

The collage illustrates the scientific process of otolith microchemical analysis. It includes images of fish handling, fish with specific characteristics (red head, yellow tag), fish dissection, the BIODEMER logo, fish head profiles, otoliths in a mold, two otoliths, a fish with a pink line indicating a measurement, a fish with a yellow tag, and a fish with a yellow tag.





# ÍNDICE

---

<b>RESUMEN</b>	<b>4</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>5</b>
Estimación de la edad	6
Otolitos. Estructura y función	6
<b>MUESTREO BIOLÓGICO</b>	<b>9</b>
<b>TÉCNICAS DE EXTRACCIÓN, PREPARACIÓN Y MONTAJE DE PIEZAS ESQUELÉTICAS</b>	<b>15</b>
ESCALA ANUAL	10
ESCALA DIARIA	15
<b>ALMACENAMIENTO</b>	<b>18</b>
<b>INTERPRETACIÓN DE LA PIEZA ESQUELÉTICA PARA ESTIMAR LA EDAD</b>	<b>19</b>
Observación e interpretación de las estructuras de crecimiento para asignación de edad a escala anual	19
Lectura de otolitos (enteros y secciones) y de vértebras	20
Observación e interpretación de las estructuras de crecimiento. Asignación de edad a escala diaria	21
Control de calidad de la asignación de la edad	22
<b>ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE CRECIMIENTO</b>	<b>23</b>
<b>DIAGRAMAS DE FLUJO PARA EL ESTUDIO DEL CRECIMIENTO</b>	<b>24</b>
Obtención de las muestras en el laboratorio	24
Procesado, observación e interpretación de la PE	25
Estimación de los parámetros de crecimiento	26
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>27</b>
<b>ACRÓIMOS</b>	<b>29</b>
<b>GLOSARIO</b>	<b>30</b>





**ANEXO: FICHAS TÉCNICAS DE BIOLOGÍA Y CRECIMIENTO DE 11 ESPECIES  
DEMERSALES EN EL ÁREA ICES**

	<b>32</b>
<i>Conger conger</i> (Linnaeus, 1758)	<b>33</b>
<i>Chelidonichthys cuculus</i> (Linnaeus, 1758)	<b>41</b>
<i>Glyptocephalus cynoglossus</i> (Linnaeus, 1758)	<b>46</b>
<i>Helicolenus dactylopterus</i> (Delaroche, 1809)	<b>51</b>
<i>Merluccius merluccius</i> (Linnaeus, 1785)	<b>58</b>
<i>Microchirus variegatus</i> (Donovan, 1808)	<b>64</b>
<i>Molva macrophthalma</i> (Rafinesque, 1810)	<b>68</b>
<i>Molva molva</i> (Linnaeus, 1758)	<b>73</b>
<i>Phycis blennoides</i> (Brünnich, 1768)	<b>78</b>
<i>Pollachius pollachius</i> (Linnaeus, 1789)	<b>82</b>
<i>Trisopterus luscus</i> (Linnaeus, 1789)	<b>88</b>



# RESUMEN

---

En este documento se presenta una síntesis de los métodos empleados para estudiar el crecimiento y la edad de especies de peces de interés comercial para la flota española en el área del ICES. Para ello se emplean estructuras calcificadas como los otolitos y las vértebras. El estudio de estas especies forma parte del requerimiento que la Comisión Europea ha establecido para el Programa Español de Recopilación, Gestión y Uso de Datos Pesqueros (PNDB) en base a los desembarcos nacionales, según establece la normativa vigente (Reglamento del Consejo (CE) 199/2008, Reglamento de la Comisión (CE) 665/2008, Decisión de la Comisión 2008/949/UE, Decisión de la Comisión 2010/93/UE). En este Programa está involucrado el Instituto Español de Oceanografía (IEO) y entre otros el proyecto BIODEMER, desarrollado en el Centro Oceanográfico de Vigo. Las especies objeto de estudio en este proyecto son: merluza (*Merluccius merluccius*), abadejo (*Pollachius pollachius*), congrio (*Conger conger*), faneca (*Trisopterus luscus*), gallineta (*Helicolenus dactylopterus*), locha (*Phycis blennoides*), maruca (*Molva molva*), maruca española (*Molva macrophthalma*), mendo (*Glyptocephalus cynoglossus*); incluyendo las especies de descarte: arete (*Chelidonichthys cuculus*) y goyeta (*Microchirus variegatus*).

Al final de este documento se ha añadido un anexo: *Fichas técnicas de Biología y crecimiento de 11 especies demersales en el área ICES*, donde se detallan los protocolos aplicados en la interpretación de la edad de cada especie. También se incluye una revisión de la bibliografía existente sobre estudios de crecimiento y edad, así como de los talleres e intercambios, ya que esta información acostumbra a considerarse como literatura gris y es por ello de difícil acceso.



# INTRODUCCIÓN

---

La edad y el estado de madurez son importantes parámetros biológicos utilizados habitualmente en el cálculo de la tasa de crecimiento y la biomasa del stock reproductor, en estudios de evaluación y dinámica de poblaciones de especies explotadas. Por lo tanto, la calidad de estos datos de entrada en los modelos de evaluación juega un papel vital en la gestión de los recursos pesqueros. A pesar de que la estimación de la edad de peces comenzó en 1800, los métodos empleados no han sido revisados hasta la década de 1980 en la que científicos de renombre como es el caso de Beamish y MacFarlane en 1983, cuestionaron no sólo las metodologías utilizadas en la estimación de la edad de muchas especies, sino también los problemas relacionados con la precisión y la exactitud (Campana, 2001). Estos problemas deben ser detectados y cuantificados, lo que significa que el control de calidad de las estimaciones de edad es de una importancia vital.

Reducir la variabilidad en las lecturas de edad y mantener la comunicación entre los lectores de los laboratorios implicados en la evaluación de las poblaciones de peces, es un proceso continuo e interminable que requiere un control de calidad. Formando parte de este control de calidad está como pieza básica, la elaboración de protocolos para todos los procesos que conllevan la estimación de la edad de la especie objeto de estudio. Además, es necesario llevar a cabo ejercicios de calibración mediante talleres de lectura de edad de piezas esqueléticas para detectar la presencia de errores. Desde 1997 hasta 2006, acciones concertadas apoyadas por la Comisión Europea como European Fish Ageing Network (EFAN) y Towards Accreditation and Certification of Age Determination of Aquatic Resources (TACADAR), hicieron especial hincapié en la necesidad de garantizar el control de calidad de la estimación de la edad. Órganos internacionales de asesoramiento como el ICES (International Council Exploration of the Sea) han reconocido su importancia, máxime cuando hay varios reglamentos europeos que requieren datos sobre la edad y la madurez, tal como la recopilación de datos del Programa Nacional de Datos Básicos de la Data Collection Regulation (DCR).

En el laboratorio del Centro Oceanográfico de Vigo del IEO, la estimación de la edad forma parte integral de las tareas de investigación pesquera, por lo que garantizar la calidad de las lecturas de piezas esqueléticas y la coherencia entre los lectores a lo largo del tiempo forma parte del trabajo rutinario.

En esta guía se presenta de una forma práctica, una síntesis de las técnicas para estudiar el crecimiento y la edad de un grupo de especies de interés comercial para la flota española en el área del ICES. Son especies objetivo del proyecto BIODEMER (“Estudio de la Biología de Especies Demersales”) desarrollado en este Centro Oceanográfico de Vigo. Todas ellas están contempladas en los requerimientos que la Comisión Europea ha establecido para el PNDB, en base a los desembarcos nacionales, según establece la normativa vigente (Reglamento del Consejo (CE) 199/2008, Reglamento de la Comisión (CE) 665/2008, Decisión de la Comisión 2008/949/UE, Decisión de la Comisión 2010/93/UE).

Adjuntas a esta información se presentan también las fichas de cada una de las especies citadas, donde se resumen las características biológicas más importantes y se presentan los protocolos estandarizados que se aplican en la interpretación del crecimiento de las piezas esqueléticas (otolitos y/o vértebras). Finalmente, se presentan las referencias bibliográficas de los estudios de crecimiento y edad realizados así como de los talleres que hasta el momento se han llevado a cabo, muchos de los cuales forman parte de la literatura gris y por lo tanto no son de fácil acceso.



## Estimación de la edad

En biología pesquera, el estudio del crecimiento de una población de peces, en general, es un proceso dinámico que se resume fundamentalmente en dos etapas:

1. Estimación de la edad individual: mediante la observación y recuento de los anillos de crecimiento que se forman en piezas calcificadas del individuo (otolitos, escamas, vértebras, etc.) para lo que se utilizan diferentes técnicas de preparación y observación.
2. Estimación de los parámetros de crecimiento: son valores numéricos de una ecuación por la cual se puede conocer el tamaño corporal medio (longitud o peso) de los individuos en función de la edad.

En los peces, la estimación de la edad ha demostrado ser, en general, más precisa mediante el análisis de piezas calcificadas que con otros métodos usados a escala poblacional (p. ej., métodos de progresión modal en distribuciones de frecuencias de tallas) (Panfili *et al.*, 2002). El análisis de piezas duras está basado en el examen de varios tipos de señales (estructurales, químicas y/o ópticas) en tejidos calcificados como escamas, otolitos, vértebras, etc. que aportan referencias temporales con fluctuaciones periódicas (ciclos día/noche, lunares, estacionales, etc.) y que se reflejan en forma de anillos en dichas piezas esqueléticas (Wright *et al.*, 2002). El uso de una u otra pieza dependerá de las especies y de la facilidad para su obtención, conservación e interpretación.

Teniendo en cuenta el potencial informativo que tienen estas piezas esqueléticas para conocer la edad individual y por consiguiente el crecimiento de los peces, existe una gran demanda de datos fiables procedentes de la aplicación de esta disciplina llamada esclerocronología, que en los últimos años ha adquirido una gran importancia (Campana & Thorrold, 2001). Sin embargo a pesar de todo el esfuerzo realizado, la estimación de la edad está todavía lejos de ser una ciencia exacta y la interpretación de las estructuras de crecimiento de las piezas esqueléticas continúa siendo motivo de debate, especialmente para algunas especies (Piñeiro 2011).

## Otolitos. Estructura y función

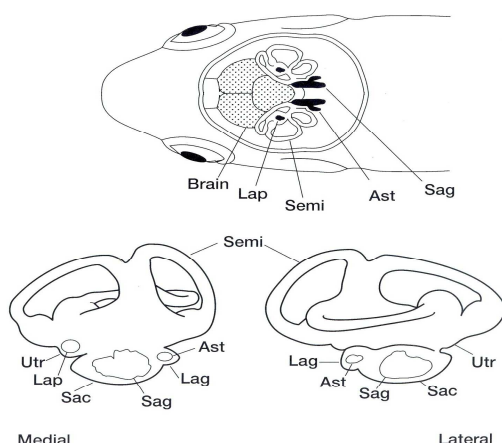
Los otolitos, piezas calcificadas localizadas a ambos lados de la cabeza de los peces óseos (figura 1), son los responsables del sentido del equilibrio y del oído, crecen a medida que crece el pez existiendo una estrecha relación entre el tamaño del otolito y el del pez (figura 2). El otolito aumenta su tamaño por deposición de capas concéntricas de carbonato cálcico y proteínas de distinto grosor y densidad óptica, formando unos anillos de crecimiento de periodicidad variable (anual, estacional o diaria), de forma que una vez confirmada ésta periodicidad, permiten estimar la edad de los individuos con cierta exactitud.

Considerados como los mejores indicadores de la edad en peces, los otolitos, a diferencia del resto de piezas calcificadas, poseen tres propiedades que los hacen únicos:

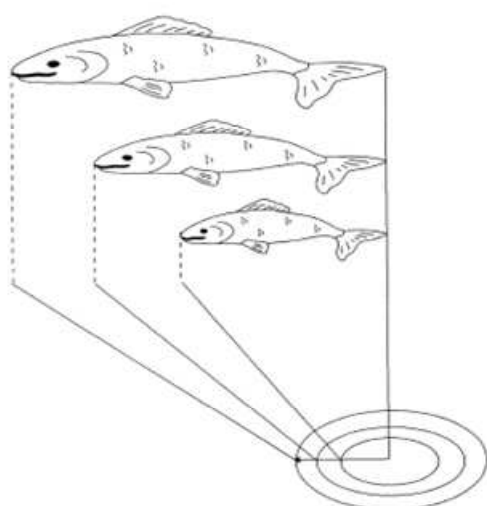
1. Son las primeras piezas duras que se forman, estando presentes desde el momento de la eclosión.
2. No sufren resorción por lo que son el registro más completo del crecimiento del individuo.
3. Presentan marcas diarias, lo que permite obtener información sobre el crecimiento de larvas y juveniles.



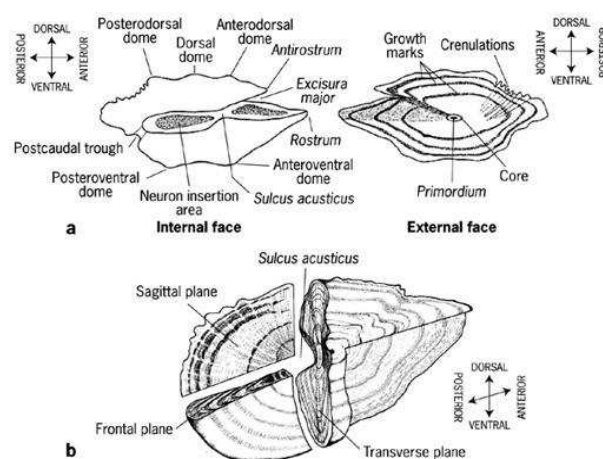
Aunque existen tres pares de otolitos: *sagitta*, *lapillus*, y *asteriscus*, el primero (*sagitta*) es el más utilizado para la estimar la edad por ser el más grande y más fácil de extraer. Los otolitos presentan simetría bilateral y tienen tres planos de orientación: sagital, frontal y transversal (figura 3). Las diferencias en la forma del otolito tienden a reflejar la filogenia del pez (Lombarte y Leonart, 1993; Torres *et al.*, 2000).



**Figura 1.** Esquema de la localización del oído interno en el cráneo de los peces teleósteos, (modificado de Secor *et al.*, 1992). Vista dorsal de una cabeza (sección frontal) mostrando la posición de los otolitos en el oído interno (izquierda superior); otolitos en el sistema laberíntico típico (izquierda inferior): Ast: *asteriscus*; Lag: lagena; Lap: *lapillus*; Sac: sacculus; Sag: *sagitta*; Semi: canal semicircular del laberinto; Utr: *utricle*. Disección de una cabeza de merluza mostrando la ubicación de los otolitos (*sagitta*) en el cráneo del pez (derecha).



**Figura 2.** Esquema mostrando el crecimiento del pez a lo largo de la vida en relación al del otolito. (Modificado de Bagenal & Tesch, 1978).



**Figura 3.** Anatomía del otolito *sagitta* mostrando los distintos planos de orientación usados para la observación de los anillos de crecimiento. a) Caras externa e interna de un otolito tipo y b) Tres planos de orientación del mismo: sagital, frontal y transversal (De Panfili, *et al.*, 2009).



Existen un gran número de trabajos y manuales que describen las técnicas para procesar y examinar piezas calcificadas con el fin de interpretar la edad a escala anual (Chilton & Beamish, 1982; Beamish & McFarlane, 1987; Pentilla & Dery, 1988; McCurdy et al., 2002; Panfili et al., 2002; CARE, 2006), o diaria (Secor et al., 1991; Stevenson & Campana, 1992). Las técnicas elegidas para procesarlas dependen del objetivo del estudio, la morfología de la pieza, preferencias del laboratorio y medios económicos disponibles. Sin embargo, en las dos últimas décadas se ha hecho especial hincapié en la necesidad de estandarizar las metodologías empleadas para estimar la edad de la misma especie y así comparar resultados, sobre todo cuando se trata de un mismo recurso explotado por distintos países. Este paso es fundamental para asegurar una mejor calidad de los datos de edad (Eltink et al., 2000; McCurdy et al., 2000).

En el marco del Programa Nacional de Datos Básicos tal como se ha mencionado anteriormente, el proyecto BIODEMER tiene el compromiso de aportar datos fiables sobre el crecimiento y edad de un grupo de especies. En la Tabla 1 se presenta un resumen de estas especies junto a las piezas esqueléticas (PE) y técnicas empleadas.

Especies	PE		Preparación				Observación	
	Otolito	Vértebra	Entero	Sección	Hidratado	Tostado	Aumento	Técnica
<i>Aspitrigla cuculus</i>	x		x		x		10X	Lupa binocular y luz reflejada
<i>Conger conger</i>	x	x		x		x	10X-20X	
<i>Glyptocephalus cynoglossus</i>	x			x			20X	
<i>Helicolenus dactylopterus</i>	x		x	x	x		10X-20X	
<i>Merluccius merluccius</i>	x			x			20X	
<i>Microchirus variegatus</i>	x		x		x		10X	
<i>Molva macrophtalma</i>	x			x		x	20X	
<i>Molva molva</i>	x		x	x	x		10X-20X	
<i>Phycis blennoides</i>	x			x			20X	
<i>Pollachius pollachius</i>	x			x		x	20X	
<i>Trisopterus luscus</i>	x			x		x	20X	

**Tabla 1.** Resumen de las piezas duras estudiadas en cada una de las especies, y de las técnicas y procedimientos empleados para cada una de ellas.

# MUESTREO BIOLÓGICO

Para poder estudiar a las poblaciones de peces es necesario recoger información y material biológico. Los muestreos biológicos que se realizan de forma rutinaria tanto en tierra (laboratorios costeros), como en el mar (campañas de investigación a bordo de buques oceanográficos), siguen un esquema de muestreo previamente diseñado por los grupos de investigación biológica que varía según la especie y el objetivo. Normalmente se emplean dos estrategias de muestreo: muestreo al azar (se recogen  $n$  muestras al azar independientemente de la talla) o muestreo estratificado aleatorio por tallas (se recoge un número determinado de muestras por clase de talla). Para los estudios de crecimiento de especies demersales es habitual utilizar el segundo método quedando así representado todo el rango de tallas y permitiendo estimar la curva de crecimiento.

En los muestreos biológicos además de la información relativa a la fecha de captura de los ejemplares, procedencia de las muestras (zona geográfica), del arte de pesca y la fecha del muestreo (día, mes y año), es necesario registrar información para cada individuo: talla (cm/ mm), peso vivo y/o eviscerado del ejemplar (kg/g), sexo y estado de madurez (siguiendo una escala estipulada previamente para cada especie). También puedan ser relevantes otras observaciones como: presencia de ectoparásitos, anomalías y/o deformaciones, etc. Posteriormente se procede a la extracción de las piezas esqueléticas (otolitos o vértebras).



**Figura 4.** Pasos típicos de un muestreo biológico en laboratorio: pesar, medir y sexar.

# TÉCNICAS DE EXTRACCIÓN, PREPARACIÓN Y MONTAJE DE PIEZAS ESQUELÉTICAS

Es importante tener claro que una buena metodología de trabajo asegura la fiabilidad de los datos obtenidos, minimizando errores que pueden llevar a descartar muestras, repetición de análisis y una consecuente disminución en la calidad de resultados, sin olvidar el gasto económico.

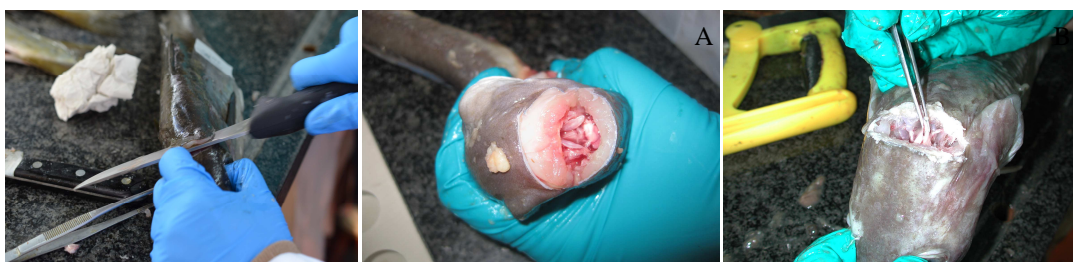
Existen distintas técnicas en función de las características morfológicas y ópticas de la PE, y de la escala temporal a la que se quiera estudiar el crecimiento (anual o diario):

## ESCALA ANUAL

**a) Extracción:** el procedimiento a seguir en la extracción dependerá del tipo de pieza, en el caso del otolito es importante tener en cuenta su morfología y el tamaño del pez. Para una buena extracción y posterior conservación es necesario:

1. Localizar la PE en la cabeza del individuo para evitar pérdidas o roturas.
2. Utilizar el material de disección adecuado en cada caso.
3. Limpiar la PE, eliminando bien los restos de materia orgánica.

**Otolitos:** existen varias maneras de extraer los otolitos: según su posición anatómica, según el tipo de corte realizado (frontal, transversal, oblicuo), etc. La más común es hacer un corte transversal u oblicuo en la cabeza del pez, a la altura de los ojos (trazando una línea imaginaria desde detrás de los ojos hasta el opérculo). Para el corte se utiliza un cuchillo o sierra, dependiendo de la morfología de la especie y del tamaño del ejemplar. Con unas pinzas se extraen los otolitos de las cavidades óticas que hay debajo del cerebro (figura 5). Este paso debe hacerse con delicadeza pues generalmente son piezas muy frágiles y se pueden romper.



**Figura 5.** Proceso de corte y extracción de los otolitos *sagitta* de un ejemplar de maruca (*Molva molva*).

Extraídos los otolitos de la cabeza del pez y eliminados los restos de materia orgánica, se almacenan en viales o sobres de papel debidamente etiquetados y codificados, es decir, con toda la información necesaria para garantizar la trazabilidad de la muestra y su correcta conservación en un lugar seco.



