociado a la mortalidad de un lote de reproductores salvajes, este tipo de virus ha sido igualmente detectado en huevos de rodaballo y lenguado común (*Solea solea*). (Rodríguez, S., Vilas, M. p., Gutiérrez, M. C.1997).

El nodavirus es responsable del desarrollo de la necrosis nerviosa viral conocida también como encefalopatía y retinopatía vírica, este virus ha sido detectado en el lenguado común *Solea solea* en el reino unido (Starkey, W.G.2001).

El iridovirus es asociado a la linfocitosis ya que manifiesta en condiciones de estrés como las elevadas temperaturas y los nivel bajos de oxígeno, los síntomas presentados son lesiones en la epidermis, estas lesiones se centran principalmente en la formación de células gigantes en la epidermis de carácter benigno que puede alcanzar prevalencias epizooticas en densidades altas de cultivo, estas lesiones pueden alcanzar afectar órganos internos. (Padrós, F., Zarza, C.2003).

- **Enfermedades bacterianas**

Los principales patógenos bacterianos determinados en el cultivo de lenguado son: *Photobacterium damsela* responsable de la pasteurelisis, *Tennacibaculum maritimum* causante de la flexibacteriosis y diversas especies del genero *Vibrio* y *Listonella* que provocan septicemia del genérico vibriosis.

El *Photobacterium damselae* es el agente etiológico de la pasteurelisis, es una enfermedad infecciosa de carácter septicémico que ocasiona mortalidades masivas en densidades altas de cultivo, los síntomas presentados son una coloración oscura en el pez, distensión de la cavidad abdominal y nado errático. Internamente, presentan septicemia hemorrágica, hepatitis y esplenomegalia y pueden presentar gránulos en el hígado, bazo y riñón. (Padrós, F., Zarza, C.2003).

En 1999 apareció la primera descripción de la enfermedad en *Solea senegalensis* en España en la cual se manifiesta en temperaturas superiores a los 18°C, generalmente con cuadros agudos muy severos en los cuales la mortalidad puede llegar a ser extremadamente alta. (Zorrilla, I. Balebona, M. C.1999.)

*Tenacibatum maritimum* (anteriormente *Flexibacter maritimus* o *Cythophaga marina*) es el agente causal de la Flexibacteriosis. Es una bacteria filamentosa gram negativa. En el cultivo de lenguado generalmente presenta cuadros ulcerativos cutáneos progresivos en piel y aletas, y en algunos casos presenta cuadros septicémicos lo que puede provocar grandes mortalidades. (Bernadet, J. F., Campell, A. C.1990.)

La Flexibacteriosis y Vibriosis son las principales responsables de los cuadros ulcerativos cutáneos en el cultivo de lenguado en especial en las etapas de juvenil y de engorde, entre las especies de *Vibrio* que afectan al cultivo de lenguado senegalés están: *Vibrio (Listonella) anguillarum*, generalmente son infecciones mixtas con *P. damselae* sbsp. *Piscicida* o *T. maritimum*, *V. harveyi* y *V.parahaemotylus*. (Zorrilla, I. Balebona, M. C.1999.)

Otras enfermedades bacterianas de interés son: estreptococosis, la edwardsiellosis y la forunculosis. (Bernadet, J. F., Campell, A. C.1990.)

- **Enfermedades causada por hongos**

El principal hongo patógeno es el *Ichthyophonus hoferi*. Se caracteriza por la aparición de pústulas amarillas en el musculo y con un olor característico. Se supone que transmisión es en poblaciones naturales es el caso del zooplancton. Sin embargo en condiciones de cultivo esta se produce por el consumo de alimento fresco infectado.

Por este motivo se manifiesta especialmente en reproductores alimentados con alimento natural. Aunque de progresión lenta, ya que acaba provocando la muerte del pez varias semanas después de la infección.

- **Enfermedades causada por protozoos**

La importancia del dinoflagelado *Amyloodinium ocellatum* se prolifera sobre el fondo del tanque y su capacidad de provocar infecciones masivas en branquias son altas.

Entre los ciliados se destacan *Cryptocaron irritans* y *Trichodina sp.* *Crutocaryon* representa la versión en el cultivo de lenguado senegalés de la enfermedad del punto blanco de peces de agua dulce causada por *Ichthyophthirius sp.*, *Trichodina* es un comensal de piel y branquias aunque en ocasiones se puede comportar como un parasito oportunista.