**Vértebras:** se abre el cuerpo del ejemplar y se corta una porción de la columna vertebral, justo detrás de la cabeza para extraer el primer tercio de la columna (figura 6), de manera que se garantice la localización de la vértebra a extraer (tercera vértebra en el caso del congrio).



**Figura 6.** Corte y extracción de parte de la columna vertebral de un congrio (*Conger conger*), que incluye las 10 primeras vértebras del ejemplar.

Una vez extraída la sección vertebral, se almacena en bolsa de plástico hermética debidamente etiquetada y se conserva congelada a  $-20^{\circ}\text{C}$  hasta su posterior limpieza. El proceso de limpieza consiste en una cocción en agua y posteriormente con la ayuda de un cepillo y agua eliminar los restos de materia orgánica que permanecen adheridos a la vértebra. Se deja secar y ya está preparada para el montaje (Figura 7).



**Figura 7.** Pasos en el proceso de limpieza de vértebras de congrio tras su extracción: cocción y limpieza.

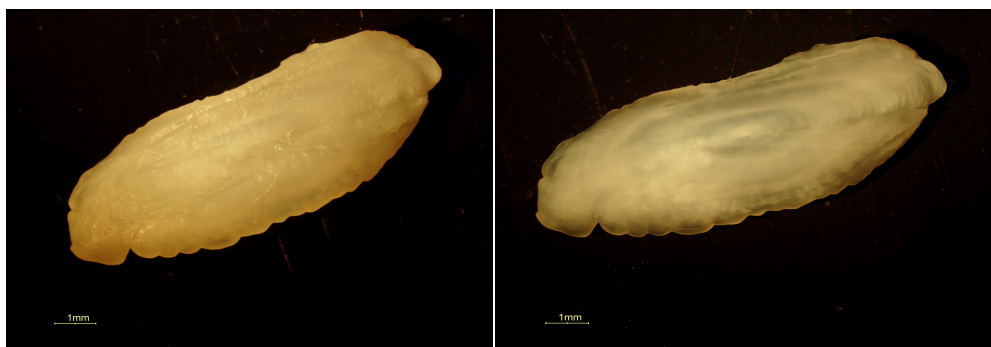
## b) Preparación:

### Otolitos:

El proceso de preparación de las piezas para estimar la edad a escala anual varía en función de la especie y por lo tanto de la forma y tamaño de la pieza calcificada. Existen varios tratamientos para mejorar la observación de las estructuras de crecimiento y resaltar el contraste entre las zonas opacas y traslucidas de los otolitos. En este laboratorio se aplican los siguientes:

#### Hidratación:

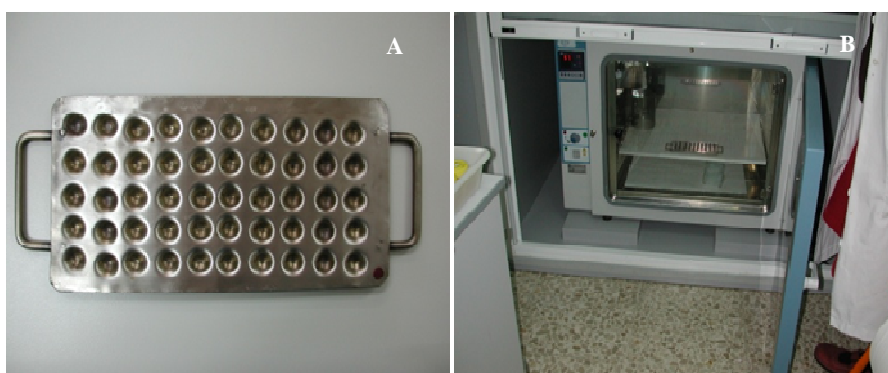
Los otolitos se sumergen en agua destilada durante un tiempo determinado que varía en función de las características morfológicas del mismo (30 min-24 horas). En el caso de la maruca el tiempo de espera es de 30 m y para la faneca de 24 horas (Figura 8).



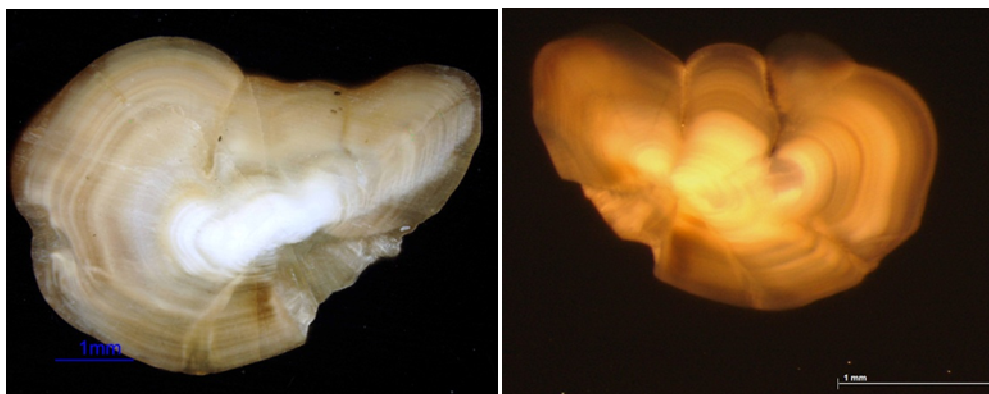
**Figura 8.** Otolito de un ejemplar de *Molva molva* de 68 cm (TL) mostrando los anillos de crecimiento, antes y después de la hidratación (10X).

### Tostado:

Los otolitos enteros se colocan en una placa metálica y se tuestan en una estufa a diferentes temperaturas (150-200°C) (figura 9) y tiempos en función de la especie (máximo 24 horas). Esta técnica también se aplica a otolitos que posteriormente pueden ser cortados ya que mejora la visualización de los anillos de crecimiento (figura 10).



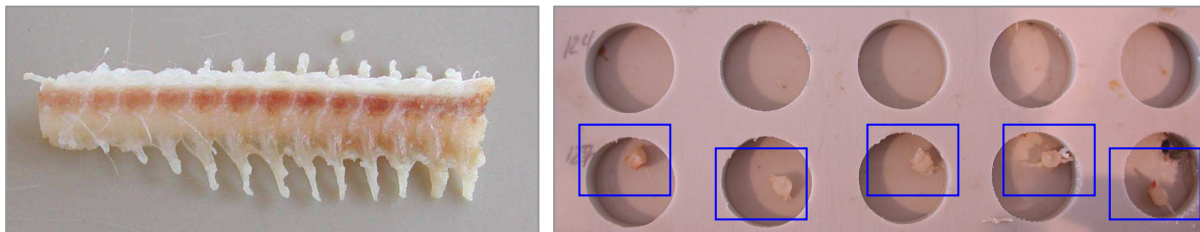
**Figura 9.** Placa para tostar otolitos (A). Estufa donde se tuestan los otolitos a diferentes temperaturas (B).



**Figura 10.** Otolitos de *T. luscus*: Aspecto sin tostar (A) y tostado (B). Ambos cortados e incluidos en resina.

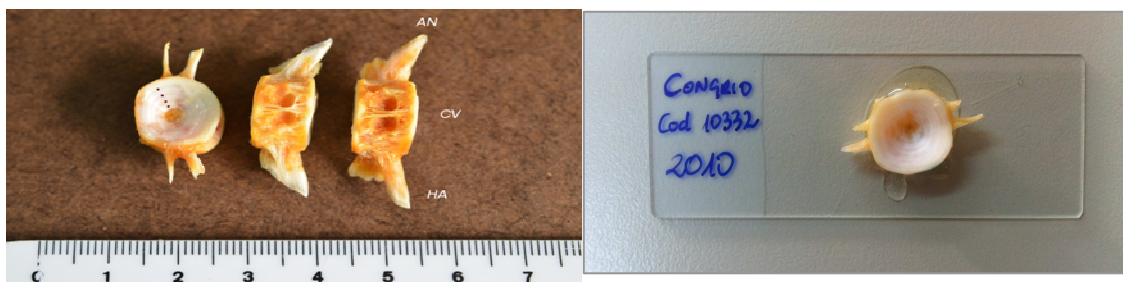
### Vértebras:

Una vez limpias las vértebras, se separan de la sección de la columna vertebral y se selecciona una de ellas (p. ej. la tercera para el caso del congrio) y el resto se guarda en un sobre o bolsa, debidamente etiquetado (figura 11).



**Figura 11.** Sección de la columna vertebral limpia (A) y cada una de las vértebras separadas para su posterior montaje (B).

La vértebra seleccionada, se monta con pegamento termoplástico en un portaobjetos y se etiqueta convenientemente (figura 12).



**Figura 12.** Muestra de vértebras limpias, separadas y preparadas sin montar: AN (arco neural), CV (centro vertebral), HA (arco hemal) (izquierda). Vértebra montada en un portaobjetos codificado (derecha).

### c) Montaje:

#### Otolitos:

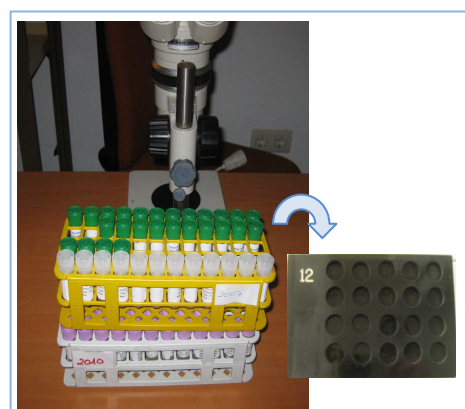
Para estudiar la edad a escala anual los otolitos se leen o bien enteros o cortados en secciones dependiendo de la especie.

#### Otolitos enteros:

El proceso para preparar los otolitos para su lectura es sencillo. Se extraen los otolitos seleccionados de los viales y se colocan en placas de lectura por orden, con agua destilada para su hidratación (figura 13).

#### Otolitos cortados:

El proceso para obtener la sección transversal de los otolitos conlleva una serie de pasos que se detallan a continuación. Es importante hacer hincapié en que el corte debe pasar por el centro del otolito para evitar la pérdida de incrementos en el eje de lectura que puedan subestimar la edad. Los pasos son los siguientes:



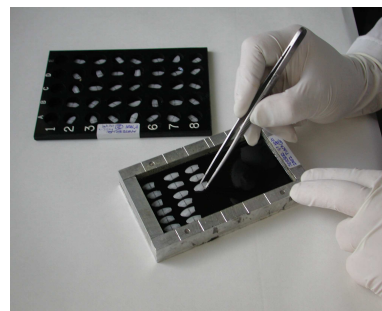
**Figura 13.** Otolitos seleccionados y almacenados en viales para proceder a su montaje y posterior lectura.



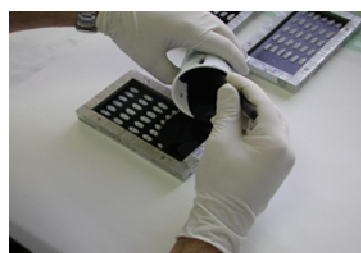
1. Los centros de los otolitos son marcados con un lápiz sobre la cara interna para ayudar a posicionarlos correctamente en los moldes y garantizar así un corte más preciso.



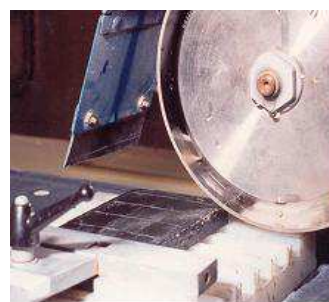
2. Se vierte una primera capa de resina en la base del molde de acero. Una vez endurecida (30 minutos), se marcan con un objeto punzante las líneas de referencia sobre la resina para colocar los otolitos. Se coloca el centro de los otolitos sobre dichas líneas marcadas.



3. Los otolitos se cubren con una segunda capa de resina y, se deja endurecer el bloque durante 24 horas para posteriormente sacarlo del molde de metal y proceder al corte del mismo.



4. Con la maquina cortadora se hacen los cortes del bloque obteniéndose tiras cuyo grosor varía en función de las características del otolito y del estudio a realizar (entre 0.7-1 mm).



5. Las tiras se montan y pegan sobre una placa de metacrilato o bien sobre un portaobjetos, obteniéndose como resultado final unas placas con las secciones de otolitos en tiras, listas para proceder a la lectura.





## ESCALA DIARIA

### Preparación y montaje:

Para estudiar el crecimiento diario es necesario obtener una sección del otolito (sagital o transversal) lo suficientemente fina que permita observar microincrementos al microscopio óptico con un aumento entre 250-1000X. La sección debe mostrar los microincrementos desde el centro hasta el borde del otolito para evitar la subestimación de la edad, aunque esto puede resultar complicado para algunas especies por la forma de sus otolitos.

El proceso más empleado es obtener una sección sagital del otolito que permita hacer una lectura continua desde el centro al borde en el eje antero-posterior o dorso-ventral (Figura 14). Sin embargo algunos otolitos presentan una curvatura que se acentúa con el tamaño del mismo y esto no permite obtener una imagen enfocada de la secuencia de incrementos desde el centro al borde (Figura 15). Para estos casos es conveniente obtener dos secciones, una sección sagital para analizar el centro por ejemplo del otolito izquierdo y una transversal para el resto del otolito (derecho). El corte transversal permite obtener una imagen de la secuencia de anillos en el mismo plano de enfoque. Con experiencia se consiguen preparaciones de muy buena calidad, lo que permitirá hacer lecturas siguiendo el patrón de formación de microincrementos a lo largo del mismo eje ventral (es el caso de la merluza europea). Sin embargo si se quiere hacer una lectura de los incrementos del núcleo del otolito, la mejor forma de conseguirlo es preparar una sección del otolito en plano sagital (Figura 14).

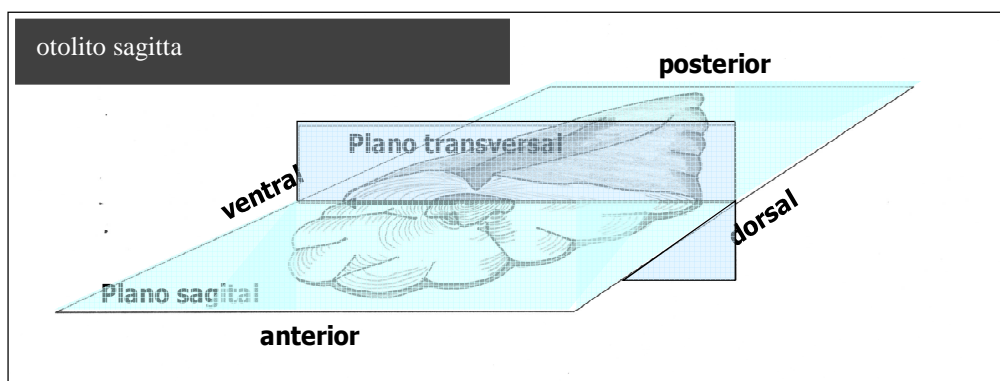
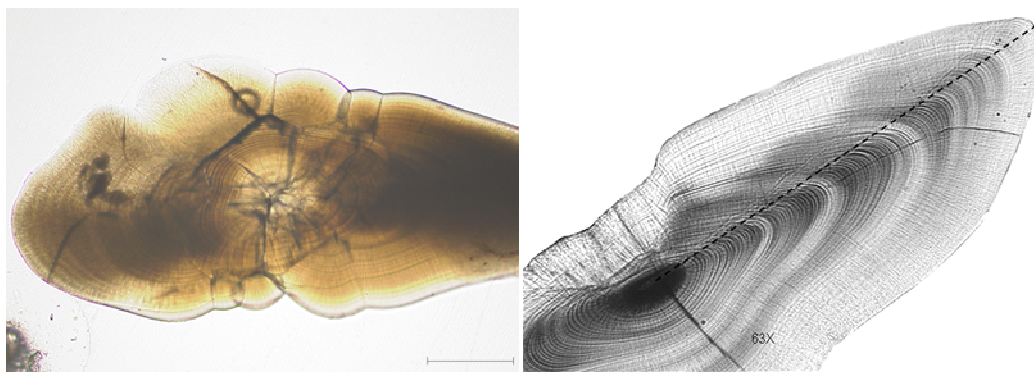


Figura 14. Esquema del otolito, mostrando los planos de corte.

El proceso para obtener una sección conlleva los siguientes pasos:

1. Marcar en el centro de los otolitos enteros la posición del núcleo para ayudar a que el corte sea más preciso.
2. Colocar los otolitos en la base de las celdas del molde de silicona para incluirlos en resina (epoxi). Las resinas traen sus propias instrucciones para la mezcla de sus componentes. Procurar posicionarlos sin inclinación para evitar posteriores desbastes asimétricos (2).
3. Verter la resina previamente preparada en el molde donde están los otolitos.
4. Dejar fraguar y endurecer la resina (12 horas).
5. Desmoldar de cada celda, los otolitos ya incluidos en resina.
6. Cortar los otolitos con una maquina cortadora (tipo ISOMET).

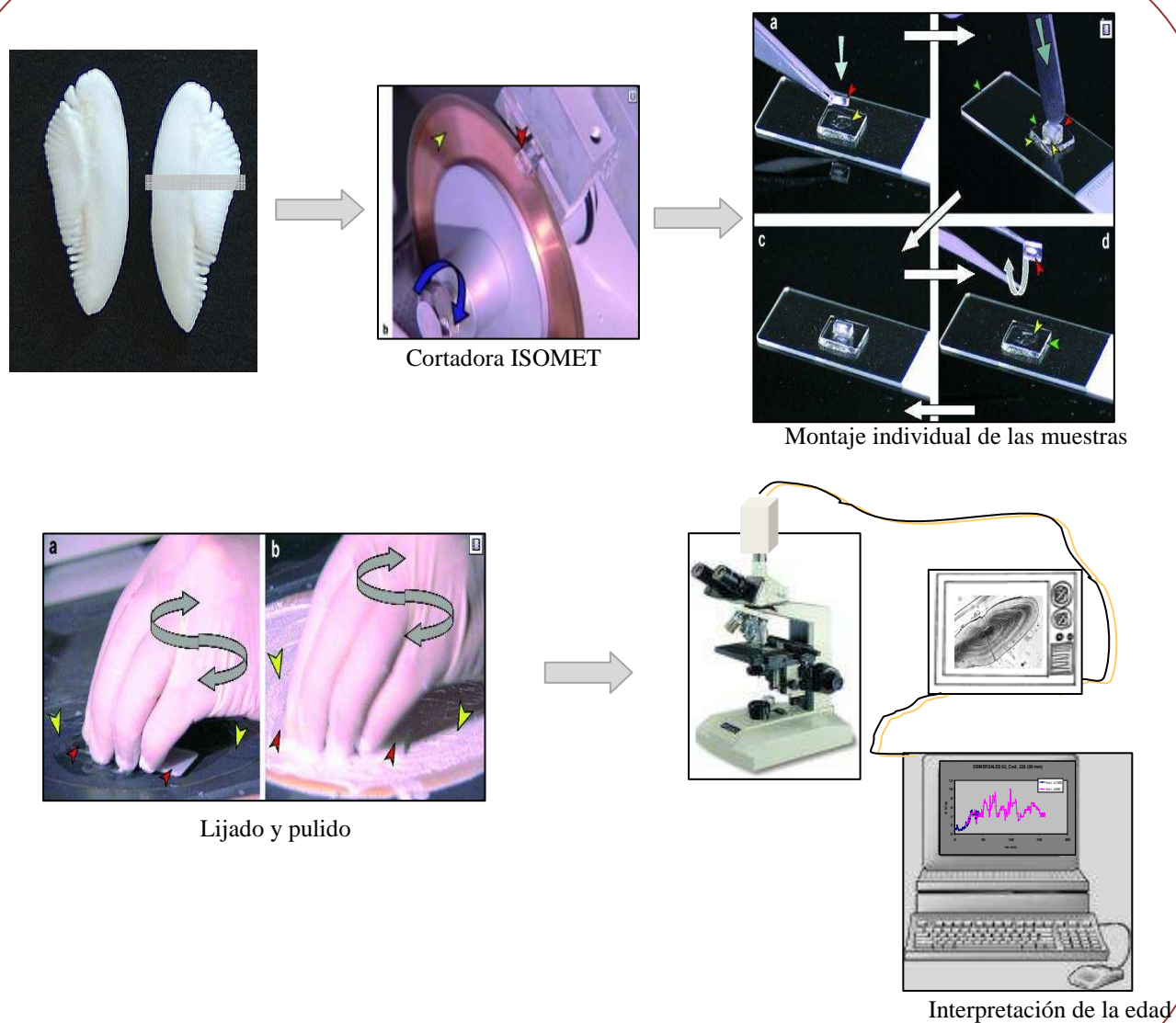
7. Si se quiere obtener una sección transversal del otolito, hacer un corte transversal por ambos lados tratando de aproximándose al centro marcado (figura 14).
8. Si se quiere obtener una sección sagital del otolito, hacer cortes (dependerá del tamaño del otolito) por ambos lados (arriba y abajo) tratando de aproximarse al centro para evitar que el proceso de desgaste con la pulidora eléctrica sea muy prolongado (figura 15).



**Figura 15.** Otolitos pulidos.

9. Se montan las secciones en un portaobjetos y se pegan con un tipo de pegamento termoplástico para su posterior lijado y pulido (figura 16).
10. A continuación el proceso de lijado y pulido puede hacerse bien a mano o bien con una pulidora eléctrica sobre la que se pegan las lijas de agua. Estas se usarán de forma sucesiva con distinto grano (#100, #300....1000) y mediante movimientos circulares se desgastará la superficie del otolito hasta alcanzar el centro (figura 16).
11. Seguidamente se pasa al pulido con bayetas específicas cuyas características dependen del tamaño del grano de la alúmina o de la suspensión de diamante. Al terminar por una cara, se comprueba como ha quedado la preparación en el microscopio y se realiza la misma operación por la otra cara.
12. Para dar la vuelta a la sección, es necesario derretir el pegamento termoplástico para lo que se debe utilizar una plancha. Se pega de nuevo por el otro lado y se repite el proceso de lijado y pulido hasta alcanzar el centro.
13. Limpiar cuidadosamente la preparación mediante un baño de ultrasonidos para retirar impurezas.
14. El grosor final recomendado para la observación de microincrementos de la sección es aproximadamente 200-400 micras dependiendo de la especie. Es importante tener en cuenta la apariencia de sulcus acústico del otolito en el pulido de la sección transversal (tiene forma de V). Cuanto más cerca esta del centro el corte, el sulcus tendrá una forma de V más acentuada.
15. Las preparaciones se almacenan en cajas o archivadores adhoc.

Este proceso es laborioso e incluye un gran número de pasos, necesarios para obtener un buen resultado que permita visualizar los incrementos diarios (Stevenson & Campana, 1992). Como referencia, la duración de todo el proceso descrito para el caso de otolitos de juveniles de merluza es de una hora por otolito aproximadamente, quedando aún por contabilizar el tiempo de lectura.



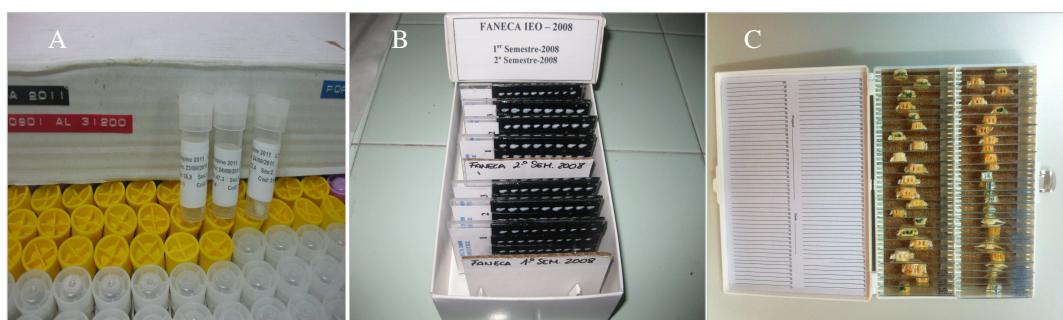
**Figura 16.** Esquema descriptivo del proceso de preparación, montaje y observación de los otolitos para la determinación de la edad a escala diaria.

# ALMACENAMIENTO

El almacenamiento en el laboratorio de las diferentes colecciones que se han recogido a lo largo del tiempo depende del tipo de pieza esquelética:

## Otolitos

Enteros: pueden almacenarse en seco, en sobres o viales, en función de la fragilidad del otolito (figura 17 A).



**Figura 17.** Distintos tipos de almacenamiento dependiendo de la PE y del tipo de estudio: otolitos enteros (A), secciones de otolitos (B) y vértebras (C).

Secciones: se guardan en cajas de cartón acondicionadas y etiquetadas (figura 17 B). Las secciones de otolitos preparadas para la determinación de la edad a escala diaria se montan en portaobjetos y se almacenan en cajas.

## Vértebras

Se montan en portaobjetos y se almacenan en cajas de plástico específicas para portaobjetos (figura 17 C).

En cualquier caso es necesario cumplir con unos principios básicos para mantener y conservar adecuadamente las muestras:

1. Correcta codificación y orden (trazabilidad)
2. Mantener la colección en un lugar seco y oscuro.
3. Revisiones periódicas de las diferentes colecciones de PE a lo largo del tiempo en el laboratorio.



# INTERPRETACIÓN DE LA PIEZA ESQUELÉTICA PARA ESTIMAR LA EDAD.

La estimación de la edad es una importante herramienta en biología pesquera. Los datos de edad junto con los de talla y peso, pueden proporcionar información sobre la estructura poblacional, edad a la que ocurre la madurez, longevidad, mortalidad y producción. En la actualidad existen métodos muy precisos para estimar la edad que se basan en la interpretación y recuento de los incrementos o anillos de crecimiento visibles en las PE del individuo a estudiar. Sin embargo esta labor conlleva cierta subjetividad, lo que ocasiona problemas importantes que afectan tanto a la precisión como a la exactitud de las estimaciones:

Los errores debidos a la **precisión** (proximidad de una medida a un mismo valor) se resuelven fácilmente y se describe fundamentalmente mediante el Coeficiente de Variación (% CV).

Por el contrario los que afectan a la **exactitud** (proximidad de una estimación al valor real) son generalmente muy difíciles de estimar debido a que se necesitan piezas esqueléticas de edad conocida.

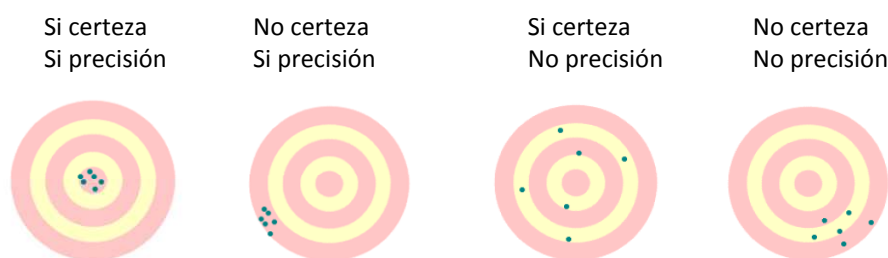


Figura 18 Representación de las estimaciones de edad (puntos) en relación a la certeza y a la precisión.

Para poder evaluar el grado de dificultad que representa datar una especie, se debe dar información sobre las fuentes de error y para ello se utilizan varios índices y pruebas estadísticas como el ya mencionado CV (Panfili *et al.*, 2002). La validación es un proceso que confirma la exactitud de un método para determinar la edad, y debería ser un requisito obligatorio para determinarla correctamente, sin embargo es muy complejo. Existen una serie de métodos muy útiles para llevar a cabo estudios de validación que han sido descritos por diferentes autores Campana (2002), Panfili *et al.* (2002).

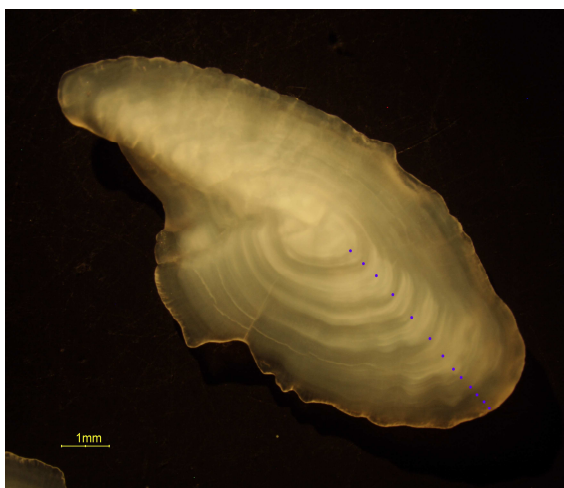
## Observación de las estructuras de crecimiento para la asignación de edad a escala anual

Hay una serie de premisas de partida para la interpretación de una pieza esquelética como los otolitos. Un incremento anual por lo general se considera una banda opaca y otra translúcida, estas macroestructuras son más comúnmente visibles en el eje dorso-ventral del otolito, concretamente en el transecto que va desde el núcleo al borde del otolito.

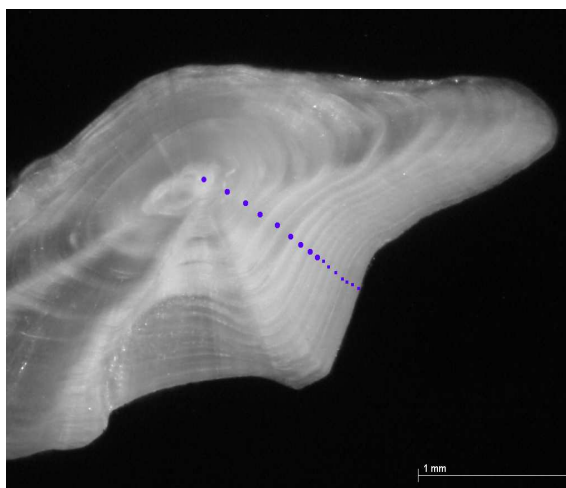
En el hemisferio Norte se asume de forma generalizada que la fecha de nacimiento común a todos los peces de una población es el 1 de enero.

### Lectura de otolitos (enteros y secciones) y vértebras

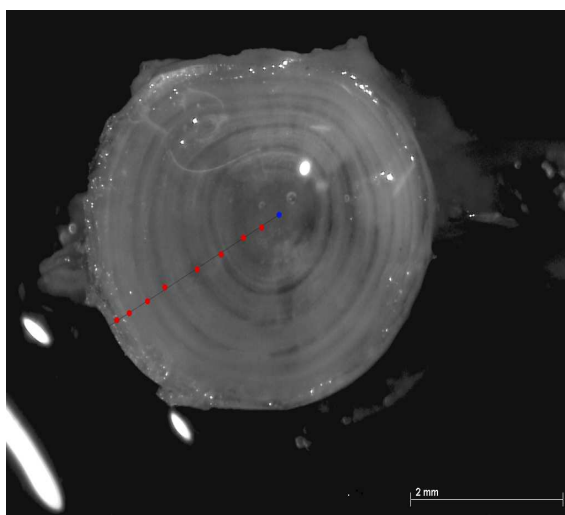
La estimación de edad mediante la lectura de otolitos, tanto enteros como secciones y vértebras (figuras 19, 20 y 21 respectivamente), se realiza por observación de éstos a través de la lupa binocular, y/o mediante imágenes digitalizadas y calibradas de la PE, con la ayuda de programas de análisis de imagen, como: TNPC®, Image Tool 3.0 (<http://compdent.uthscsa.edu/dig/itdesc.html>), ImageJ (<http://imagej.nih.gov/ij/index.html>), o Visilog (<http://www.vsg3d.com/visilog/overview>).



**Figura 19.** Otolito entero de *H. dactylopterus* (10X) de un ejemplar de 28 cm (TL) (nº de incrementos=12).



**Figura 20.** Sección de otolito de *C. conger* (20X) de un ejemplar de 146 cm (TL) (nº de incrementos=16).



**Figura 21.** Vértebra de *Conger conger* (10X) de un ejemplar de 90 cm (TL) (nº de incrementos=8).

### **Observación e interpretación de las estructuras de crecimiento. Asignación de edad a escala diaria**

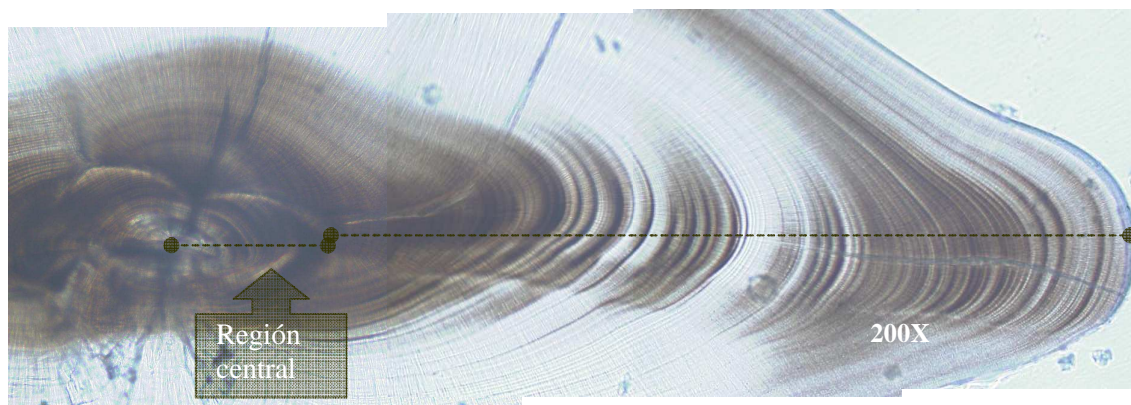
La lectura se realiza desde el núcleo hasta el borde del otolito y viceversa siguiendo un eje previamente elegido siempre en relación a las características del crecimiento del otolito. Un anillo de crecimiento diario, está formado, al igual que en crecimiento anual, por un par de zonas de crecimiento una traslúcida y otra opaca cuyo grosor es variable (Wright *et al.*, 2002), dependiendo de la densidad y propiedades ópticas del material depositado. Este tipo de microestructuras (figura 22) se observan con un microscopio de luz transmitida.

Las lecturas se realizan con la ayuda de un *Sistema de Análisis de imagen* que consiste en una aplicación informática que mediante un microscopio óptico acoplado a un ordenador y a una cámara de video procesa y analiza las estructuras de crecimiento de las piezas esqueléticas. Primero se digitalizan las imágenes del otolito debidamente calibradas, usando un aumento apropiado a cada caso (por ejemplo para merluza se usa un aumento de 400X) y después, mediante un software específico se cuenta y mide el número de microincrementos diarios (TNPC v 7.1 / Visilog).

El núcleo indica el momento del nacimiento del individuo, a partir de cual se forman las marcas de crecimiento diario. Estas marcas varían en función de la especie, tamaño del individuo y zona geográfica de la que procede. La experiencia del lector y el conocimiento de las estructuras son aspectos fundamentales que hay que tener en cuenta para obtener buenas lecturas.

En la dinámica de trabajo diaria, la determinación de la edad de un individuo la realiza generalmente un único lector, haciendo dos lecturas del mismo otolito, una entre borde y núcleo y otra en sentido contrario. La concordancia entre ambas interpretaciones debe obtener un coeficiente de variación (CV) menor al 5% para considerarlas válidas; de lo contrario se realizaría una tercera lectura, y si aún así el CV se mantuviese por encima del 5% el otolito se desecharía. Otra opción es que la determinación de la edad se realice por dos lectores, cuyas lecturas independientes deben cumplir el mismo requisito mencionado anteriormente.

Una vez obtenidos los datos sobre el número y tamaño de los incrementos diarios se puede conocer la edad y las tasas de crecimiento individual. Con esta información y la fecha de captura del individuo, podemos determinar su fecha de nacimiento. Asimismo, esa secuencia de datos nos aporta información que se podrá correlacionar con cambios en las condiciones ambientales, cambios en el hábitat, en la alimentación, etc.



**Figura 22.** Sección transversal de un otolito de merluza europea (*Merluccius merluccius*), mostrando los microincrementos diarios (traslúcidos y opacos) formados desde el centro hacia el borde.



## Control de calidad de la asignación de edad

Existen una serie de técnicas y mecanismos para mejorar la calidad de las asignaciones de edad de las especies estudiadas:

**Entrenamiento:** El objetivo es marcar las pautas de lectura que permitan estandarizar un criterio común a todos los lectores. Cada lector asigna la edad y la fiabilidad de cada una de sus lecturas siguiendo una escala de 1 a 100 (%) establecida en el WKNARC 2011, siendo 1 lectura muy difícil, no legible y 100 alta fiabilidad de la edad asignada.

Cada una de las PE es leída por al menos dos lectores o bien, se hacen dos lecturas del mismo. Para determinar el grado de coincidencia de las dos lecturas de la pieza esquelética (nivel de precisión) se comparan las distancias medidas de los tres primeros los anillos sobre la imagen calibrada de la PE en el transepto de referencia, previamente marcado. Para esta tarea se pueden utilizar diferentes programas informáticos que facilitan y simplifican esta parte del proceso: TNPC 7.0, Image Tool 3.00, Image J...

Usando la hoja Excel adaptada (Eltink, 2000) "AGE COMPARISONS\_form.xls" se analizan los resultados obtenidos por especie. Todas aquellas lecturas en las que no hay acuerdo, son desechadas. En el marco de la DCF, se ha incorporado desde 2011 una herramienta muy útil para los ejercicios de inter e intracalibración de las lecturas de PE y gónadas, la WebGR (<http://webgr.berlios.de>), si bien necesita todavía algunos ajustes para su correcto funcionamiento (PGCCDBS, 2012).

**Colecciones de referencia:** Para evitar los sesgos que se producen en las interpretaciones de los lectores con el paso del tiempo o para incorporar nuevos lectores a una especie, es bueno disponer de una colección de referencia que generalmente ha sido seleccionada o bien en un workshop o en un ejercicio de calibración entre varios lectores. El IEO dispone de material de referencia para ciertas especies que se utilizan de forma rutinaria para que cada lector se familiarice o calibre su método con el estándar para asignar la edad.



**Elaboración de protocolos:** son imprescindibles en la estandarización de técnicas y procedimientos para garantizar la calidad de las interpretaciones de edad.



# ESTIMACIÓN DE PARÁMETROS DE CRECIMIENTO.

---

En el estudio del crecimiento, tal como se menciona en el primer apartado, el segundo paso (página 5) consiste en encontrar una expresión matemática que relacione la talla con la edad. En la mayoría de las especies el crecimiento suele ser exponencial asintótico, es decir, muy rápido en los primeros años y lento o casi nulo al ir aumentando la edad. Existen multitud de trabajos que abordan este tema (Beverton & Holt, 1957; Ricker, 1958; 1975) y todos coinciden en la dificultad de representar el crecimiento en las diferentes fases de la vida con una ecuación simple. El modelo más utilizado en estudios de biología pesquera es el de von Bertalanffy (von Bertalanffy, 1938) convirtiéndose en una de las piezas angulares de la biología pesquera ya que generalmente se usa en modelos complejos que describen la dinámica de poblaciones de peces (Sparre & Venema, 1997).

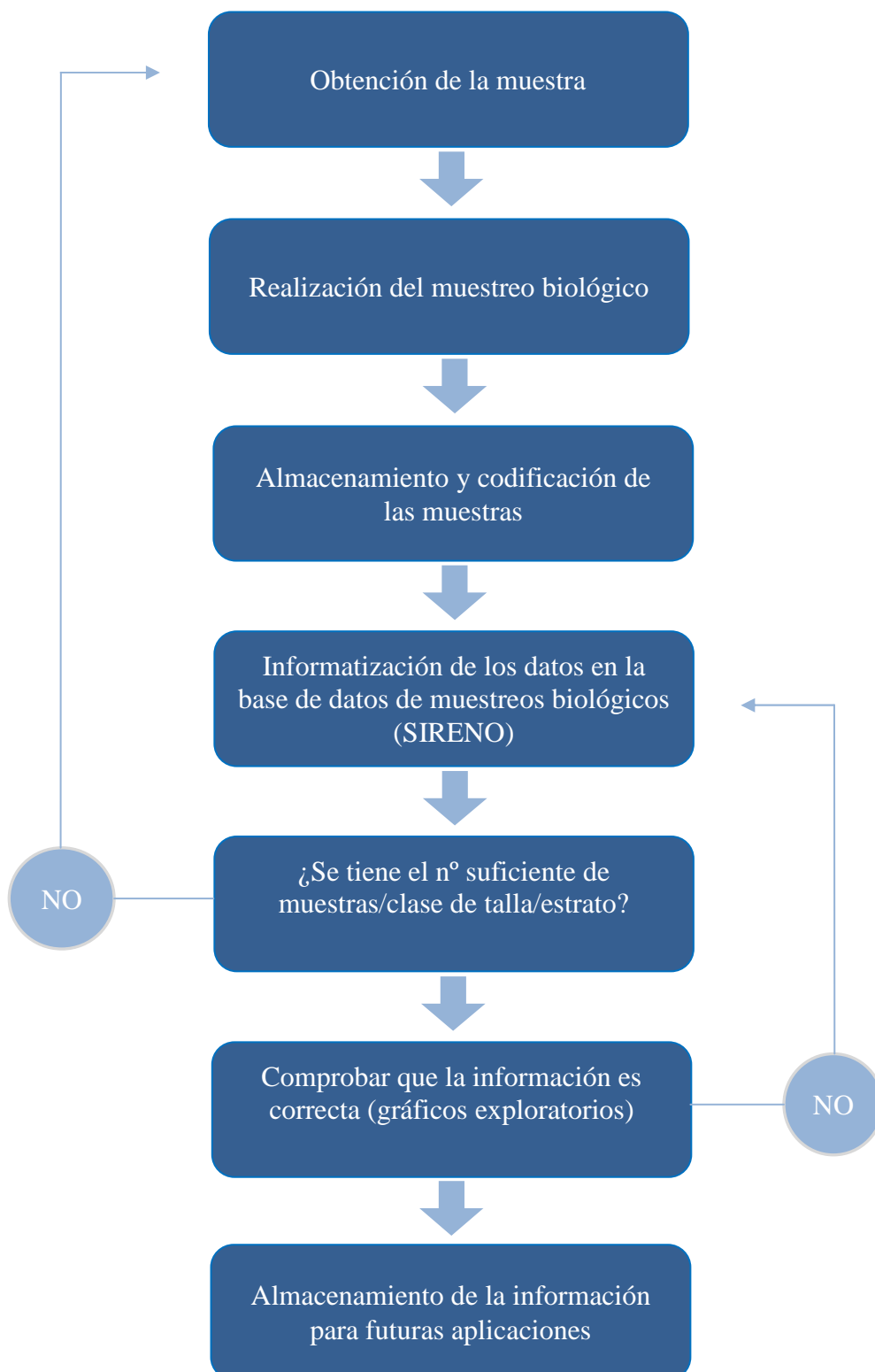
Desde 2005, y diseñada por investigadores del Instituto Español de Oceanografía en el entorno de R (<http://cran.r-project.org/>), se viene utilizando la herramienta denominada INBIO (San Pedro *et al.*, 2005) para el cálculo de los parámetros de crecimiento,  $L_{\infty}$ ,  $K$  y  $t_0$ , (von Bertalanffy, 1938) mediante estimación no lineal por mínimos cuadrados. Se calcula también el valor del coeficiente de variación (CV) asociado a cada uno de los parámetros mediante bootstrap no paramétrico (Efron, 1979).