Los ciliados *Uronema marinum* y *Philasterides dicentrarchi* con endoparásitos que invaden numerosos tejidos a partir de lesiones superficiales ocasionan perdidas en especial de juveniles. (Iglesias, R., Parama, A.2001)

- **Enfermedades causada por metazoos**

Los trematodos monogeneos son los principales causantes de lesiones en branquias en especial los géneros *Entobdella solea* (Bergh, O., Nielsen, F., Samuelsen, O. B.2001.)

El cestodo intestinal *Bothriocephalus sp.*, el hirudíneo Hemibdella Solea es el vector de Haemogregarina sp. y los copépodos de los géneros *Lepeophtherius* y *Lernaeocera* causan le enfermedad de las manchas negras en la piel. (Bergh, O., Nielsen, F., Samuelsen, O. B.2001.)

- **Patologías no infecciosas**

Las enfermedades mas destacadas en el cultivo de lenguado senegalés son las siguientes:

- El síndrome hepato-renal o nefrocalcinosis se caracteriza por la presencia de depósitos minerales en la luz de los tubos renales.
- Alteraciones pigmentarias son causadas por deficiencias nutricionales en las primeras fases del cultivo.
- La necrosis celular del tejido adiposo es causada por el suministro de concentrado en desequilibrio de antioxidantes y/o a una exposición solar excesiva de los peces (Padrós, F., Zarza, C.2003).
- La hipertirosemia granulomatosa es a causa por la deficiencia de vitamina C que impide el catabolismo de la tirosina que se acumula y cristaliza en los tejidos.

- La enfermedad de la burbuja se desarrolla por cambios bruscos de presión o de temperatura, esta enfermedad disminuye la solubilidad de los gases en el agua (principalmente  $N_2$  y  $O_2$ ), la cual provoca múltiples lesiones en el interior del pez por la formación de pequeñas burbujas que son visibles en las branquias, piel y ojos.

#### ▪ **Diagnostico**

La solución de un problema patológico pasa necesariamente por un diagnostico correcto. Una completa anamnesis, esto quiere decir la recopilación de datos previos y/o asociados a la aparición de la enfermedad, una anotación cuidadosa de la sintomatología y un examen visual detenidamente permitirá realizar un pre diagnostico y adoptar unas primeras medidas de control.

Existen numerosas técnicas de diagnostico van desde un simple examen visual hasta una ampliación de secuencias específicas del parásitos mediante la reacción en cadena de la polimerasa (PCR).

Para el diagnostico es necesario realizar un muestreo, el número de ejemplares a muestrear depende de los objetivos del diagnostico. Si se desea descartar la presencia de una infección en una población numerosa o desconocida, el número deberá ser establecido por un nivel de seguridad y un rango que se pudiera considerar como confiable. Para un error menor al 0.05, será necesario muestrear entre 30,60 o 150 ejemplares si quiere asegurar un rango de confianza al 10, 5 o 2%.

Si quiere realizar el diagnostico sobre ejemplares enfermos, el numero de ejemplares se establecerá con la asociación entre los síntomas y la infección. Por regla general, el muestreo es aleatorio de 10 ejemplares enfermos pero para una mejor exactitud y reducir el rango de error puede ser de 20 ejemplares.

- **Profilaxis y control**

- **Medidas básicas de manejo de cultivo**

- **El control de parámetros fisicoquímicos del agua**

El control de la calidad del agua es esencial en el desarrollo de todo cultivo. Los parámetros esenciales que se deben tener en cuenta son: temperatura, salinidad, niveles de oxígeno disuelto, Ph, concentración de amonio y nitritos.

La temperatura juega un papel importante no solo porque afecta directamente a la fisiología del pez sino que también porque modifica la solubilidad de los gases en el agua, afecta directamente a la reproducción y la propagación de los potenciales patógenos. La temperatura ideal para el cultivo de lenguado es entre 18 y 20°C. A temperaturas superiores a 22°C es frecuente la aparición de diferentes fenómenos patológicos en instalaciones de cultivo en sistema intensivo.

El lenguado es una especie eurihalina capaz de resistir salinidades entre 4 y 42 g/l. Esta capacidad facilita determinar tratamientos profilácticos basados en baños cortos de agua dulce con el objetivo de eliminar ectoparásitos (principalmente ciliados, flagelados y amebas).