A partir de 2010, se trabaja con una nueva aplicación que ha sido financiada por la UE: *Common Open Source Tool* (COST, <http://wwz.ifremer.fr/cost>), es una herramienta *open source* desarrollada para dar respuesta a la evaluación de la precisión de los datos biológicos y las estimas de los parámetros recogidos para la evaluación de los stocks dentro del marco de la *Data Collection Framework* (DCF). COST constituye el recurso internacional común que asegura la calidad de los datos y de sus estimaciones para su uso en el asesoramiento de stocks.



# DIAGRAMAS DE FLUJO PARA EL ESTUDIO DEL CRECIMIENTO.

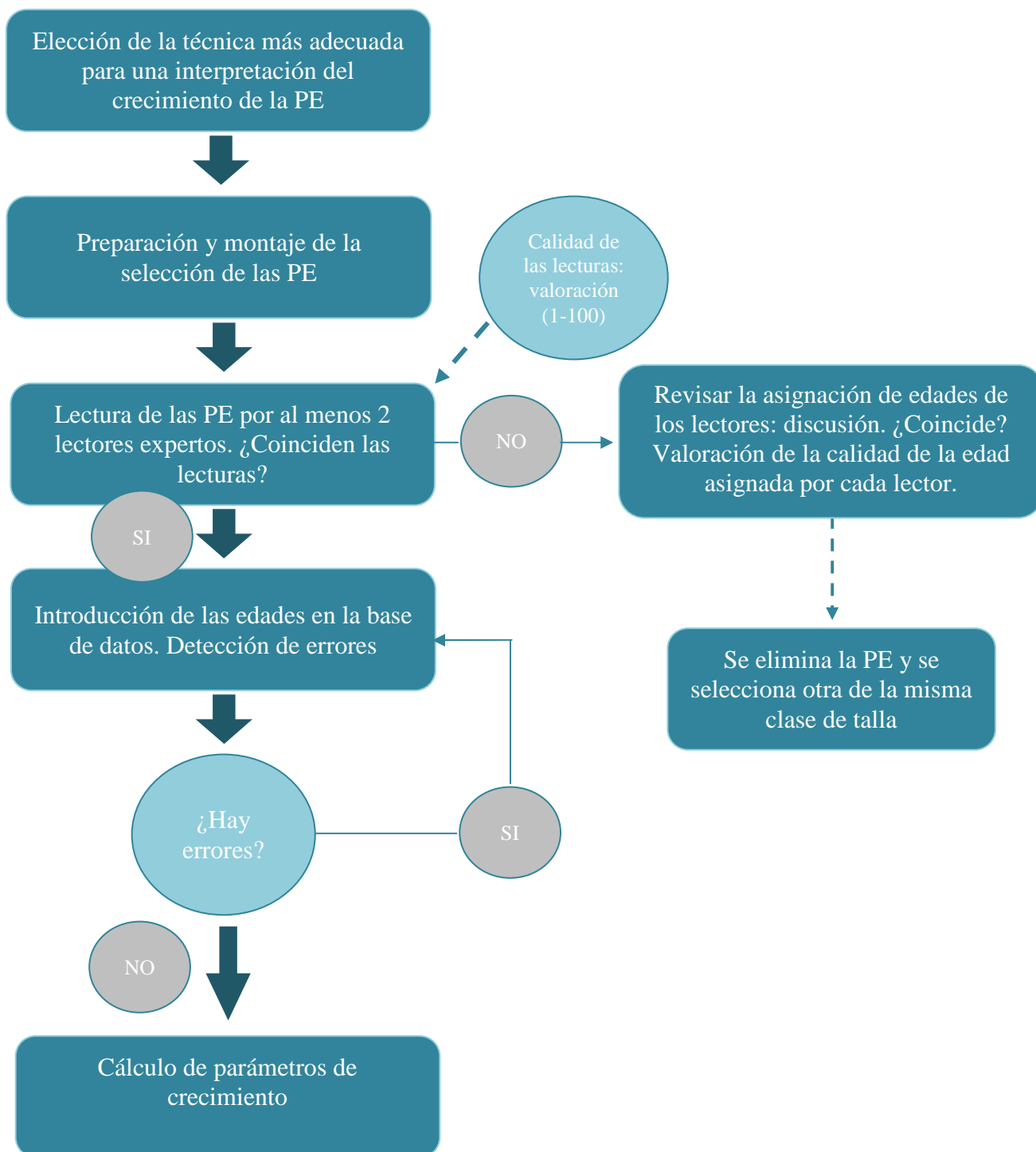
## *Obtención de las muestras en laboratorio:*

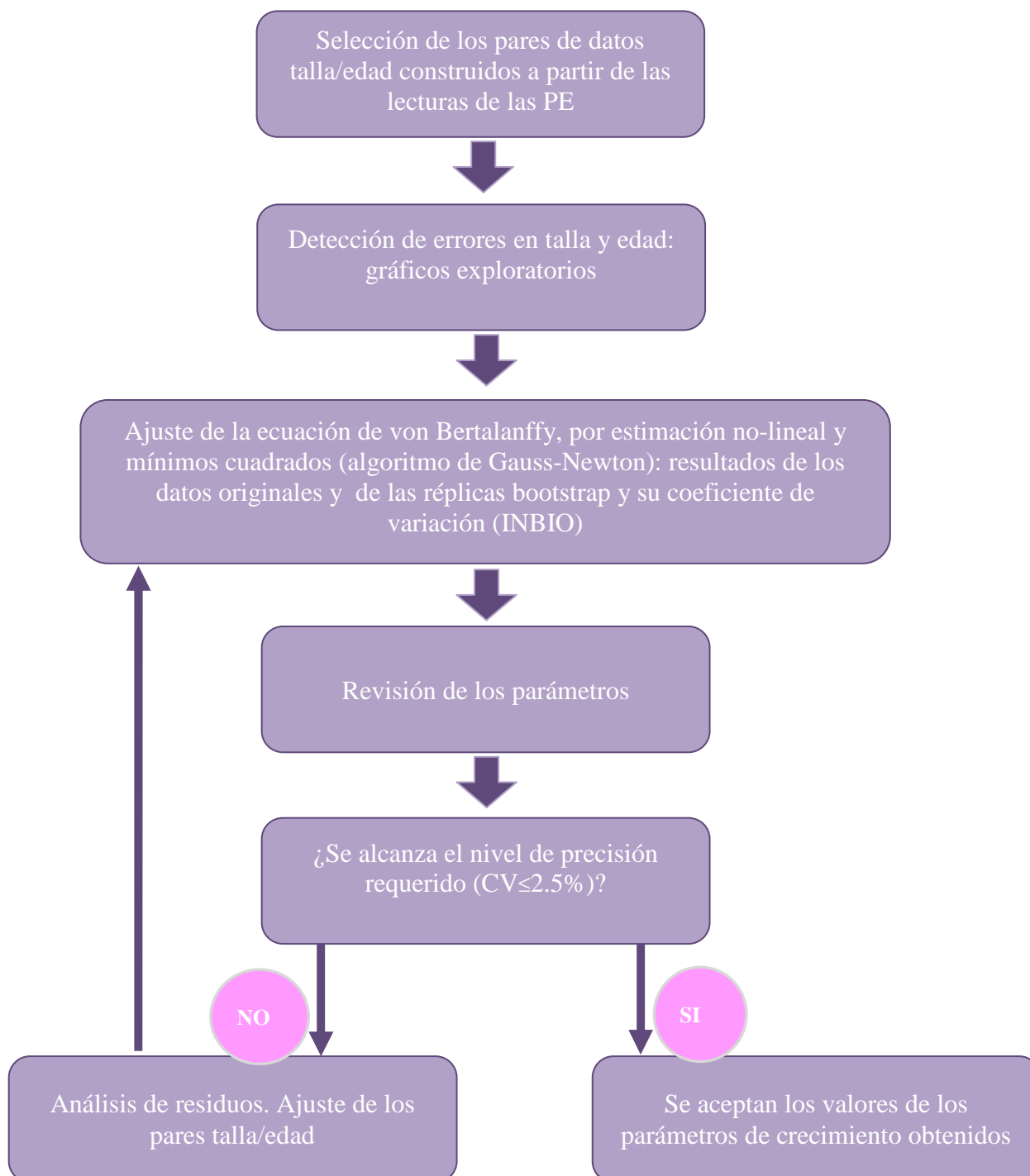






### Procesado, observación e interpretación de la PE:



**Estimación de los parámetros de crecimiento:**



# BIBLIOGRAFÍA.

---

- Bagenal, T.B. and Tesch, F.W. 1978. Age and growth. In T. Bagenal (ed) Methods for assessment of fish production in fresh waters. IBP Handbook No.3, 3<sup>rd</sup> Edition. Balckwell Scientific Publicatons, London.
- Beamish, R.J. and McFarlane, G.A. 1983. The forgotten requirement for age validation in fisheries biology. Transactions of the American Fisheries Society, 112:735-743.
- Beamish R.J. and McFarlane G.A. 1987. Current trends in age determination methodology pp. 1-21. Departament of Fisheries and Oceans. Fisheries Research Branch. Pacific Biological Station. Nanaimo.
- Beverton, R.J.H. and Holt, S.J. 1957. On the dynamics of exploited fish populations. Fisheries Investigation London, Ser. II 19, 533.
- Campana, S. E. and Thorrold, S. R. 2001. Otoliths, increments, and elements: keys to a comprehensive understanding or fish populations? Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 58:30-38.
- Campana, S.E. 2001. Accuracy, precision and quality control in age determination, including a review of the use and abuse of age validation methods. Journal of Fish Biology, 59: 197-242.
- Campana, S. E., Joyce, W., Marks, L., Natanson, L. J., Kohler, N. E., Jensen, C. F., Mello, J. J., Pratt, H. L. Jr, and Myklevoll, S. 2002. Population dynamics of the porbeagle shark in the Northwest Atlantic. North American Journal of Fisheries Management, 22: 106-121.
- Chilton, D.E. and Beamish, R.J. 1982. Age determination methods for fishes studied by the Groundfish Program at the Pacific Biological. Station. Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Sciences, 60.
- Committee of Age Reading Experts (CARE). 2006. Manual on generalized age determination procedures for groundfish. Pacific States Marine Fisheries Commission, 52p.
- Efron, B. 1979. Bootstrap methods: another look at the jackknife. The annals of statistics, Vol. 7, N<sup>o</sup>. 1, 1-26.
- Eltink, A.T.G.W., Newton, A.W., Morgado, C., Santamaria, M.T.G. and Modin, J. 2000. Guidelines and tools for age reading, European Fish Ageing Network (EFAN), EFAN'Report3-2000, [www.efan.no/NewsAndReports/EFANReport32000.htm](http://www.efan.no/NewsAndReports/EFANReport32000.htm).
- Lombarte, A. and Leonart, J. 1993. Otolith size changes related with body growth, habitat depth and temperature. Environ Biol Fishes 37:297-306.
- McCurdy, W.J., Appelberg, M., Ayers, R., Belcari, P., Bolle, L., Cendrero, O., Easey, M.W., Fossum, P., Hammer, C., Hansen, F.I. and Raitaniemi, J. 2000. Guidelines for quality assurance of fish Age determination, EFAN Report 5/2000, 9 p.
- McCurdy, W.J., Panfili, J., Meunier, F.J., Geffen, A.J. and de Pontual, H. 2002. Preparation of calcified structures. In: J. Panfili, H. de Pontual, H. Troadec and P.J. Wright (eds.), Manual of sclerochronology, pp. 129-134. Ifremer-IRD edition, Brest.
- Panfili, J., Meunier, F.J., Mosegaard, H., Troadec, H., Wright, P.J. and Geffen A.J., 2002. Glossary. In: Manual of Fish Sclerochronology, pp. 373-384. Panfili, J., Pontual, H. (de), Troadec H., Wright P.J. (eds), 2002. Brest, France: Ifremer-IRD Co-edition, 464 pp.
- Penttila J. and Dery L.M. 1988. Age Determination Methods for Northwest Atlantic Species. In: National Marine Fisheries Center, NOAA.



- Piñeiro, C.G. and Sainza, M. 2011. Crecimiento de la merluza europea: ¿lento o rápido?. Foro dos Recursos Mariños e da Acuicultura das Rías Galegas, 13: 129-148. Santiago de Compostela, A Coruña, España.
- Ricker, W.E. 1958. Handbook of computation for biological statistics of fish populations. Bulletin of the Fisheries Research Board of Canada 119.
- Ricker, W.E. 1975 Computation and Interpretation of Biological Statistics of Fish Populations. Fisheries Research Board of Canada, 191: 1-382.
- Secor, D.H., White, M.G. and Dean, J.M. 1991. Immersion marking of larval and juvenile hatchery-produced striped bass with oxytetracycline. Transactions of the American Fisheries Society, 120:261-266.
- Secor, D. H., J. M. Dean, and E. H. Laban. 1992. Otolith removal and preparation for microstructural examination. Chapter 3 in Otolith microstructure examination and analysis (D. Stephenson and S. Campana, eds.), p. 17–59. Special Publication, Can. J. Fish. Aquat. Sci. 117.
- Sparre, P. and Venema, S.C. 1997. Introducción a la evaluación de recursos pesqueros tropicales. Parte I. Manual FAO. Documento Técnico de Pesca nº 306. I Rev. 2: 420pp.
- Stevenson, D.K. and Campana, S.E. 1992 Otolith microstructure examination and analysis. Canadian Special Publication of Fish Aquatic Science, 117: 126 pp.
- Torres, G.J., Lombarte, A. and Morales-Nin, B. 2000. Sagittal otolith size and shape variability to identify geographical intraspecific differences in three species of the genus *Merluccius*. Journal of the Marine Biological Association of the United-Kingdom, Plymouth, 80: 333-342.
- Wright, P. J., Panfili, J., Morales-Nin, B. and Geffen, A.J. 2002. Type of calcified structures. In Manual of Fish Sclerochronology, pp. 31-87. Ed. by J. Panfili, H. de Pontual, H. Troadec, and P. J. Wright. Ifremer IRD Co-edition, Brest, France.
- von Bertalanffy, L. 1938. A quantitative theory of organic growth. Human biology, 10: 181-213.



# ACRÓNIMOS.

---

BIODEMER	Estudio de la Biología de especies Demersales
CE	Comisión Europea
COST	Common Open Source Tool
DCR	Data Collection Regulation
EFAN	European Fish Ageing Network
ICES	International Council for the Exploration of the Sea
IEO	Instituto Español de Oceanografía
INBIO	Software Estimación Incertidumbre de Parámetros Biológicos
PNDB	Programa Nacional de Datos Básicos
TACADAR	Towards Accreditation and Certification of Age Determination of Aquatic Resources





# GLOSARIO.

---

## A

analizador de imagen, 21  
anillos, 5, 6, 12, 15, 20, 22, 23  
anual, 6, 20

## B

BIODEMER, 3, 5, 8  
biomasa, 4

## C

calcificadas, 5, 6, 8  
calibración, 4, 23  
Centro Oceanográfico de Vigo, 3, 4, 5

## Ch

*Chelidonichthys cuculus*, 3

## C

coeficiente de variación, 22, 25  
*Conger conger*, 3  
COST, 25  
crecimiento, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 11, 12, 20, 22, 25, 28  
    anual, 10, 22  
    diario, 10, 15, 22

## D

diaria, 6, 22  
dinámica de poblaciones, 4, 25

## E

edad, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 11, 13, 14, 15, 19, 20, 21, 22, 23, 25  
escala, 5, 9, 10, 23  
    anual, 2, 8, 10, 11, 13, 20  
    diaria, 2, 8, 15, 19, 22  
escamas, 5  
estructuras calcificadas, 3  
evaluación, 4, 25

## F

flota española, 3, 5

## G

*Glyptocephalus cynoglossus*, 3

## H

*Helicolenus dactylopterus*, 3  
hidratación, 12

## I

ICES, 1, 3, 4, 5  
INBIO, 25  
incrementos, 14, 15, 18, 20  
Instituto Español de Oceanografía, 3, 25

## J

juveniles, 6, 18

## L

larvas, 6  
lectura, 4, 13, 14, 15, 18, 21, 22, 23

## M

madurez, 4, 9, 20  
maquina cortadora, 16  
merluza, 15, 18, 22  
*Microchirus variegatus*, 3  
microincrementos, 15, 17  
microscopio, 15, 17, 22  
*Molva molva*, 3  
*Molva macrophthalma*, 3  
muestreos biológicos, 9

## O

otolitos, 3, 5, 6, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 18, 19, 20, 21  
    asteriscus, 7  
    cortados, 12, 13, 14  
    enteros, 2, 12, 13, 15, 20, 21  
    lapillus, 7  
    sagitta, 7

## P

parámetros biológicos, 4  
*Phycis blennoides*, 3  
piezas esqueléticas, 4, 5, 8, 9, 20  
PNDB, 3, 5  
*Pollachius pollachius*, 3  
pulidora, 16

## R

recursos pesqueros, 4  
resina, 15, 16

## S

stock reproductor, 4  
stocks, 25  
sulcus acústico, 15, 17



## T

tostado, 12  
transecto, 20  
*Trisopterus luscus*, 3

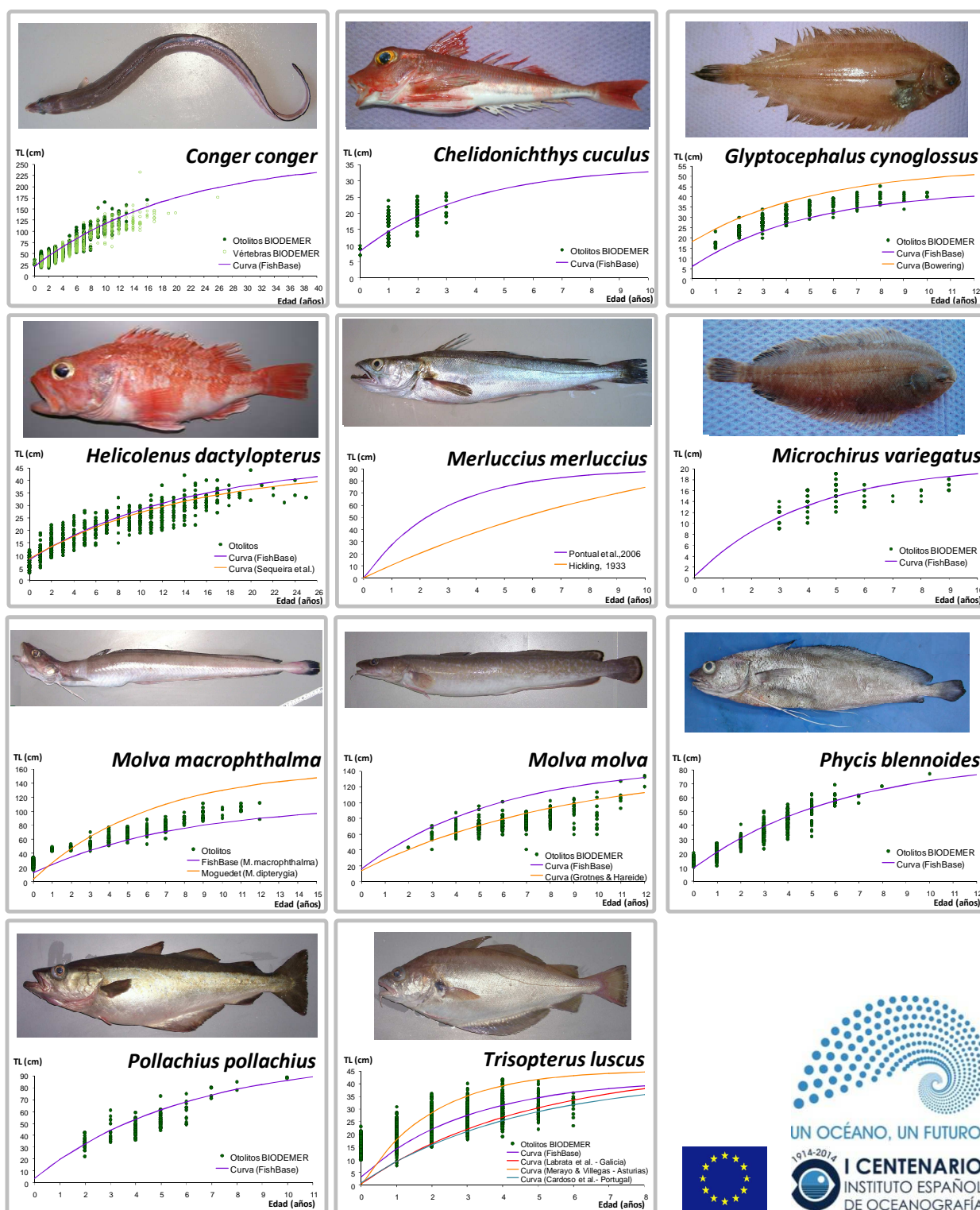
## V

validación, 20  
vértebras, 2, 3, 5, 9, 13, 20, 21

# ANEXO:



## FICHAS TÉCNICAS DE BIOLOGÍA Y CRECIMIENTO DE 11 ESPECIES DEMERSALES EN EL ÁREA ICES.



## *Conger conger* (Linnaeus, 1758)

Clase: **Osteichthyes**

Familia: **Congridae**

Nombre común:

**Congrio**

Nombre inglés:

**European conger eel**

Talla mínima legal: 58 cm (MAPA y Xunta de Galicia).