El mantenimiento de los niveles de oxígeno próximos a la saturación es una garantía de supervivencia. El nivel mínimo es de 5ppm a 20°C y 35g/l de salinidad: Todas aquellas infecciones que afectan a las branquias (*Amyloodinium*, *Cryptocarion*, *Trichodina*, amebas, epiteliocistys, herpesvirus) se vuelven especialmente virulentas ante un descenso de los niveles de oxígeno, esto está asociado generalmente al aumento de temperatura.

El pH tiene especial interés en cultivo intensivo y en especial en aquellos sometidos a recirculación. La actividad metabólica de los peces, la carga orgánica o la presencia de micro algas en ausencia de iluminación provocan una disminución de pH: Un descenso excesivo (por debajo de 6,5) puede comprometer la viabilidad de un cultivo por este motivo los circuitos en recirculación deben poseer muchos sistemas de control y dosificación de alcalinidad.

Otro papel importante del pH es la influencia que tienen sobre el porcentaje de amoníaco ( $\text{NH}_3$ ) presente debido a la disolución del ion amonio ( $\text{NH}_3 + \text{OH} \rightleftharpoons \text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O}$ ). El incremento de una unidad de pH multiplica por diez la cantidad de amonio no ionizado (amoníaco) presente en el agua. Un pH de 7.5 (a 32 g/l de salinidad y 20°C de temperatura) la cantidad de amonio no ionizado es de 0.96% pasando al 8.87% a pH 8.5. La mayoría de las membranas biológicas son permeables al amoníaco pero relativamente impermeables al amonio. El amoníaco es tóxico en vertebrados debido a su capacidad para despolarizar las neuronas. (Randall, D. J., Tsui, T. K.N. 2002)

La tolerancia al amonio no ionizado del lenguado senegalés es de 1.32 ppm de  $\text{NH}_3\text{-N}$  para provocar, en 24 horas de exposición, una mortalidad del 50% (24h LC<sub>50</sub>) en larvas de 7 días de nacidas. Este dato refleja que las larvas de *Solea senegalensis* son más resistentes al amonio que otros peces, las larvas de dorada de 12 días de nacidas presentan una mortalidad a 24h LC<sub>50</sub> con una mortalidad del 50% a solo con una concentración de 0.24ppm) (Parra, G., Yufera, M.1999)

La concentración de nitritos presentes en el agua, en el cultivo de lenguado no tiene mayor preocupación debido a que esta especie es bastante resistente. Pero hay que tomar en cuenta los valores de seguridad con respecto a 100ppm, ya que debido a la presencia de  $\text{NO}_2$  afecta directamente al intercambio de oxígeno (formación de metahemoglobina), estos niveles deben de ser reducidos a 1ppm para una exposición prolongada. (Parra, G., Yufera, M.1999)

Es importante controlar la calidad microbiológica del agua en especial en las fases de larva y alevín o cuando se utilizan sistemas de recirculación. Los sistemas de esterilización por radiación UV deben ser situados lo mas próximos posible a los puntos de consumo, poseer los suficientes sistemas de limpieza, disponer de sensores internos para asegurar la dosis de radiación y el estado correcto de las lámparas. El agua utilizada para huevos, larvas y alevines debe de ser analizada periódicamente, para estimar por lo menos un número total de heterótrofos por ml.

### ➤ **El manejo de los fondos**

El lenguado es un pez de vida bentónica las condiciones del sustrato con esenciales para el desarrollo del cultivo. Los sustratos oscuros (grises, azules o negros) y las intensidades lumínicas reducidas (menor o igual a 100 lux) favorecen sustancialmente el estrés. La presencia de una capa fina de arena mejora su adaptación en los tanques y facilita su mimetismo e impide la formación de pequeñas incrustaciones en el taque que podría dañar la piel del pez.

La presencia de arena en el fondo de los tanques dificulta el manejo y la limpieza, pero la ausencia de un sustrato no ha impedido el desarrollo del cultivo del lenguado senegalés.

La limpieza (sifonado) de los fondos es una práctica esencial. Mantener los fondos limpios de restos de alimento facilita el control del desarrollo de infecciones bacterianas y protozoarias. El vaciar diariamente y de forma brusca los conductos de desfogue del tanque, evita la acumulación de restos de alimento y materia orgánica en zonas muertas de las tuberías lo que podría llevar a la formación de  $SH_2$  que podría retorno al tanque si los desfogues no poseen un sistema de rebalse directo.

La optimización del engorde en esteros del lenguado senegalés es hoy en día uno de los factores limitantes del despegue del cultivo en la costa sur atlántica.