### 1. INTRODUCCIÓN



**Figura 1.-** Ejemplar de *Conger conger*.

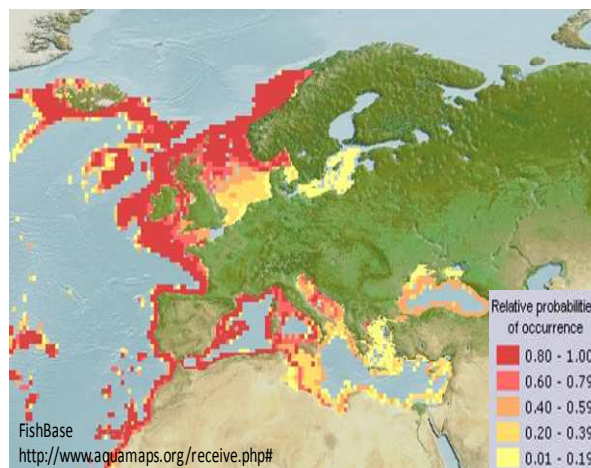
**1.1. Descripción:** Cuerpo alargado y cilíndrico de color gris oscuro. Aletas dorsal y anal continuas y orladas de negro. Origen de la dorsal al nivel del final de las pectorales. Poros en la línea lateral orlados de blanco. Pliegue muy largo en el labio superior. Cabeza ligeramente deprimida, con un surco central. Hocico redondeado. Mandíbula superior prominente.

**1.2. Hábitat:** Especie estrictamente marina y bentónica. Habita en la plataforma continental, entre las rocas y en fondos arenosos, desde el borde costero hasta profundidades de 500 m, aunque pueden encontrarse a mayor profundidad.

**1.3. Distribución geográfica:** Atlántico oriental, desde Noruega hasta Senegal, incluidas las islas Canarias, Azores y Madeira. También se encuentra en el Mediterráneo y Oeste del Mar Negro.

**1.4. Explotación pesquera:** Elevado interés, tanto en pesca deportiva como en pesquerías comerciales, en las que se captura con artes de arrastre de fondo, anzuelos y líneas.

**1.5. Alimentación:** Predador oportunista de dieta muy variada, constituida especialmente por peces, crustáceos y moluscos cefalópodos.



**Figura 2.-** Distribución geográfica de *C. conger*: Probabilidad relativa de ocurrencia.



**Figura 3.-** Contenido estomacal de un ejemplar juvenil (TL=29 cm).

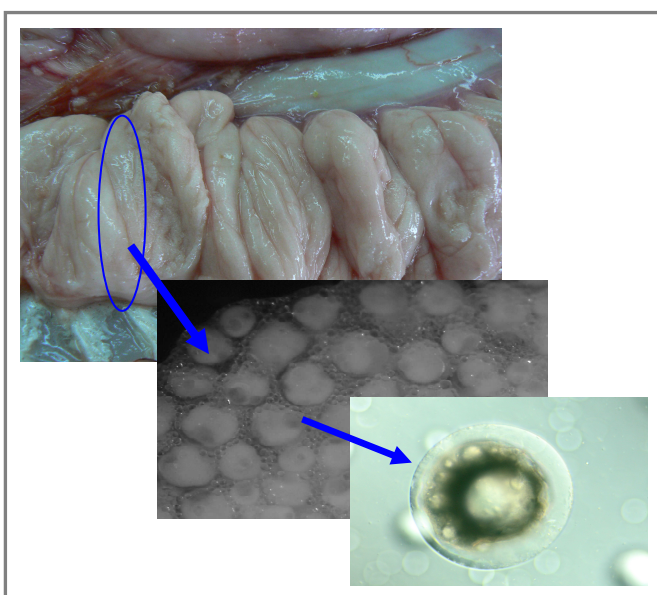


**1.6. Madurez sexual y Reproducción:** Se cree que esta especie podría poner una sola vez y después morir (Cau and Manconi, 1983). Aunque todavía no ha sido identificada ninguna puesta natural y los huevos fecundados no se conocen, se estima que cada hembra podría liberar entre 3 y 8 millones de huevos (Wheeler, 1985).

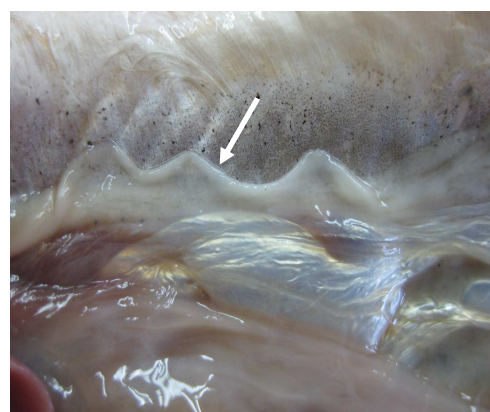
**Época de puesta:** periodo reproductivo prolongado (de enero a julio) con un pico anual de puesta en verano (Correia *et al.*, 2002).

**Zona de puesta:** en aguas profundas del Canal de Cerdeña (Mar Mediterráneo) y en el Noreste del Atlántico, alrededor de las Islas Azores (McCleave and Miller, 1994).

**Madurez:** alcanza la madurez sexual entre los 5 y 15 años, durante su extensa migración oceánica hacia las áreas profundas de puesta.

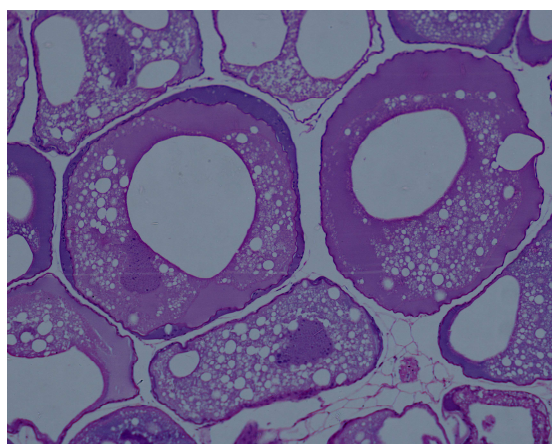
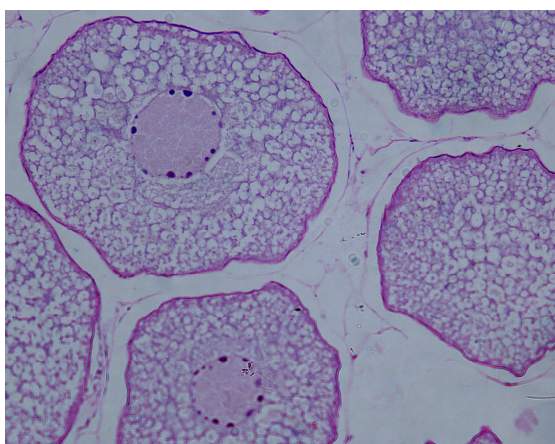


**Figura 4.-** Apariencia macroscópica del ovario de una hembra (TL=141 cm) en fase de desarrollo gonadal, aspecto de sus ovocitos (20X), e imagen microscópica de uno de ellos (100X).



**Figura 5.-** Aspecto de la gónada de un individuo (TL=46 cm) de sexo indeterminado a nivel macroscópico. .

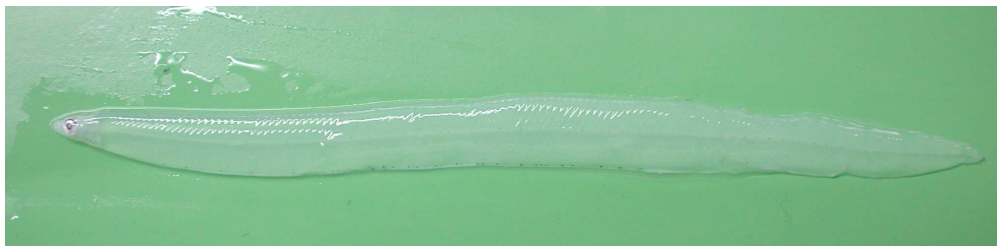
La información del sexo y del desarrollo gonadal (EMS) se obtiene mediante análisis histológico (Correia *et al.*, 2009).



**Figura 6.-** Preparaciones histológicas de las gónadas de dos hembras sexualmente maduras: la primera (izq.), procedente de desembarque comercial, muestra ovocitos en estado de vitelogénesis (TL=166 cm). En la segunda (drcha.), capturada durante la campaña oceanográfica *Porcupine 2013*, puede identificarse claramente la fase de núcleos migrados (TL=128 cm). (100X)



Presenta una primera fase de vida como larva leptocefala. Antunes en 1994, estimó la duración de esta fase en 300 días. Se calcula que alcanza el estado juvenil entre el primer y segundo año de vida.



**Figura 7.-** Larva leptocefala (TL=128 mm) capturada en aguas del Atlántico Nordeste.

## 2. CRECIMIENTO Y EDAD

El crecimiento del congrio ha sido estudiado por varios autores en distintas zonas: Mar de Cerdeña, Mediterráneo Central (Cau & Marconi, 1984), Sur de la Bretaña francesa (Sbaihi *et al.*, 2001), Sur de Irlanda (Sullivan *et al.*, 2003), Mar Adriático y NE Mediterráneo (Vallisneri *et al.*, 2007), y Océano Atlántico (Correia *et al.*, 2009).

Los juveniles pasan por una larga fase de crecimiento antes de la madurez sexual (Sbaihi *et al.*, 2001). Esta especie puede llegar a alcanzar 2.7m de longitud y 65 Kg de peso (Wheeler, 1985). Los machos son menores que las hembras (Cau & Manconi, 1983). El crecimiento varía en función del área geográfica, presentando menores tasas de crecimiento en el Mediterráneo que en el Atlántico (Campillo, 1992; Vallisneri, 2007).

### 2.1. Antecedentes:

La interpretación de la edad mediante la observación de los otolitos es compleja, debido a la presencia de anillos múltiples (Hood *et al.*, 1988). Sbaihi *et al.*, (2001) fueron los primeros en utilizar las vértebras para el estudio del crecimiento de esta especie, obteniendo una fuerte correlación entre las edades asignadas a vértebras y otolitos.

#### a. Procesado de otolitos y vértebras:

**Otolitos:** Se embeben en resina de poliéster y se cortan secciones transversales seriadas de 0.6-0.7 mm. Posterior montaje en portaobjetos, añadiendo solución para favorecer la aparición de anillos (Sbaihi *et al.*, 2001). Otros autores (Vallisneri *et al.*, 2007) pulen las secciones y las clarifican con alcohol etílico antes de su observación.

Correia *et al.* (2009) adaptaron al congrio europeo la técnica más reciente, desarrollada por Katayama *et al.* (2002) para el procesado de otolitos de congrio japonés (*Conger myriaster*), consistente en tostar los otolitos a 200°C durante 20 minutos antes de embeberlos en resina epóxica y cortarlos en secciones de 0.3 mm.

**Vértebras:** Según la técnica descrita por Meunier (1988) y Sbaihi *et al.* (2001), las vértebras se extraen entre el origen de la dorsal y el final de las pectorales, se hierven y se limpian. Posteriormente, se deshidratan en etanol (75%) y se secan. Previa observación, se cubre cada vértebra con una solución de 10% glicerina + 90% etanol. Esta metodología evita el problema de las bandas múltiples y la utilización productos químicos nocivos (resinas) (Sullivan *et al.*, 2003).

**b. Observación:**

**Otolitos:** mediante microscopio estereoscópico, con luz reflejada y utilizando un aumento de entre 10x y 20x (Sbaihi et al, 2001). Correia et al. (2009) utilizaron luz UV (470±40 nm) con magnificación de 25X.

**Vértebras:** observación directa, con aumento entre 8X y 10X. Esta técnica, descrita inicialmente por Stevens (1975) para la tintorera (*Prionace glauca*), fue adaptada por otros autores para el congrio europeo (Meunier, 1988; Sbaihi et al., 2001; Sullivan et al., 2003).

**c. Interpretación de la edad:**

**Escala anual:** La estimación de la edad mediante la aplicación de los protocolos habituales de lectura de otolitos presenta problemas de interpretación debido a la dificultad en la discriminación de los anillos verdaderos de los falsos (Hood et al., 1988; Fannon et al., 1990; Sullivan et al., 2003; Vallisneri et al. (2007); Correia et al., 2009). Autores como Correia et al. (2009) han conseguido distinguir los falsos anillos mediante la aplicación de la técnica de Katayama et al., (2002).

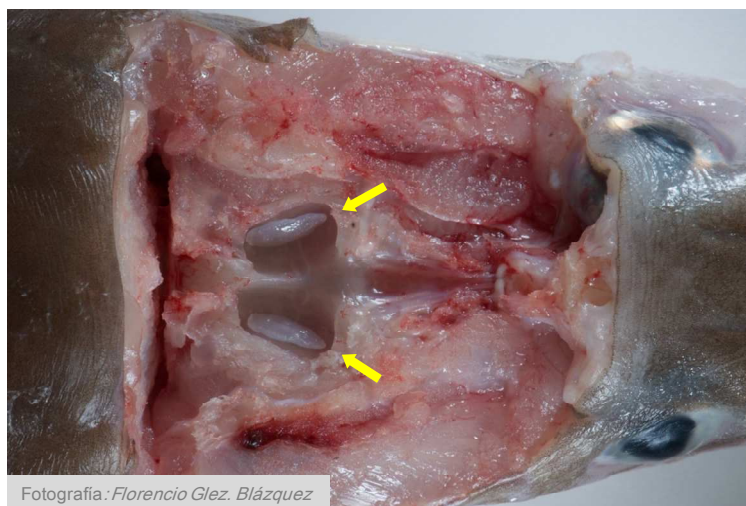
**Escala diaria:** en el IEO-CO de Vigo se ha estudiado el crecimiento diario de varios ejemplares de larva leptocéfala, con tallas comprendidas entre 128 y 136 mm. Estos individuos fueron recogidos durante campañas oceanográficas realizadas por el IEO en aguas de Galicia a bordo del B/O *Cornide de Saavedra*, a una profundidad aproximada de 140 m, enfrente de la Ría de Muros.

Los resultados preliminares indican que las tasas de crecimiento del otolito de estas larvas ( $0,71 \pm 0,11 \mu\text{m día}^{-1}$ ) se encuentran en la línea de las encontradas por otros autores en diferente área geográfica, como es el caso de Correia et. al. (2002) para las islas Azores.

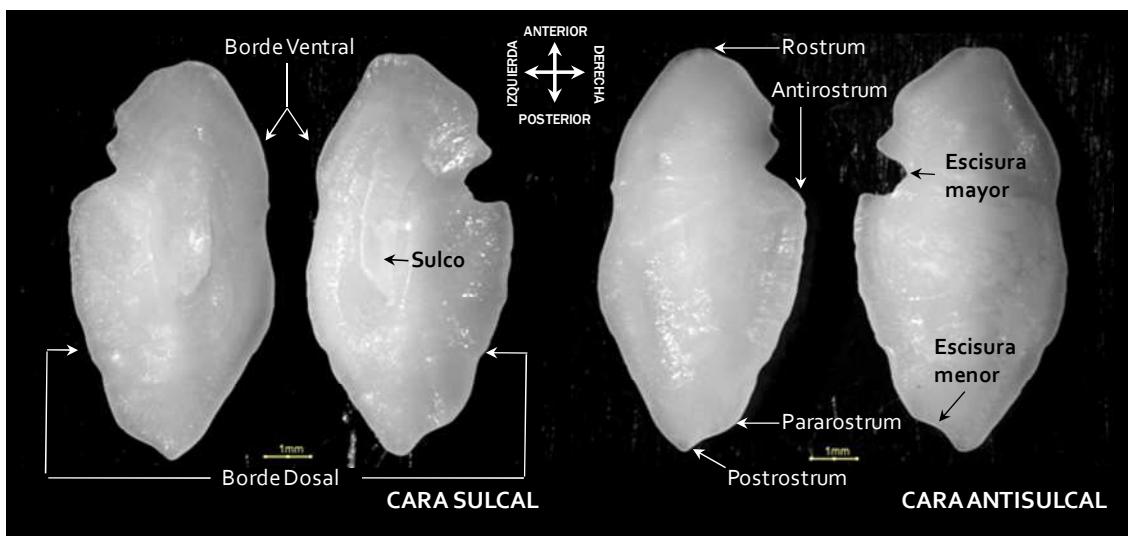
**Workshops:** No se han encontrado.

**2.2. Asignación de la edad:**

Dada la complejidad en la asignación de la edad en esta especie, se ha decidido utilizar simultáneamente la interpretación de otolitos y de vértebras.

**OTOLITOS****a. Localización, morfología y preparación de los otolitos:**

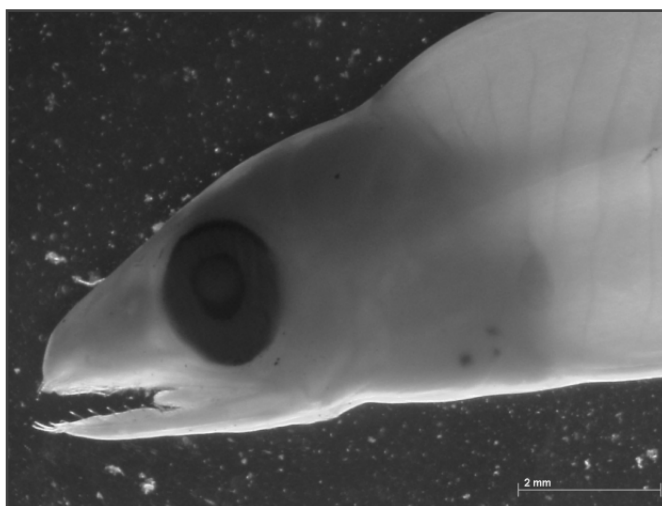
**Figura 8.-** Localización de los otolitos.



**Figura 9.-** Identificación y descripción morfológica de los otolitos.

**Escala anual:** Los otolitos se preparan siguiendo el protocolo convencional adoptado por el equipo BIODEMER.

**Escala diaria:** los otolitos (sagittae) también son extraídos de larvas en periodo leptocéfalo. Para ello se utiliza un módulo de luz polarizada acoplada a una lupa binocular. Después de limpiarlos con agua destilada para eliminar cualquier resto de materia orgánica, se montan sobre portaobjetos usando para fijarlos laca de uñas transparente.

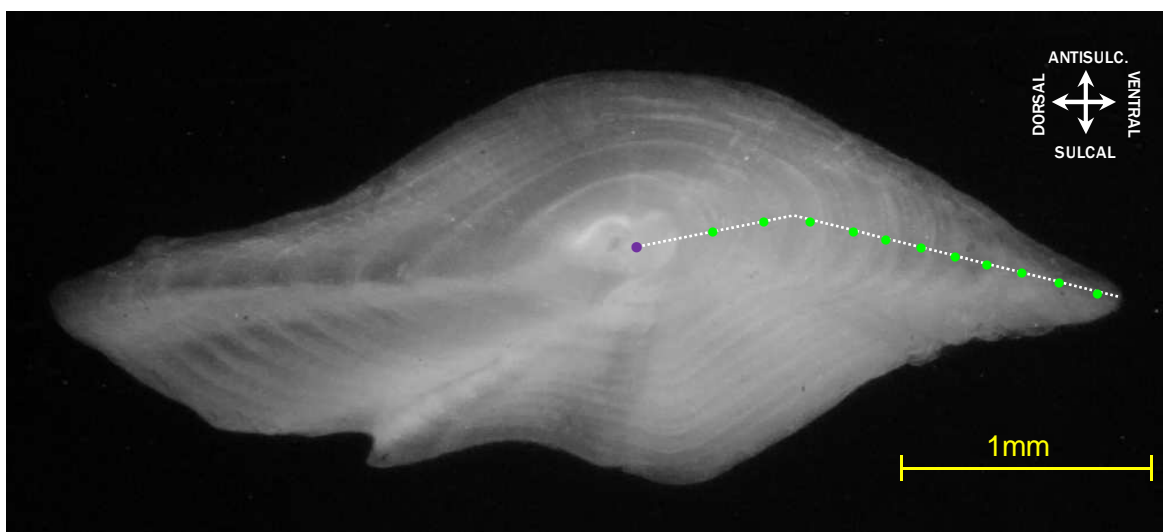


**Figura 10:** cabeza de una larva leptocéfala (TL=130mm) capturada en aguas de Galicia durante la campaña *Pelacus*, en abril de 2012. (0.8X)

#### **b. Observación del otolito e interpretación de la edad:**

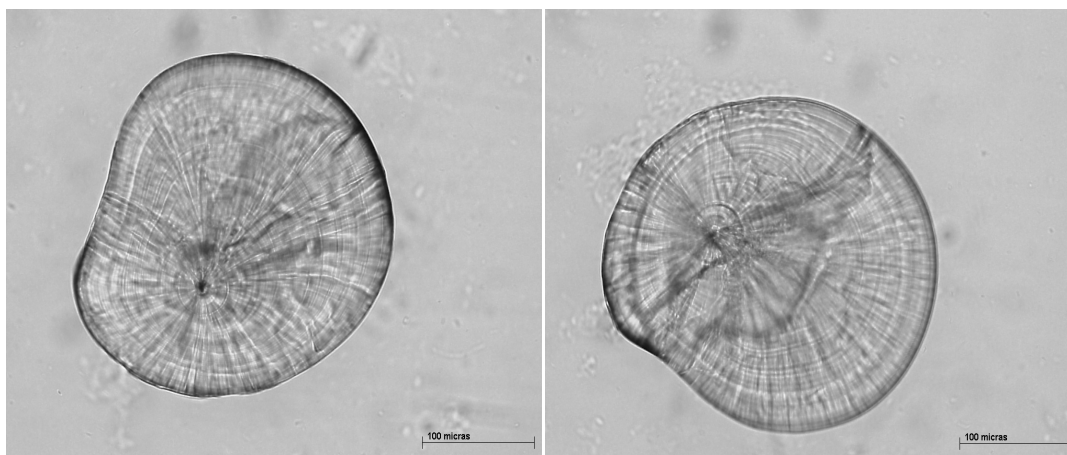
**Escala anual:** Las secciones de los otolitos se observan mediante microscopio estereoscópico, con luz reflejada sobre fondo oscuro y un aumento de entre 10X y 20X.