Una vez iniciado el cultivo, el escaso control que hay sobre los fondos y los propios ejemplares es el principal factor limitante, la ausencia de técnicas eficientes de la estimación de la cantidad de ejemplares y la dificultad de detectar a tiempo el desarrollo de patologías, es debido a que los ejemplares muertos quedan en el fondo, por esta razón son de las desventajas con las que cuenta el cultivo de lenguado en esteros.

Se debe de tener en consideración la importancia de la aparición de los blooms de algas que pueden provocar mortalidades por lesiones branquiales (*Chaetoceros sp*, *Distephanus sp*), por el mucus (*Thalassiosira sp*) o toxinas (*Alexandria sp*). La táctica de proliferación de estos tipos de algas es incrementar la renovación del agua y control de los niveles de oxígeno. En caso extremo se puede utilizar sulfato de cobre, no es recomendable por su efecto acumulativo en el organismo del pez.

#### ➤ **Medidas de control en el cultivo**

Como en cualquier cultivo, resulta muy eficiente el disminuir el estrés de los ejemplares cultivados. Evitar el ruido, la excesiva iluminación (no mayor a los 100 lux) y los cambios bruscos de temperatura son las tres medidas esenciales para el cultivo del lenguado senegalés.

La utilización de anestésicos, aun en pequeñas dosis, en todos los procesos de manipulación ayuda a reducir el estrés y las pequeñas lesiones.

Las medidas de higiene son básicas en cualquier proceso de producción. Es básicamente desinfectar el material de uso común como baldes, colectores de huevos, redes, etc., cuando se cambia de tanque y siempre al final del día.

Es necesario separar de manera física las cuatro grandes áreas de cultivo: reproductores, larvas, alevines y juveniles, no mezclar el material entre cada área, establecer barreras para desinfección de manos y calzado (pediluvios) a la entrada de cada instalación.

En la instalación en general se debe realizar una pausa técnica para limpieza general y desinfección al menos una vez al año y siempre al inicio del proceso productivo. Igualmente, en los cultivos en esteros es necesario secar las balsas, retirar el exceso de materia orgánica y desinfectar los fondos antes de cada ciclo.

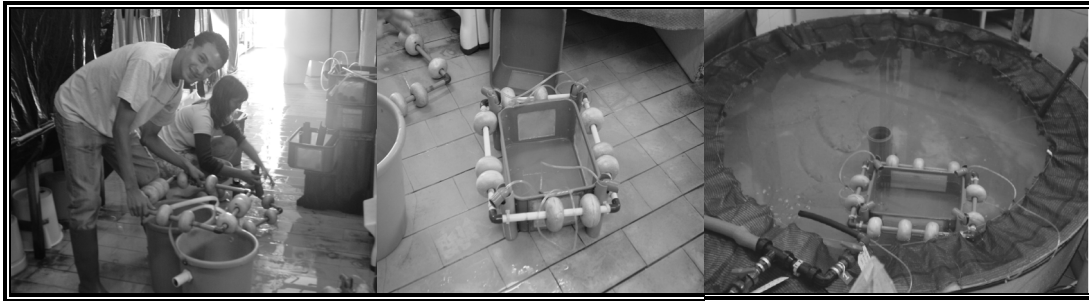
Toda estación acuícola debe de poseer una zona de cuarentena, con el objetivo de poder observar durante un tiempo prudencial el comportamiento y evolución de nuevos ejemplares que pretenden introducir en la estación acuícola. El estrés asociado al transporte suele provocar que se manifiesten infecciones latentes en un periodo entre 10 y 40 días. Si estos ejemplares se mantienen aislados antes de ser introducidos en la estación, se puede estimar si reúnen las condiciones zoonosanitarias requeridas o si es necesario desecharlos o iniciar un tratamiento, antes de que un agente patógeno pueda invadir toda la estación. Por cualquier duda todo organismo sospechoso debe ser apartado lo más pronto posible del estanque de cultivo y ser aislado/analizado.

- **Tratamientos profilácticos en el cultivo**

Los tratamientos profilácticos de animales salvajes capturados como futuros reproductores permiten mejorar la supervivencia durante el periodo de adaptación al cautiverio. Se debe de tener especial atención con el alimento fresco natural suministrado a estos ejemplares, ya que es la principal fuente de patógenos.