Los incrementos anuales se diferencian con mayor claridad en el transecto comprendido entre el núcleo y el borde ventral del otolito.



**Figura 11.-** Sección transversal del otolito izquierdo de un ejemplar de 11 años (TL=103 cm). Localización del núcleo y de los incrementos anuales sobre el transecto de lectura. (20X)

**Escala diaria:** Se toman imágenes digitales de su radio mayor a un aumento de 1000X. Sobre este eje, se lleva a cabo el recuento de incrementos diarios.



**Figura 12.-** Par de otolitos sagitta de un ejemplar de larva leptocéfala (TL=130 mm) capturada en aguas de Galicia. Observación mediante microscopio óptico. (200X)



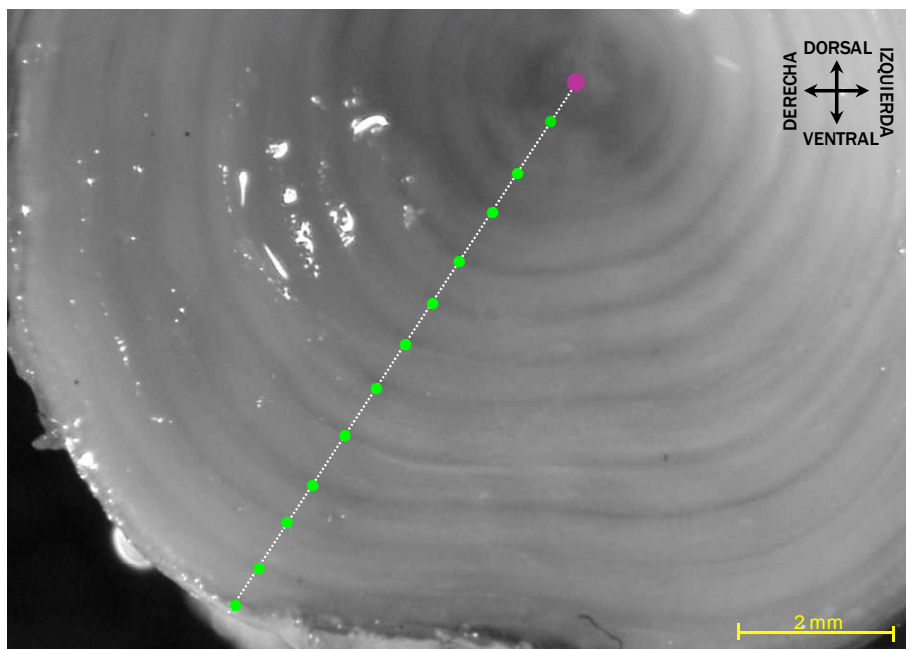
## VÉRTEBRAS

- a. **Preparación de las vértebras:** Se aplica el procedimiento estándar establecido por el equipo BIODEMER, basado en la técnica descrita por Meunier (1988) y Sbaili *et al* (2001).



**Figura 13.-** Muestras de la fracción vertebral anterior, extraídas de 3 ejemplares. Estructuras esqueléticas una vez cocidas y limpias.

- b. **Observación de las vértebras e interpretación de la edad:** Los incrementos anuales son visibles en toda la superficie de la vértebra, aunque su observación es más clara en la mitad inferior, próxima al transecto que une los bordes laterales (pasando por el núcleo), evitando así las zonas de compresión dorso-ventral. La magnificación empleada para la lectura de esta PE varía dependiendo del tamaño de la misma, siendo los más habituales entre 8X y 10X.



**Figura 14.-** Imagen parcial de la tercera vértebra de un ejemplar de 12 años (TL=100 cm). Localización de los incrementos anuales y del núcleo. (10X).



### 3. PARÁMETROS BIOLÓGICOS

**Relación Talla (TL) / Peso (W):  $W=aL^b$**

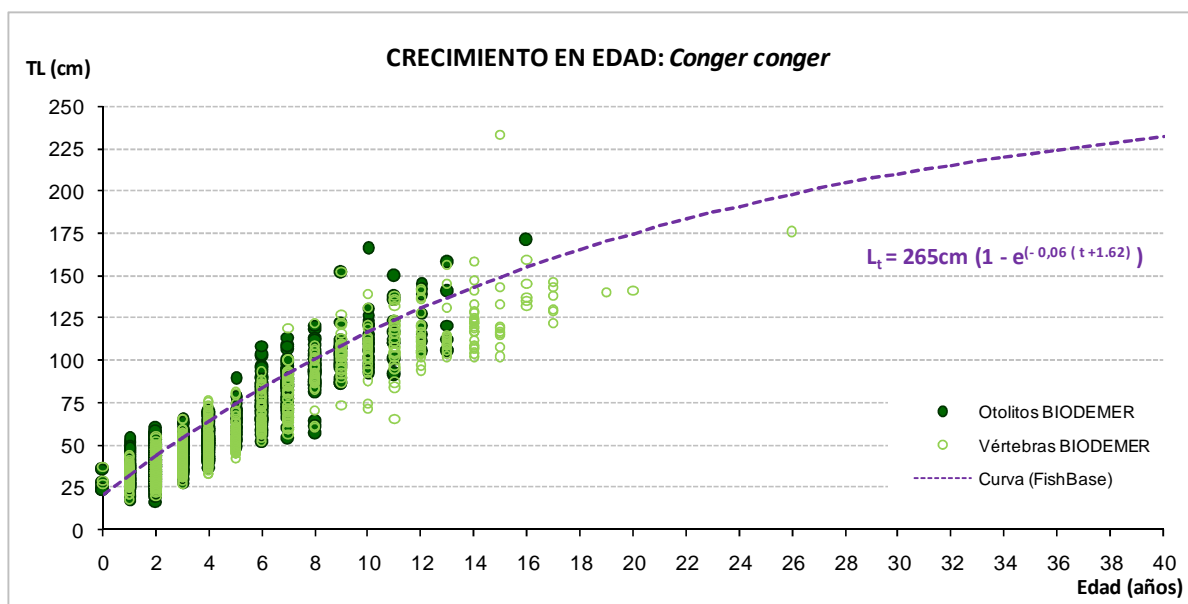
$a=0.000343$

$b=3.400766$

**Tabla 1.-** Estimación no lineal de los parámetros de la relación talla/peso de *C. conger* para sexos combinados y ajuste de mínimos cuadrados (algoritmo de Gauss-Newton) mediante bootstrap no paramétrico (INBIO).

$L_{50}$ (cm)	$L_{max}$ (cm)	$A_{50}$ (años)	$A_{max}$ (años)	$A_{\infty}$ (años)	$L_{\infty}$ (cm)	$k$	$t_0$ (años)
ND*	300	ND	20	48.4	265	0.06	-1.62

**Tabla 2.-** Parámetros biológicos medios de *C. conger*, siendo  $L_{50}$  la talla de primera madurez,  $L_{max}$  talla máxima,  $L_{\infty}$  talla infinito,  $A_{50}$  edad de primera madurez,  $A_{max}$  edad máxima,  $A_{\infty}$  esperanza de vida,  $k$  tasa de crecimiento anual y  $t_0$  edad a la talla 0. (<http://www.fishbase.org>). ND\*= no disponible.



**Figura 15.-** Representación gráfica de la curva teórica de Crecimiento de Von Bertalanffy según los parámetros de crecimiento obtenidos en FishBase. Relaciones talla-edad estimadas por el equipo BIODIMER, para sexos combinados, en base a la interpretación de otolitos y de vértebras.



#### 4. BIBLIOGRAFÍA

- Abi-ayad S.M.E., Bensahla T.A., Ali M.S., Dalouche F., & Meliani F.M. (2011). Some aspects on the reproductive cycle of European conger eel, *Conger conger* (Linnaeus, 1758) Osteichthyes, Anguilliformes, Congridae) captured from Western Algerian coasts: a histological description of spermatogenesis. *Biodiversity Journal*, 2011, 2 (3): 107-114.
- Antunes JC (1994). Estudo da migração e metamorfose de *Anguilla anguilla* L. por análise dos incrementos dos sagittae, em leptocéfalos e enguias de vidro. Doctoral thesis, University of Porto.
- Cau, A., & Manconi, P. (1984). Relationship of feeding, reproductive cycle and bathymetric distribution in *Conger conger*. *Marine Biology* 81: 147-151.
- Correia, A.T., Isidro, E.J., Antunes, C., Coimbra, J., (2002). Age, growth, distribution and ecological aspects of *Conger conger* leptocephali collected in the Azores, based on otolith analysis of premetamorphic specimens. *Mar. Biol.* 141, 1141–1151.
- Correia, A.T., Antunes, C., Wilson, J.M. & Coimbra, J. (2006). An evaluation of the otolith characteristics of *Conger conger* during metamorphosis. *Journal of Fish Biology* 68, 99-119.
- Correia, A.T., Manso, S. & Coimbra, J. (2009). Age, growth and reproductive biology of the European conger eel (*Conger conger*) from the Atlantic Iberian Waters. *Fisheries Research* 99, 196-202.
- Fannon E., Fahi E. & O'Really R. (1990). Maturation female conger eel (*Conger conger*). *Journal of Fish Biology*. 36, 275-276.
- Katayama, S., Ishida, T., Goto, K., Lizuka, K., & Karita, K. (2001). A new aging technique by UV Light observation of burnt otoliths for the conger eel *Conger myriaster* (Brevoort). *Ichthyological Research* 49: 81-84.
- McCleave JD, Miller MJ. (1994). Spawning of *Conger oceanicus* and *Conger triporiceps* (Congridae) in the Sargasso Sea and subsequent distribution of leptocephali. *Environ Biol Fishes* 39: 339-355.
- Meunier, F.J. (1988). Détermination de l'âge individuel chez les Ostéichthyens à l'aide de la squeletteochronologie: historique et méthodologie. *Ecol. Gener.*, 1988, Vol. 9, nº 3: 299-329.
- Morato, T., Solá, E., Gros, M.P. & Menezes, G. (1999). Diets of forkbeard (*Phycis phycis*) and conger eel (*Conger conger*) off the Azores during spring of 1996 and 1997. *Arquipélago. Life and Marine Sciences* 17A: 51-64.
- O'Sullivan, S., Moriarty, C., FitzGerald, R.D., Davenport, J. & Mulcahy, M.F. (2003). Age, growth and reproductive status of the European conger eel, *Conger conger* (L.) in Irish coastal waters. *Fisheries Research* 64, 55-69.
- Rosa, A., Menezes, G., Melo, O. & Pinho, M.R. (2006). Weight-length relationships of 33 demersal fish species from Azores archipelago. *Fisheries Research*, 80: 329-332.
- Sbaihi, M., Foucherfeau-Peron, M., Meunier, F., Elie, P., Mayer, I., Burzawa-Gerard, E., Vidal, B. & Dufour, S. (2001). Reproductive biology of the conger eel from the south coast of Brittany, France and comparison with the European eel. *Journal of Fish Biology* 59, 302-318.
- Vallisneri, M., Scapolatempo, M. & Picinetti, C. (2007). Preliminary biological data on the northeast Mediterranean conger eel *Conger conger* L., 1758. *Boletín del Instituto Español de Oceanografía* 23 (1-4): 111-114.
- Wheeler, A. (1985). *The World Encyclopedia of Fishes*. London: Macdonald.
- Xavier, J.C., Cherel, Y., Assis, C.A., Sendao, J. and Borges, T.C. (2010). Feeding ecology of conger eels (*Conger conger*) in north-east Atlantic waters. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 2010, 90(3), 493–501.

## *Chelidonichthys cuculus* (Linnaeus, 1758)

Clase: **Osteichthyes**

Familia: **Triglidae**

Nombre común:

**Arete**

Nombre inglés:

**Red gurnard**

Talla mínima legal: 20 cm (Xunta de Galicia).

### 1. INTRODUCCIÓN

**Taxonomía:** Aunque en la actualidad se sabe que esta especie pertenece al Género *Chelidonichthys*, existen referencias bibliográficas en las que aparece con la nomenclatura *Aspitrigla cuculus*, o incluso *Trigla cuculus*, considerando estas dos últimas, progresivamente en desuso, sinónimas de *Chelidonichthys cuculus*. Los requerimientos del vigente PNDB se refieren a esta especie como *Aspitrigla cuculus*.



Fotografía: Angeles Armesto  
**Figura 1.-** Ejemplar de *Chelidonichthys cuculus*.

**1.1. Descripción:** Cuerpo cónico de color rojo-anaranjado, con la zona ventral blanca. La cabeza, robusta y de perfil agudo, está cubierta de placas óseas y armada de crestas y espinas. Hocico bilobulado y boca en posición ínfera. Posee dos aletas dorsales separadas y las aletas pectorales presentan sus tres radios inferiores libres. Línea lateral con escamas alargadas verticalmente. A diferencia de otras especies, carece de surco occipital.

**1.2. Hábitat:** Pez estrictamente marino y demersal. Habita en la plataforma continental y talud, entre las rocas y en fondos arenosos, a profundidades comprendidas entre 15 y 400 m.

**1.3. Distribución geográfica:** Atlántico oriental, desde las Islas Británicas a Mauritania, incluyendo Islas Azores y Mar Mediterráneo.

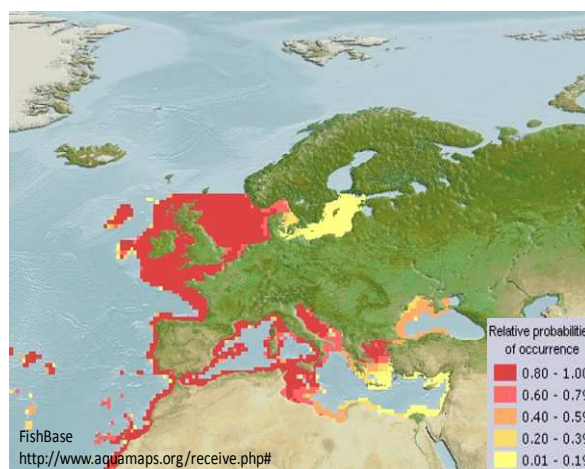
**1.4. Explotación pesquera:** Escaso interés en la pesquería comercial.

**1.5. Alimentación:** Principalmente compuesta por crustáceos bentónicos e invertebrados, también puede consumir pequeños peces bentónicos.

**1.6. Reproducción:**

**Época de puesta:** entre enero y julio.

**Madurez:** se estima que alcanza la madurez sexual a la edad de 1-2 años (TL≈10-18 cm).



**Figura 2.-** Distribución geográfica de *C.cuculus*. Probabilidad relativa de ocurrencia.

## 2. CRECIMIENTO Y EDAD

La Biología del arete es poco conocida, y los estudios de crecimiento, escasos. Se trata de una especie de crecimiento lento (puede tardar 21 años en alcanzar su talla máxima, de 50 cm) y no presenta crecimiento diferencial inter-sexos.

### 2.1. Antecedentes:

- a. **Procesado de otolitos:** Mientras Connolly (1986) rompe el otolito transversalmente por el centro y lo quema con una llama de alcohol, Colloca *et al.* (2003) realizan la inmersión del otolito entero en una solución saturada de cloruro sódico durante 24 horas, tras la cual lo sumergen en alcohol para su observación directa.
- b. **Observación:** Connolly (1986) y Colloca *et al.* (2003) interpretan los otolitos mediante su observación al microscopio, con luz reflejada y un aumento comprendido entre 12X y 20X, tomando las medidas del radio total y de los anillos de crecimiento en la cara sulcal, sobre el transecto comprendido entre el núcleo y el borde dorsal del otolito.
- c. **Interpretación de la edad:**

A escala anual: Colloca *et al.* (2003) describieron tres falsos anillos traslúcidos: los dos primeros (anillo pelágico formado durante la metamorfosis y anillo de cría formado durante el reclutamiento) se sitúan antes del anillo invernal de crecimiento correspondiente al primer año, mientras que el tercero (anillo de madurez, formado durante el período de primera madurez sexual) aparece más tarde.

A escala diaria: No hay referencias bibliográficas.

### 2.2. Asignación de la edad:

- a. **Morfología de los otolitos:**

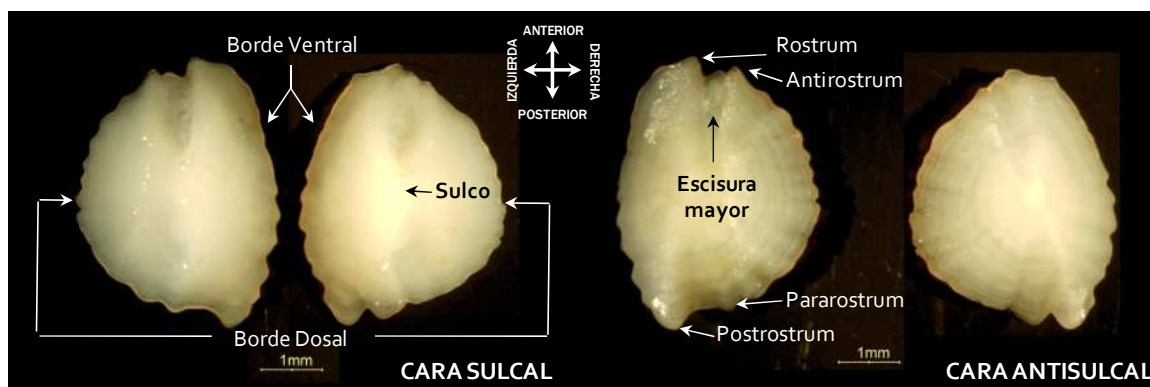


Figura 3.- Identificación y descripción morfológica de los otolitos.

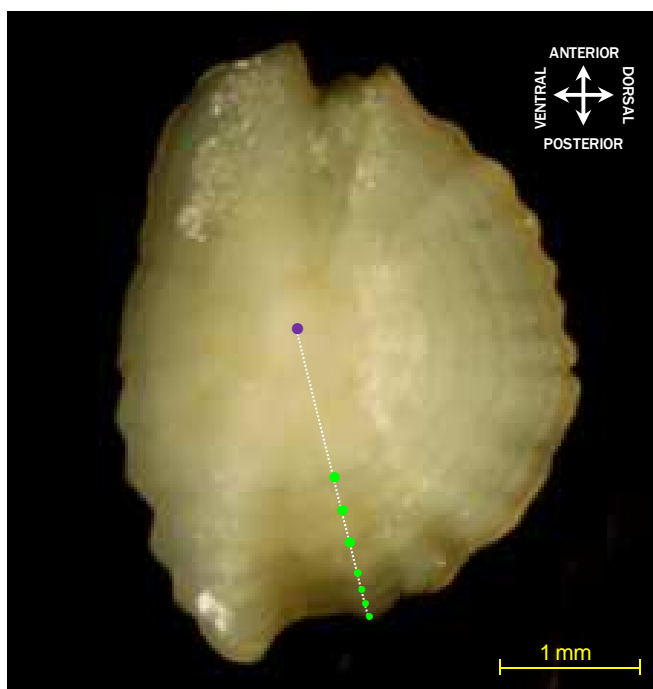
- b. **Observación del otolito e interpretación de la edad:**

El método utilizado para la interpretación de la edad en esta especie depende del tamaño de los otolitos, y por lo tanto, de la longitud de cada ejemplar. Así, en individuos menores de 30cm (TL) se usa el otolito entero y en mayores de 30cm, la sección del mismo.

En ambos casos es importante la identificación de los tres falsos anillos invernales descritos por Colloca *et al.* (apartado 2.1.c). El primero (P ó “anillo pelágico”) se diferencia claramente rodeando al núcleo; el segundo (N ó “anillo nursery”), menos marcado que el primero, se

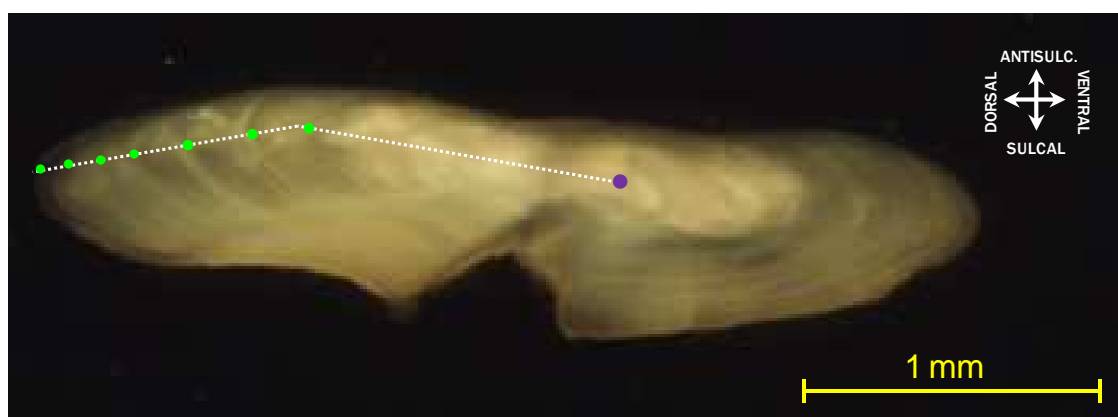
localiza antes del anillo invernal de crecimiento correspondiente al primer año de vida; y el tercero (M ó “anillo de madurez”), se sitúa entre los anillos que definen las edades 1 y 2.

Otolito entero (ejemplares de talla < 30 cm): los incrementos anuales se observan directamente sobre la cara antislcal del otolito entero, desde el núcleo hacia el borde dorsal o post-rostrum, utilizando un aumento de 10X.