Si se les administra moluscos, ya sean cefalópodos o bivalvos (mejillones), estos deben de ser cocidos y es mejor congelados a  $-20^{\circ}\text{C}$  durante al menos 10 días antes de su uso. Igualmente, el pescado fresco suministrado como alimento a los reproductores debe de ser eviscerado, seleccionado y eliminando todos aquellos que presenten signos o manifiesten alguna patología.

El congelado se debe de realizar en dosis adecuadas que no permita la recongelación de la cantidad sobrante. Se debe de tener especial cuidado en la conservación del pescado azul; siempre a temperaturas inferiores a  $-20^{\circ}\text{C}$  y protegido de la luz.



**Figura 11** Limpieza del recolector de huevos

Los recolectores de huevos y larvas se deben de limpiar diariamente como también los huevos recogidos con el objetivo de minimizar la contaminación con restos de heces o alimento.

Para la conservación del concentrado o pellets es fundamental seguir las recomendaciones del fabricante.

Una de las fuentes de contaminación en los cultivos larvarios son los procesos de transmisión vertical y la contaminación de la superficie de los huevos durante su estancia en el colector. Cuando se da esta situación, la superficie de los huevos puede ser esterilizada con yodo (povidona yodada) o agua oxigenada, enjuagándolos varias veces antes de transferirlos a los incubadores.

Sin embargo, la principal fuente de contaminación en el cultivo larval, es la utilización de material contaminado y sobre todo la micro fauna acompañante del alimento vivo (rotíferos y *Artemia*).

En el cultivo de rotíferos debe cuidarse la calidad microbiológica del alimento enriquecido suministrado, particularmente si este contiene levadura.

La correcta conservación de los alimentos enriquecidos es refrigerarlos con el objetivo de mantener su calidad microbiológica del alimento final. Tanto de los rotíferos como los nauplios de *Artemia* deben de ser minuciosamente enjuagados con agua filtrada y esterilizada para diluir la carga microbiana aportada por el cultivo larval.

El uso de antibióticos en acuicultura es siempre una polémica: Como cualquier actividad de producción animal, se necesita de herramientas seguras para luchar contra las infecciones bacterianas y fúngicas: es reconocido que el abuso de estas sustancias solo traen desventajas como: El desarrollo de cepas resistentes, incremento en los costos de producción, disminución de la calidad del producto y la aportación al medio natural de contaminantes no deseados.

En el cultivo de esta especie a falta de vacunas específicamente diseñadas, el uso de antibióticos resulta imprescindible en determinadas circunstancias. Cuando se presentan este tipo de situaciones se deben de aplicar las siguientes reglas: Un diagnóstico específico, una confirmación mediante antibiograma y se aplica una dosis de duración adecuada. Es importante que ejemplares destinados a al consumo humano es necesario prescripción veterinaria y es imprescindible respetar los periodos de suspensión previos a su comercialización.

**Cuadro 8** Principales tratamientos en acuicultura para el cultivo del lenguado senegalés

Uso	Método/Producto	Patógeno	Dosis/ Duración	Observaciones
Desinfección física del agua	Radiación UVC (24nm)	Todos, las esporas de hongos son más resistentes	»100ml/cm2 (100mW.sec/cm2)	También provoca la foto oxidación de productos nocivos: Se sitúa lo mas cerca del punto de consume.
Desinfección química del agua y utensilios	Hipoclorito de sodio, Hipoclorito de calcio	Todos, las esporas de hongos son más resistentes	10-100 ppm de Cl activo	Produce derivados del cloro y son tóxicos, no mezclar con ácidos, es corrosivo y debe neutralizarse con tisuftato después de su uso.
Desinfección química de fondos	Desecación y luz solar	Parásitos que habitan en el fondo	Una dosis después de cada ciclo reproductivo	Medidas básicas de preparación de fondos
Desinfección química de fondos	Oxido de calcio	Todos	0.5kg/m <sup>2</sup> - 4 semanas	Llenar y vaciar el tanque con agua controlada a un pH menor a 8.5
Desinfección química del agua	Ozono	Metazoos, protozoos, hongos, bacterias y virus: Las esporas y quistes son resistentes	0.21 ppm - 3 minutos mínimo, asegurar eliminación por desgasificación tras el tratamiento	Es el más eficaz, vida útil corta y no produce tóxicos. Se puede generar in situ, es costoso, el nivel de seguridad para peces menor 0.002ppm (0.008 ppm son letales)
Desinfección de ejemplares/Huevo /Utensilios en general	Peróxido de hidrogeno (también se puede combinar con acido acético)	Todos	De 25 a 200 ppm de H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> - Dependiendo del uso y duración (ejemplares 25 ppm baños cortos 15-60 min. /48H 7 días)	Eficaz, barato, no toxico ni corrosivo, su combinación con acido acético mejora su potencial
Desinfección huevos/utensilios en general	Yodo(yodóforos, Povidona yodada)	Hongos, bacterias y virus	5-10ppm yodóforos (10 ppm Povidona yodada) - 10minutos	Es necesario enjugar muy bien los huevos después de la desinfección
Antiparasitario	Agua dulce	Amebiasis	Baños periódicos de 1 hora cada 3 días	
Antiparasitario	Formaldehido	Protozoos y metazoos	1000-200ppm de formalina (formaldehido a 40%) = 40-80 ppm de formaldehido - 10-30minutos	Asegurar saturación de oxigeno, tratamiento complementario al antibiótico para la flexibacteriosis
Antiparasitario	Sulfato de cobre	Amyloodium, dinoflagelados y algas	2-4ppm de SO <sub>4</sub> Cu, 0.5- 1 ppm Cu, -Baños continuos de 10-12 días ataca a las dinosporas.	Se acumulan sedimentos y tejidos y puede provocar daños severos en branquias, se debe de diluir previamente, se colocar mas oxigenación, su toxicidad aumenta si la alcalinidad del agua es baja.