**Figura 4.-** Otolito entero de un ejemplar de 7 años (TL=29 cm). Localización del núcleo y de los incrementos anuales sobre el transecto de lectura. (10X)

Sección transversal del otolito (ejemplares de talla  $\geq 30$ cm): los incrementos anuales se diferencian con mayor claridad en la sección del otolito, a lo largo del transecto situado entre el núcleo y el borde dorsal del otolito, con aumento de 20X.



**Figura 5.-** Sección transversal del otolito derecho de un ejemplar de 7 años (TL= 30 cm). Localización del núcleo y de los incrementos anuales sobre el transecto de lectura. (20X)

### 3. PARÁMETROS BIOLÓGICOS

**Relación Talla (TL) / Peso (W):  $W=aL^b$**

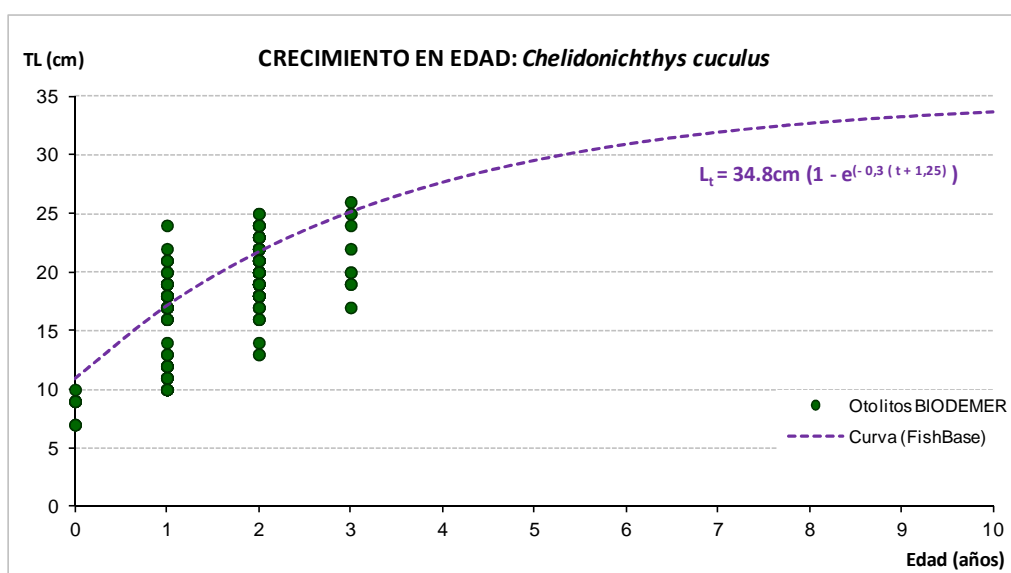
$a=0.005000$

$b=3.174000$

**Tabla 1.-** Parámetros de la relación talla/peso de *C. cuculus* para sexos combinados (<http://www.fishbase.org>).

$L_{50}$ (cm)	$L_{max}$ (cm)	$A_{50}$ (años)	$A_{max}$ (años)	$A_{\infty}$ (años)	$L_{\infty}$ (cm)	$k$	$t_0$ (años)
17.5	50	1.4	3	ND	34.8	0.3	-1.25 - 1.27

**Tabla 2.-** Parámetros biológicos de *C. cuculus*: talla de primera madurez ( $L_{50}$ ), talla máxima ( $L_{max}$ ), talla infinito ( $L_{\infty}$ ), edad de primera madurez ( $A_{50}$  estimada), esperanza de vida ( $A_{\infty}$ ), tasa de crecimiento anual ( $k$ ) y edad de la talla 0 ( $t_0$ ): (<http://www.fishbase.org>). ND\*=no disponible.



**Figura 6.-** Representación gráfica de la curva teórica de Crecimiento de Von Bertalanffy según los parámetros de crecimiento obtenidos en FishBase. Relaciones talla-edad para sexos combinados, estimadas por el equipo BIODIMER en base a la interpretación de otolitos procedentes de descarte comercial.

### 4. BIBLIOGRAFÍA

- Christensen, J.M. (1964). Burning of otoliths a technique for age determination of soles and other fish. *Journal J. Cons. Perm. Int. Explor. Mer.*, 2973-81.
- Colloca, F., Cardinale, M., Marcello, A. & Stfixxonr, G.D. (2003). Tracing the life history of red gurnard (*Aspitrigla cuculus*) using validated otolith annual rings. *J. Appl. Ichthyol.*, 19:1-9.
- Connolly, P.L. (1986). Aspects of the biology of the gurnard (Pisces: *Triglidae*) from the Western Irish Sea. *Journal Ph. D. Thesis National University of Ireland*.



## *Glyptocephalus cynoglossus* (Linnaeus, 1758)

Clase: **Osteichthyes**

Familia: **Pleuronectidae**

Nombre común:

**Mendo, coreano, meiga**

Nombre inglés:

**Witch**

Talla mínima legal: 28 cm (MAPA).

### 1. INTRODUCCIÓN



Fotografía: Angeles Armesto

**Figura 1.-** Ejemplar de *Glyptocephalus cynoglossus*.

**1.1. Descripción:** Cuerpo muy comprimido. Origen de la aleta dorsal encima de los ojos, línea lateral poco curvada en la parte superior de la aleta pectoral. Ojos sobre el lado derecho del cuerpo, boca muy pequeña cuyo tamaño no sobrepasa el de los ojos. Cuerpo delgado y estrecho. Aleta caudal redondeada.

**1.2. Hábitat:** Especie demersal, habita en fondos fangosos y blandos. Se distribuye a profundidades comprendidas entre 18 y 1570 m, aunque lo más común es encontrarlo entre 45 y 366 m.

**1.3. Distribución geográfica:** Océano Atlántico. En la parte oriental, se distribuye desde España hasta el Norte de Noruega, y en la occidental desde el Golfo de San Lorenzo y el Gran Banco, hasta el Norte de Carolina en EEUU.

**1.4. Explotación pesquera:** Apreciado en la pesquería comercial. Se captura principalmente con artes de arrastre de fondo.

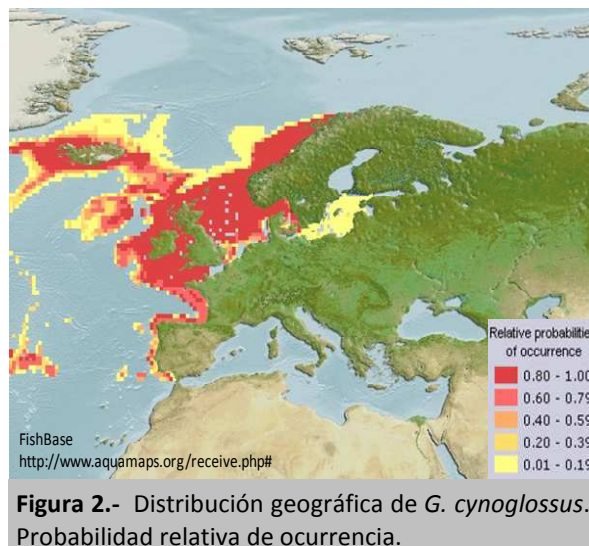
**1.5. Alimentación:** Crustáceos bentónicos, poliquetos y equinodermos.

**1.6. Reproducción:** Tanto huevos como larvas, son pelágicos.

Época de puesta: desde marzo a septiembre, con un pico de puesta entre mayo y septiembre.

Zona de puesta: Atlántico Nordeste.

Madurez: se estima que alcanza la madurez sexual a la edad de 3-4 años (TL≈32-40 cm).



**Figura 2.-** Distribución geográfica de *G. cynoglossus*. Probabilidad relativa de ocurrencia.

## 2. CRECIMIENTO Y EDAD

Los avances en el estudio del crecimiento del mendo se deben principalmente a los trabajos realizados por Bowering (1976, 1989) en Canadá, Wigley & Burnett (1999, 2001, 2003) en EEUU, y a Gutvik *et al.* (1992) en Noruega.

Se trata de una especie de crecimiento lento (puede tardar más de 20 años en alcanzar su talla máxima, de 60 cm). La tasa de crecimiento es mayor en hembras que en machos (Bowering, 1989; Wigley & Burnet, 2003).

### 2.1. Antecedentes:

#### a. Procesado de otolitos:

La metodología descrita por Burnett (1988) y adoptada por Wigley & Burnett (2003) consiste en la extracción del otolito ventral (de mayor longitud que el dorsal y de menor altura que éste), generalmente más fácil de interpretar debido a una menor compresión dorso-lateral. Posteriormente se secciona transversalmente a lo largo del eje dorso-lateral.

#### b. Observación:

Gutvik *et al.* (1992) observaron los otolitos enteros de los individuos más jóvenes ( $TL \leq 40$  cm) inmersos en glicerina sobre la cara sulcal del otolito derecho, mientras que utilizaron el otolito izquierdo en los demás casos. Burnett (1988) y Wigley & Burnett (2003) sumergían las secciones de los otolitos en alcohol etílico para su observación.

#### c. Interpretación de la edad:

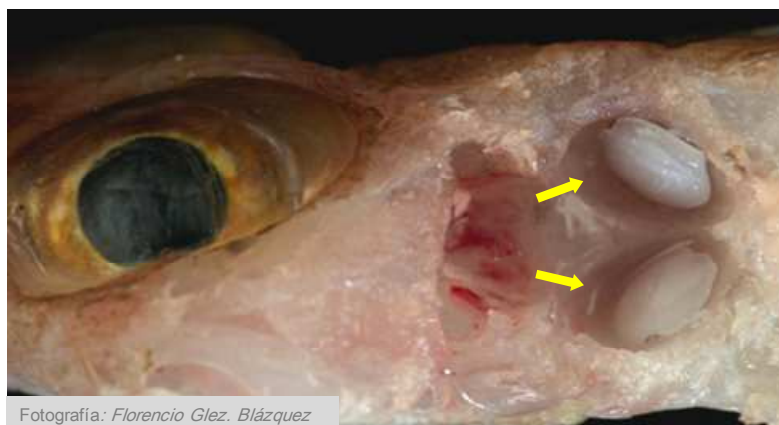
A escala anual: El primer anillo se ve poco definido, siendo los anillos más fácilmente interpretables los comprendidos entre 2 y 9 años. Se observa un “check” entre los anillos 6 y 7, probablemente asociado al esfuerzo reproductivo inicial (Burnett, 1988). El patrón de crecimiento observado por Bowering (1989) en Canadá muestra individuos de más edad que el de Gutvik *et al.* (1992) en Noruega para la misma clase de talla.

También pueden interpretarse las escamas (Hutsman, 1918), aunque Burnett (1987) afirma que su datación no es precisa en individuos de más de 10 años, debido a una excesiva compresión de los incrementos anuales en el borde.

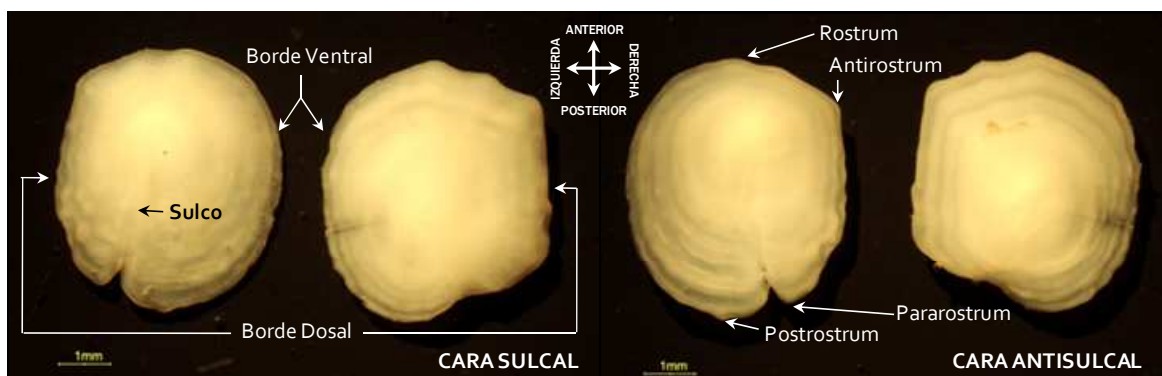
A escala diaria: No se ha encontrado bibliografía al respecto.

### 2.2. Asignación de la edad:

#### a. Otolitos. Localización y morfología:



**Figura 3.-** Localización de los otolitos.

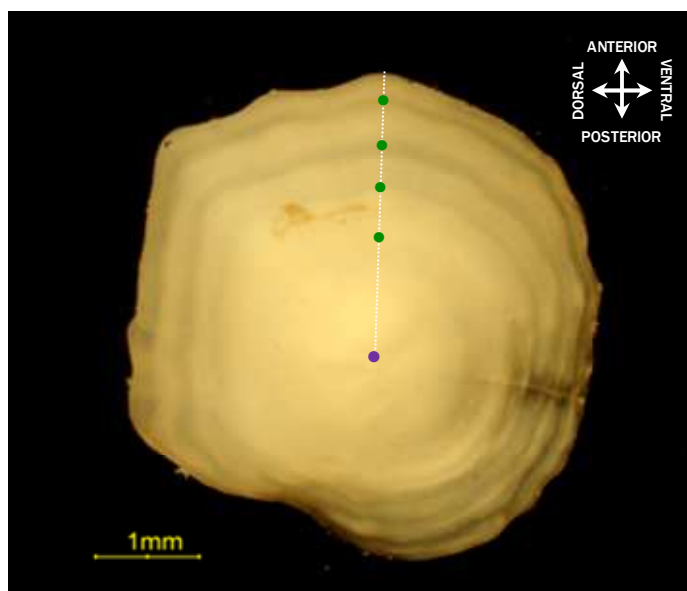


**Figura 4.-** Identificación y descripción morfológica de los otolitos.

**b. Observación del otolito e interpretación de la edad:**

Otolito entero: se utilizan ambos otolitos. Aunque la lectura se acostumbra a hacer sobre el otolito derecho, el izquierdo es tenido en cuenta por los lectores en el caso de que el derecho no pueda interpretarse con claridad.

Los incrementos anuales se observan sobre la cara antisulcal, en el transecto comprendido entre el núcleo y el rostrum, o antiróstrum, con una magnificación de 10X. En los ejemplares de más edad, los anillos cercanos al borde aparecen muy próximos, conformando una banda translúcida. En este caso, la lectura se complementa mediante la observación de los anillos más recientes sobre la cara sulcal del otolito.



**Figura 5.-** Otolito derecho (ventral) de un ejemplar de 4 años (TL=31 cm). Identificación del núcleo y de los incrementos anuales sobre el transecto de lectura. (10X)

### 3. PARÁMETROS BIOLÓGICOS

#### Relación Talla (TL) / Peso (W): $W=aL^b$

$$a=0.001755$$

$$b=3.322774$$

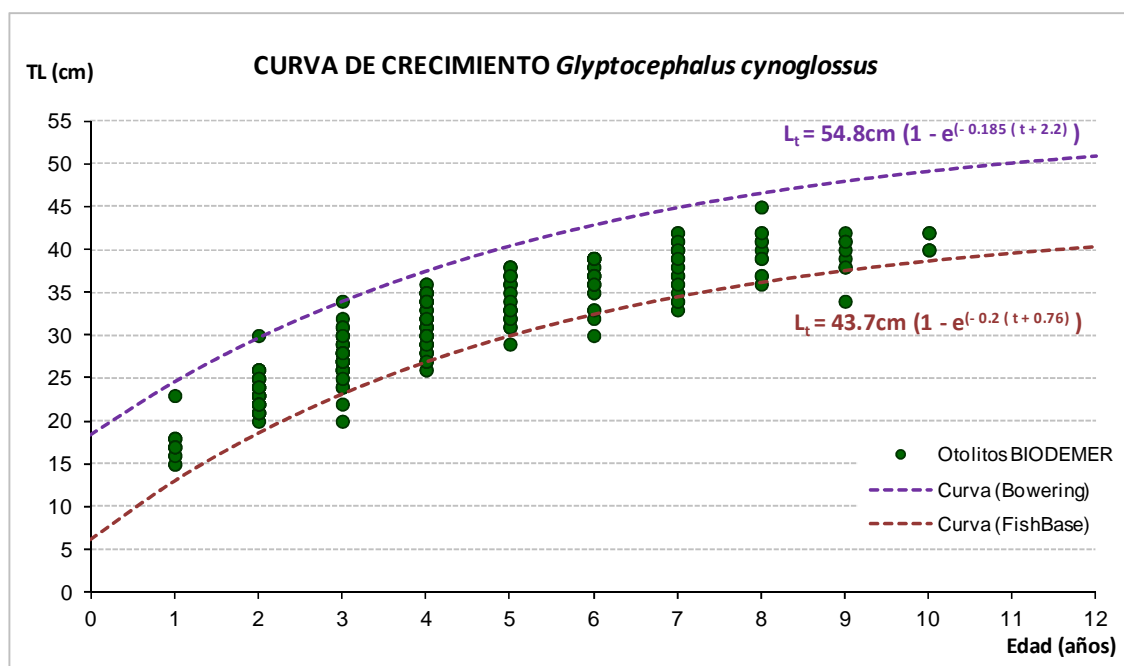
**Tabla 1.-** Estimación no lineal de los parámetros de la relación talla/peso de *G. cynoglossus* para sexos combinados y ajuste de mínimos cuadrados (algoritmo de Gauss-Newton) mediante bootstrap no paramétrico (INBIO).

$L_{50}$ (cm)	$L_{max}$ (cm)	$A_{50}$ (años)	$A_{max}$ (años)	$A_{\infty}$ (años)	$L_{\infty}$ (cm)	k	$t_0$ (años)
24.8	60.0	3.4	25.0	14.2	43.7	0.20	-0.76

**Tabla 2.-** Parámetros biológicos medios de *G. cynoglossus*, siendo  $L_{50}$  la talla de primera madurez,  $L_{max}$  talla máxima,  $L_{\infty}$  talla infinito,  $A_{50}$  edad de primera madurez,  $A_{max}$  edad máxima,  $A_{\infty}$  esperanza de vida, k tasa de crecimiento anual y  $t_0$  edad a la talla 0. (<http://www.fishbase.org>)

Autor	$L_{\infty}$ (cm)	k	$t_0$ (años)
Bowering, 1976	44.2 – 65.53	0.101 - 0.269	-2.20 – 2.28

**Tabla 3.-** Rango de valores estimados por Bowering (1976) para los parámetros biológicos de crecimiento de *G. cynoglossus* en diferentes zonas de la isla de Newfoundland (Canadá).



**Figura 6.-** Representación gráfica de la curva teórica de Crecimiento de Von Bertalanffy según los valores medios de los parámetros de crecimiento publicados por Bowering (1976) y los obtenidos en FishBase. Relaciones talla-edad estimadas por el equipo BIODIMER para sexos combinados, en base a la interpretación de otolitos.



#### 4. BIBLIOGRAFÍA

- Bowering, W.R. (1989). Witch Flounder Distribution off Southern Newfoundland, and Changes in Age, Growth, and Sexual Maturity Patterns with Commercial Exploitation. *Transactions of the American Fisheries Society*, 118: 659-669.
- Bowering, W.R. (1989). Distribution, Age and Growth, and Sexual Maturity of Witch Flounder (*Glyptocephalus cynoglossus*) in Newfoundland Waters. *Journal Fisheries Research Board Can.*, 33: 1574-1584.
- Burnett, J. (1988). Witch Flounder *Glyptocephalus cynoglossus*. In: Age determination methods for Northwest Atlantic species.
- Gutvik, O.K., Hopkins, C.C.E., Nilssen, E.M., Nilsen, R. & Hermannsen, A. (1992). Growth is a many splendid thing: Analyses in Witch Flounder (*Glyptocephalus cynoglossus*), patterns and implications. *ICES C.M.*, G: 3 (Sess. P).
- Magnussen, E. (2007). Interpopulation comparison of growth patterns of 14 fish species on Faroe Bank: are all fishes on the bank fast-growing?. *Journal of Fish Biology*, 71: 453-475.
- Penttila, J. (1988). Age determination methods for Northwest Atlantic species. *NOAA Technical Report NMFS*, 72.
- Rabe, J. & Brown, J.A. (2001). The behavior, growth, and survival of witch flounder (*Glyptocephalus cynoglossus*) larvae in relation to prey availability: adaptations to an extended larval period. *Fish Bulletin*, 99: 465-474.
- Wigley, S.E. (1999). Effects of First-time Spawners on Stock-recruitment Relationships for Two Groundfish Species. *Journal Northwest Atlantic Fisheries*, 25: 215-218.
- Wigley, S.E. & Burnet, J.M. (2001). Preliminary Estimates of Biological and Yield Characteristics of Deep-water Witch Flounder (*Glyptocephalus cynoglossus*) in the Georges Bank-Southern New England Region. *NAFO S.C.R. Doc 01/114*.
- Wigley, S.E. & Burnet, J.M. (2003). Preliminary Estimates of Biological and Yield Characteristics of Deep-water Witch Flounder (*Glyptocephalus cynoglossus*) in the Georges Bank-Mid-Atlantic Bight Region. *Journal Northwest Atlantic Fisheries. Sci.*, 31: 181-194.



## *Helicolenus dactylopterus* (Delaroche, 1809)

Clase: **Osteichthyes**

Familia: **Sebastidae**

Nombre común:

**Gallineta**

Nombre inglés:

**Blackbelly rosefish, bluemouth**

Talla mínima legal: 20 cm (Xunta de Galicia).

### 1. INTRODUCCIÓN



**Figura 1.-** Ejemplar de *Helicolenus dactylopterus*.

**1.1. Descripción:** Pez robusto, con espinas en la cabeza. Hueso sub-orbital sin espinas, aleta anal con 5 espinas blandas. Interior de la boca muy oscuro.