Antiparasitario	Acido acético	Protozoos y epibiontes	1000 – 2000 ppm -1 a 10 minutos	Puede ampliarse para eliminar epibiontes en las tuberías
Antiparasitario	Permanganato de potasio	Protozoos y bacterias	0.5 a 2ppm -1 a 12horas	Su eficacia depende de la materia orgánica presente
Tratamiento antimicrobiano	Oxitetraciclina	Vibriosis, Flexibacteriosis	Terramicina intramuscular (Oxitetraciclina 20%) 0.25ml/kg pez. Baños de 5 a 120ppm (depende la dureza del agua). Pellet medicado: Dosis variable - (80mg/kg pez día, de 10 15 días)	La inyección intramuscular se ha usado para la recuperación de animales salvajes con heridas, respetar periodos de supresión. Forma complejos inactivos con cationes divalentes.
Tratamiento antimicrobiano	Acido Oxilínico/ Flumequine(quinolonas)	Vibriosis, Pasteurelosis	Pellet medicado; dosis variables dependiendo del antibiograma( 15/30 mg/Kg pez*día; durante 7 días)	Debe tener prescripción veterinaria y respetar periodos de supresión
Tratamiento antimicrobiano	Timetropine + Sulfadiazina (5:1)	Vibriosis, Pasteurelosis, Edwuarsielosis	Pellet medicado; dosis variables dependiendo del antibiograma( 50mg/Kg pez x día; durante 7 días)	Debe tener prescripción veterinaria y respetar periodos de supresión
Tratamiento antimicrobiano	Florfenicol	Flexibacteriosis	Pellet medicado; dosis variables dependiendo del antibiograma (10 mg/Kg pez x día; durante 10 días)	Debe tener prescripción veterinaria y respetar periodos de supresión
Anestésico	2-phenoxietanol	Manejo, transporte, marcaje y biometría	100 – 500ppm la dosis depende de la narcosis y del tamaño del animal	Económico y rápido
Anestésico	Aceite de clavo (contienen eugenol, turpenos y phenoxietanol)	Manejo, transporte, marcaje y biometría	25 – 100ppm dosis depende de la narcosis y del tamaño del animal	Se debe diluir en etanol, su acción es lenta, asegurar saturación de oxígeno y el su uso del alimento.

La vacunación ha reducido significativamente del uso de antibióticos en la acuicultura marina. Se utiliza en infecciones de un patógeno definido, caracterizado y aislado. Debido a que el periodo de protección de una vacuna no abarca todas las fases de producción.

En la actualidad existe una vacuna que combate a *Vibrio hervey* y *Photobacterium damsela subsp piscicida*. El desarrollo de estas vacunas es a base de proteínas recombinantes y/o ADN del patógeno ya que cada día incrementa sustancialmente su capacidad de protección. (Arijo, S. Rico, R. Chabillon, M., Díaz- Rosales, P.2005.)

La eficacia de las vacunas, en intensidad y duración, depende esencialmente de: La edad, estado físico del pez, el antígeno en si la vía de aplicación (baños de inmersión, alimentación o inyección). Los baños de inmersión y la alimentación son los métodos mas económicos y fáciles de aplicar pero de efectos menos duraderos.

La inyección es el método mas eficaz pero, debido a que requiere un tamaño mínimo de población y su costo de aplicación es elevado, por lo general este método se aplica a ejemplares de alto valor (reproductores).

La utilización de inmunoestimulantes en la dieta ya es una opción comercial. Prácticamente todas las casa comerciales disponen de concentrados o pellets con diferentes sustancias añadidas que enriquecen el sistema inmunológico de los peces. El desarrollo actual de probióticos tiene un efecto prometedor especialmente en peces marinos con la protección de la mucosa de la piel y del tracto digestivo, esta utilización promete convertirse en una alternativa solida y no agresiva para la prevención de enfermedades infecciosas en la acuicultura.

## 8. Conclusiones

- 8.1. En las operaciones de pesca para la adaptación del lenguado al cautiverio, las condiciones de estrés se deben de minimizar.
- 8.2. En la adaptación al cautiverio, la densidad de cultivo no debe ser superior a 5kg/m<sup>2</sup>, el fotoperíodo y la luz deben de ser naturales.
- 8.3. Debe de cuidarse la alimentación en los reproductores, con el fin de garantizar la satisfacción de los requisitos nutricionales.
- 8.4. La alimentación inadecuada, especialmente en las primeras fases de desarrollo larval da lugar a crecimientos menores y a tasas de mortalidad muy elevadas.
- 8.5. El utilizar columnas de agua reducidas como es en el caso del tanque empleado en la adaptación de las larvas de lenguado al alimento inerte (destete), es un inconveniente ya que es una pérdida eficiente de ventilación / oxigenación.
- 8.6. Se debe de realizar un muestreo semanal de los pesos de las post-larvas, con el objetivo de un mejor control en la biomasa y la adecuación del alimento inerte a la dieta suministrada.
- 8.7. Reducir el desarrollo de una enfermedad provocada por la presencia de un agente infeccioso es erróneo ya que es un proceso de tres elementos interrelacionados (ambiente, hospedero y huésped).

## **9. Recomendaciones**

- 9.1. Utilizar un dispensador de desinfección para manos en cada área de cultivo en la estación acuícola.
- 9.2. Aspirar el alimento acumulado no consumido que se encuentra en las zonas de aireación con el objetivo de evitar sedimentación y muerte de las larvas por asfixia.
- 9.3. Los baños de formol que se les aplica a las larvas de lenguado como tratamiento profiláctico deben de tener las siguientes condiciones: Estos baños se deben de aplicar antes de cualquier alimentación, limpieza del tanque del alimento no consumido y desechos del día anterior, detener el flujo del agua en al entrada del tanque, bajar el nivel del tanque al mínimo posible, añadir formol al agua en las zonas de aireación(con el objetivo que se pueda mezclar bien el agua y una mejor dispersión dentro del tanque), realizar esta operación con un tiempo máximo de 30 minutos y posteriormente abrir el flujo de agua.
- 9.4. Es necesario establecer planes de vacunación que cubran los periodos críticos de aparición de enfermedades.

## 10. BIBLIOGRAFÍA

1. Aragao, C. 1999. The effect of feeding rotifers at first feeding of *Solea senegalensis*: Working report. Portugal, Universidade do Algarve. p 4- 32.
2. Arellano, JM; Sarasquete, C. 2005. Atlas histológico del Lenguado Senegalés, *Solea Senegalensis* (Kaup, 1858). Madrid, Consejo Superior de Investigaciones Científicas. p. 163-183.
3. Arijo, S; Rico, R; Chabrillon, M; Díaz- Rosales, P. 2005. Effectiveness of a divalent vaccine for sole, *Solea senegalensis* (Kaup), against *Vibrio harveyi* and *Photobacterium damsela subsp. piscicida*. Journal of fishes Diseases 2: 33 - 38.
4. Bergh, O; Nielsen, F; Samuelsen, OB. 2001. Diseases, prophylaxis and treatment of the Atlantic halibut *Hippoglossus hippoglossus*: a review. Aquatic Organism 2: 57-74.
5. Bernadet, JF; Campell, AC. 1990. *Flexibacter maritimus* is the agent of black patch necrosis in Dover sole in Scotland. Disease of Aquatic Organisms 2: 8-22.
6. Cavañate, PJ; Zerola, R; Fernandez, C. Feeding and development of Senegal sole (*Solea senegalensis*) larvae reared in different photoperiods. Aquaculture 258: 368–377.
7. CCM (Centro de Ciencias Del Mar, Portugal). 2007. Qué es el centro de ciencias del mar (en línea). Portugal, Algarve. Consultado 6 ago. 2007. Disponible en <http://www.ccmar.ualg.pt/institucional>.
8. Dinis, MT. 1986. Quatre Soleidae de l'estuaire du Tage: reproduction et Croissance; Essai d'Élevage de *Solea senegalensis* Kaup 1858. Thèse d'État ès Sciences Naturelles. France, Université de Bretagne Occidentale. p 42- 96.

9. Dinis, MT. 1992. Aspects of the potential of *Solea senegalensis* Kaup for aquaculture: larval rearing and weaning to artificial diets. *Aquaculture Fish. Manage* 2: 515-520.
10. Dinis, MT; Ribeiro, L; Soares, F; Sarasquete, C. 1999. A review on the cultivation potencial of *Solea senegalensis* in Spain and in Portugal. *Iberian Aquaculture* 4: 27-38.
11. Dirección General de Turismo, PT. 2007. Región de Algarve (en línea). Portugal, Faro. Consultado 5 ago. 2007. Disponible en <http://www.iturismo.pt/Algarve>.
12. El Algarve, PT. 2007. Guía de viaje del Algarve (en línea). Portugal, Faro. Consultado 5 ago. 2007. Disponible en <http://www.guiadeviaje.net/portugal/algarve>.
13. Engrola, S; Conçeição, LEC; Gavaia, PJ; Cancela, ML; Dinis, MT. 2005. Effects of pre-weaning feeding frequently on growth, survival, and deformation of Senegalese sole, *Solea senegalensis* (Kaup, 1858). *Aquaculture Organisms* 3: 10-18.
14. FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, IT). 1995. Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca: Pacífico Centro-Oriental. Roma, FAO. p 1201-1813. (v. III).
15. Gavaia, PJ; Dinis, MT; Cancela, ML. 2002. Osteological development and abnormalities of the vertebral column and caudal skeleton in larval and juvenile stages of hatchery-reared Senegal sole (*Solea senegalensis*). *Skeletal Aquatic Organisms* 1: 305-323.
16. Iglesias, R; Parama, A. 2001. *Philasterides dicentrarchi* (Clitophora, Scuticociliatida) as the causative agent of scuticociliatosis in farmed turbot *Scophthalmus maximus* in Galicia/España. *Aquatic Microorganisms* 4: 47-55.

17. Instituto de Turismo de Portugal-Algarve. 2007. Visitar Algarve (en línea). Portugal, Faro. Consultado 5 ago. 2007. Disponible en <http://www.visitportugal.com>.
18. Padrós, F; Zarza, C; Estévez, A; Crespo, S; Furones, MD. 2003. La patología como factor limitante para el desarrollo del cultivo de lenguado. In IX Congreso Nacional de Acuicultura: Consejería de Agricultura y Pesca. Cádiz, Editorial Juarez Amaril. p. 14-26.
19. Parra, G; Yufera, M. 1999. Tolerance response to ammonia and nitrite exposure in larvae of two marine fish species (gilthead sea bream *Sparus aurata* Dorada and Senegal sole *Solea senegalensis* Kaup). *Aquaculture Iberian Organisms* 5: 857-863.
20. Randall, DJ; Tsui, TKN. 2002. Ammonia toxicity in fish. *Marine Pollution* 1: 17-23.
21. Ribeiro, L; Engrola, S; Dinis, MT. 2005. Weaning of Senegalese sole (*Solea senegalensis*) post larvae to an inert diet with a co-feeding regime. *Marine Aquaculture* 3: 327-337.
22. Rodríguez, S; Vilas, MP; Gutiérrez, MC. 1997. Isolation and preliminary characterization of birnavirus from the sole *Solea senegalensis* in Southwest Spain. *Journal of Aquatic Animal Health* 9: 295-300.
23. Starkey, WG. 2001. Nodavirus infection. Atlantic cod and Dover sole in the United Kingdom 149: 179-181.
24. Zorrilla, I; Balebona, MC. 1999. Isolation and characterization of the causative agent of pasteurellosis, *Photobacterium damsela* ssp. *Piscicida*, from sole *Solea senegalensis*. *Microorganisms In Marine Fishes* 22: 167-172.