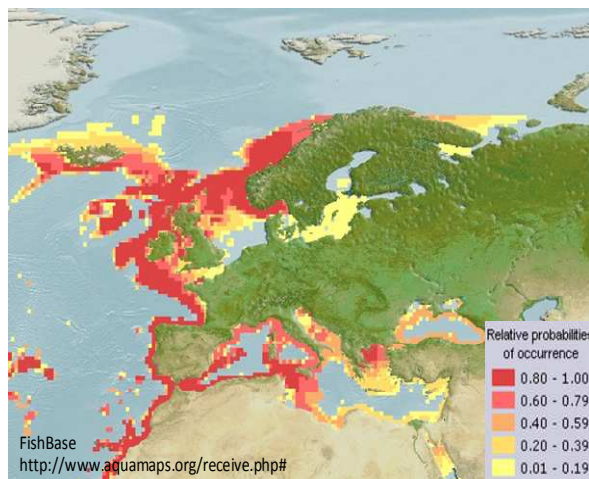
**1.2. Hábitat:** Especie bentónica, habita en fondos blandos de la plataforma y del talud, a profundidades comprendidas entre 50 y 1100 (preferiblemente entre 200-1000 m).

**1.3. Distribución geográfica:** Océano Atlántico. oriental, desde Islandia y Noruega hasta el Golfo de Guinea, incluyendo las Islas Azores, Madeira, Canarias y el Mar Mediterráneo, y en la parte occidental se distribuye desde Canadá hasta Venezuela, También está presente en Walvis Bay, desde Namibia a Natal y Sudáfrica.

**1.4. Explotación pesquera:** Interés medio en pesquerías comerciales multiespecíficas de arrastre y de palangre de fondo. Es el escorpenido comercial más importante de la plataforma portuguesa.

**1.5. Alimentación:** Su dieta más habitual está compuesta por crustáceos, peces, cefalópodos y equinodermos.

**1.6. Reproducción:** Esta especie presenta una estrategia reproductiva peculiar y muy discutida: autores como Dieuzeide *et al.* (1995) aseguran que es ovípara, mientras otros como Krefft (1961) defienden que es vivípara. Sequeira *et al.* (2003) demostraron que esta especie es en realidad zigópara con fertilización interna, almacena los espermatozoides en el interior de los ovarios y libera embriones en estados iniciales de desarrollo envueltos en una matriz gelatinosa.














**Figura 2.-** Distribución geográfica de *H. dactylopterus*. Probabilidad relativa de ocurrencia.



**Época de puesta:** asincronía entre los ciclos sexuales de machos y hembras. En el Atlántico Nordeste el pico de puesta para las hembras va desde diciembre a abril y para los machos de junio a diciembre (Sequeira et al., 2012). Esta asincronía confirma que existe demora entre la inseminación y la fertilización, y que las hembras retienen el esperma en el interior de sus ovarios por un tiempo variable de entre 1 y 7 meses (Muñoz et al., 1999).

**Madurez:** Para la determinación macroscópica del estado de madurez sexual, se aplica una escala específica de seis estados.

HEMBRAS		MACHOS	
	Ovarios tubulares, delgados, pequeños y translúcidos. Pared muy fina, sin vasos sanguíneos llamativos.	<b>0 INMADURO (virgen)</b> Testículos pequeños y translúcidos, muy delgados (como un hilo) y difíciles de observar, al confundirse con el mesenterio.	
	Ovarios opacos, consistentes, algo vascularizados. Ovocitos no visibles. Color de rojizo a rosa.	<b>I RECUPERACIÓN</b> Testículos pequeños, a veces con esperma residual. Color blancuzco o grisáceo.	
	Ovarios opacos, consistentes, con alguna vascularización. Ovocitos difícilmente visibles. Color rosa.	<b>II MADURANDO</b> Testículos grandes y consistentes. Color blanco. Sin esperma visible.	
	Ovarios opacos, consistentes, con vascularización muy desarrollada. Ovocitos bien visibles. Color naranja, rosa o blanco.	<b>III PRE-PUERTA</b> Testículos consistentes, muy desarrollados, con esperma visible. Color blanco.	
	Ovarios opacos, consistentes, con vascularización muy desarrollada. Ovocitos hidratados, bien visibles, formando una matriz gelatinosa bien visible. Color naranja, rosa ó blanco.	<b>IV PUERTA</b> Testículos muy desarrollados, con esperma libre que fluye al presionar el abdomen. Color blancuzco.	
	Ovarios opacos, flácidos, algo vascularizados, en ocasiones con ovocitos residuales visibles. Color rojizo (aspecto hemorrágico).	<b>V POST-PUERTA</b> Testículos opacos, flácidos, de aspecto hemorrágico y con esperma residual.	

**Tabla 1.-** Escala para la determinación macroscópica del estado de madurez sexual de *H. dactylopterus*, original de White et al. (1998) y adaptada por Mendoça et al. (2006). Fotografías realizadas por Mendoça et al (2006).

## 2. CRECIMIENTO Y EDAD

El crecimiento de la gallineta ha sido estudiado en muchas zonas por varios autores: en el Atlántico Oeste (White et al., 1998), Islas Azores (Isidro, 1987; Esteves et al., 1997; Drug et al., 1998; Abecasis et al., 2006), Islas Británicas (Allain & Lorange, 2000; Mamie et al., 2007), Rockall Trough (Kelly et al., 1999), Mar Mediterráneo (Ragonese & Reale, 1995; Romanelli et al., 1997; Massutí et al., 2000, 2001) y costa de Portugal (Sequeira et al., 2009).

Se trata de una especie de crecimiento lento, pudiendo tardar de 30 a 42 años en alcanzar su talla máxima (47 cm aproximadamente). No parece presentar crecimiento diferencial entre ambos sexos.

## 2.1. Antecedentes:

### a. Procesado de otolitos:

Inclusión del otolito entero en una solución de glicerina y etanol. En los otolitos de mayor tamaño se realizan secciones transversales de aproximadamente 1 mm de grosor (Abecasis *et al.*, 2006).

### b. Observación:

Se utiliza un microscopio estereoscópico, con luz reflejada sobre fondo oscuro y una magnificación de entre 10X y 20X. Los incrementos anuales se observan sobre la cara antislcal, del otolito, desde el núcleo hacia el borde post-rostrum (Sequeira *et al.*, 2009, Massutí *et al.*, 2000; Abecasis *et al.*, 2006).

### c. Interpretación de la edad:

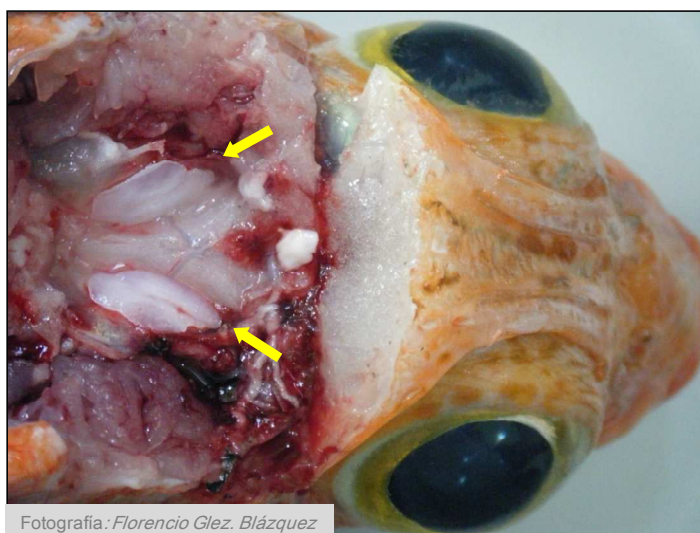
A escala anual: En ejemplares mayores de 20-25 cm TL, la interpretación de las secciones transversales es más fiable que la de los otolitos enteros, debido al solapamiento de los anillos cercanos al borde (Abecasis *et al.*, 2006). Estos autores consideraron mediante secciones transversales edades de hasta 32 años, mientras que la edad máxima asignada en los otolitos enteros no superó los 16 años.

A escala diaria: Se emplea la sección sagital del otolito. Montaje en un porta con el sulco acústico hacia arriba y pulido por ambas caras, usando una secuencia de papeles de lija húmedos desde 30 µm (Sequeira *et al.*, 2009).

**Workshops:** El *European Fish Ageing Network* (EFAN) incluye un workshop para la preparación y análisis de otolitos de diversas especies, entre ellas, *H. dactylopterus*. (Brest, Francia, el 26-31 de mayo de 1997).

## 2.2. Asignación de edad:

### a. Otolitos. Localización y morfología:



**Figura 3.-** Localización de los otolitos.

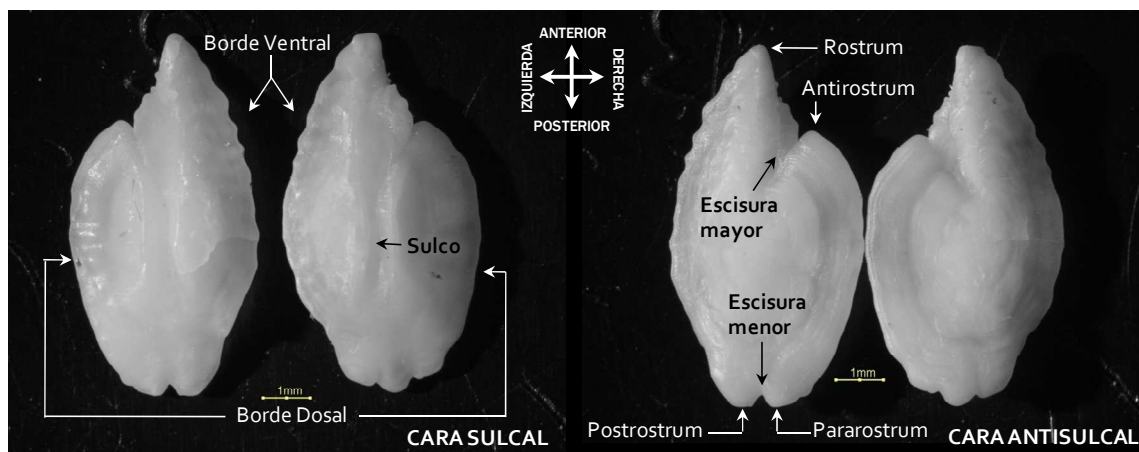


Figura 4.- Identificación y descripción morfológica de los otolitos.

#### b. Observación del otolito e interpretación de la edad:

Otolito entero (izquierdo): los incrementos anuales se observan directamente sobre la cara antisulcal, desde el núcleo hacia el borde post-rostrum, utilizando un aumento de 10X. A partir de la edad 7, que se corresponde con la edad de primera madurez, los incrementos anuales ya no presentan un anillo opaco diferenciado. Este es el motivo de que la magnificación se vaya aumentando hasta 20X, para poder detectar los incrementos anuales más cercanos al borde.

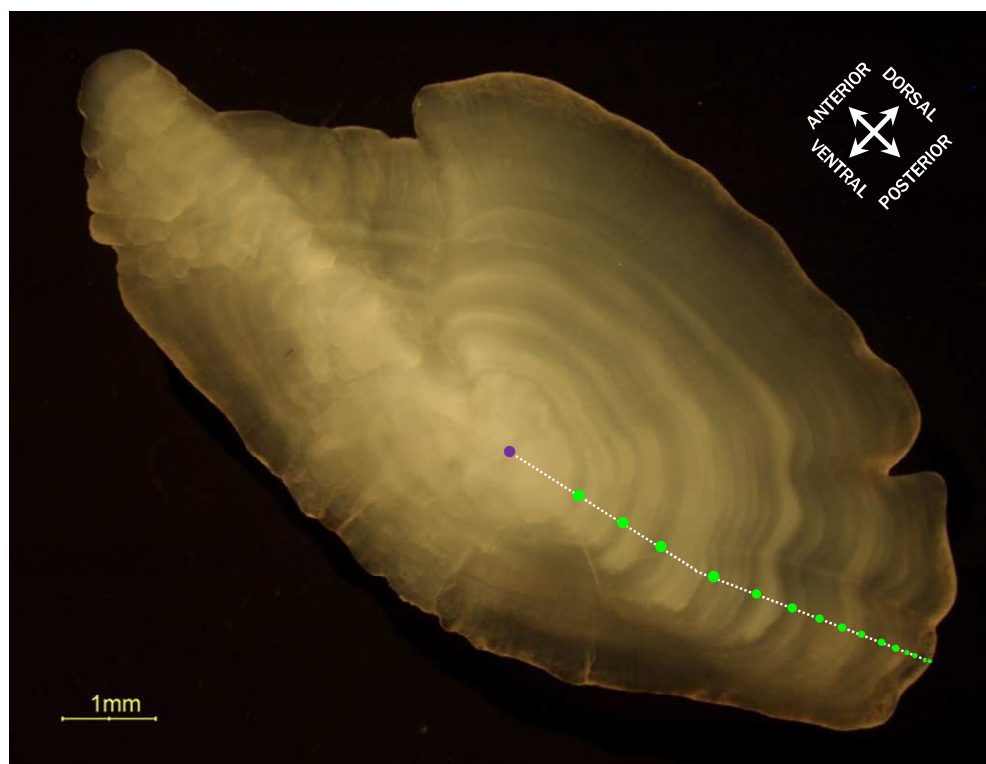
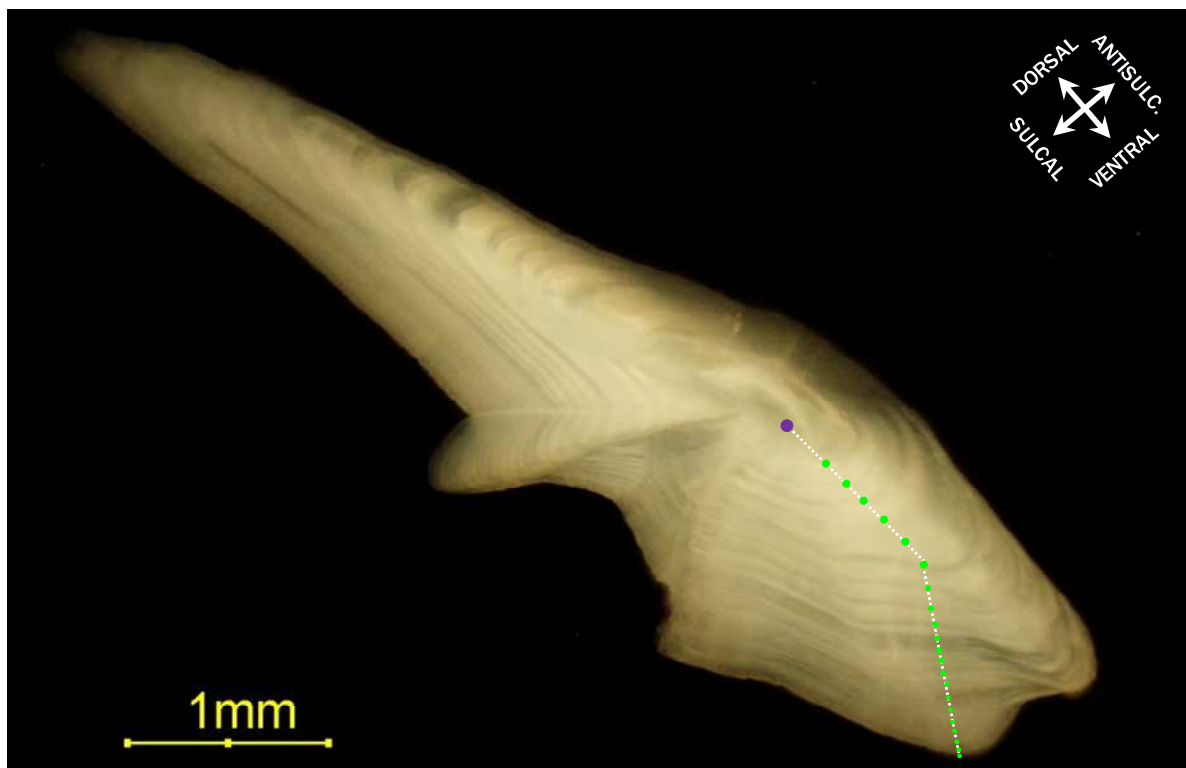


Figura 5.- Otolito izquierdo de un ejemplar de 15 años (TL= 34 cm). Localización del núcleo y de los incrementos anuales sobre el transecto de lectura. (10X)

Sección del otolito: (derecho): los incrementos anuales se diferencian con mayor claridad en el transecto existente desde el núcleo hacia el borde ventral del otolito, utilizando un aumento de 20X. Al igual que ocurre en el caso del otolito entero, los anillos posteriores a la edad siete se presentan

menos diferenciados, y no siempre puede observarse la continuidad de estos incrementos en el otolito. Aún así, la detección de los anillos más cercanos al borde resulta más fácil que en el otolito entero.



**Figura 6.-** Sección transversal del otolito derecho de un ejemplar de 20 años (TL=32 cm). Localización del núcleo y de los incrementos anuales sobre el transecto de lectura. (20X)

### 3. PARÁMETROS BIOLÓGICOS

#### Relación Talla (TL) / Peso (W): $W=aL^b$

 $a=0.14039$ 
 $b=3.033906$ 

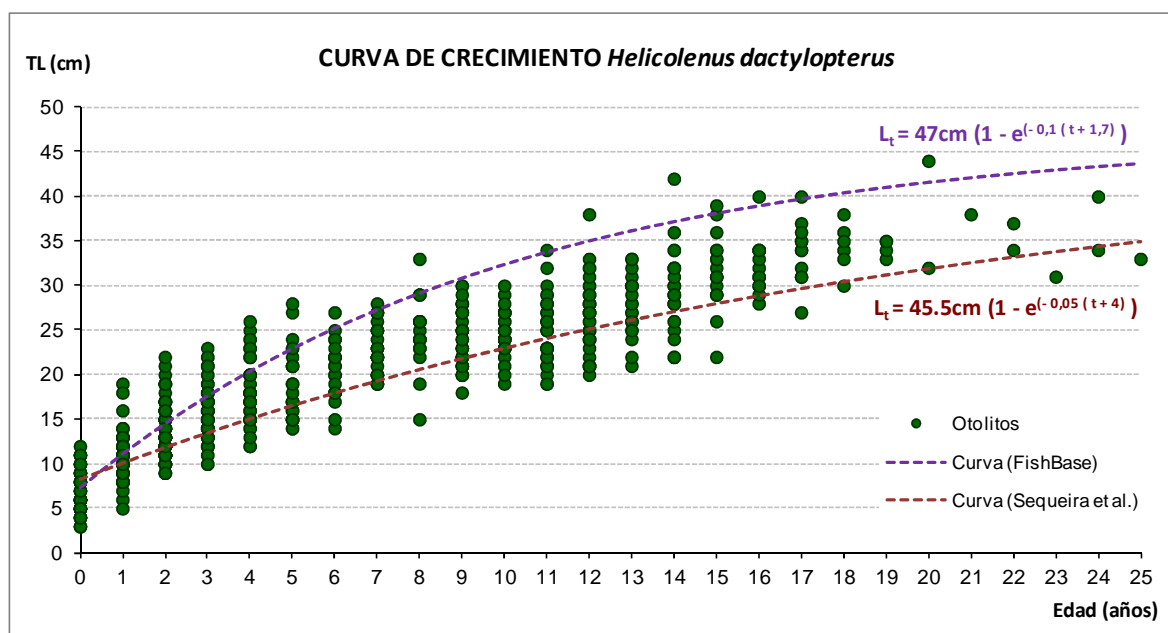
**Tabla 1.-** Estimación no lineal de los parámetros de la relación talla/peso de *H. dactylopterus* para sexos combinados y ajuste de mínimos cuadrados (algoritmo de Gauss-Newton) mediante bootstrap no paramétrico (INBIO).

$L_{50}$ (cm)	$L_{max}$ (cm)	$A_{50}$ (años)	$A_{max}$ (años)	$A_{\infty}$ (años)	$L_{\infty}$ (cm)	k	$t_0$ (años)
19.0	47.0	7.1	43.0	28.3	32.5	0.10	-1.7

**Tabla 2.-** Parámetros biológicos medios de *H. dactylopterus*, siendo  $L_{50}$  la talla de primera madurez,  $L_{max}$  talla máxima,  $L_{\infty}$  talla infinito,  $A_{50}$  edad de primera madurez,  $A_{max}$  edad máxima,  $A_{\infty}$  esperanza de vida, k tasa de crecimiento anual y  $t_0$  edad a la talla 0. (<http://www.fishbase.org>).

Autor	$L_{\infty}$ (cm)	k	$t_0$ (años)
Sequeira <i>et al.</i> , 2012	45.50	0.05	-4.01

**Tabla 3.-** Parámetros biológicos de crecimiento estimados por Sequeira *et al.* (2012) en la costa de Portugal.



**Figura 7.-** Representación gráfica de de las curvas teóricas de Crecimiento de Von Bertalanffy según parámetros de crecimiento obtenidos en FishBase y los publicados por Sequeira *et al.* (2012) respectivamente. Relaciones talla-edad estimadas por el equipo BIODEMER para sexos combinados en base a la interpretación de otolitos.





#### 4. BIBLIOGRAFÍA:

- Abecasis, D., Costa, A.R., Pereira, J.G & Pinho, M.R. (2006). Age and growth of bluemouth, *Helicolenus dactylopterus* (Delaroche, 1809) from the Azores. *Fisheries Research* 79: 148-154.
- Allain, V. & Lorange, P. (2000). Age estimation and growth of some deep-sea fish from the Northeast Atlantic Ocean. *Cybium* 24 (3): 7-16.
- Dieuzeide, R., Novella, M. & Roland, J. (1955). Catalogue des poissons des cotes algériennes (III. Osteopterygii) . *Boullletin de la Station d'Aquiculture ET de Pêche de Castiglione* 6: 1-384.
- Esteves, E., Aníbal, J., Krug, H. & Marqués da Silva, H. (1997). Aspects of age and growth of bluemouth, *Helicolenus dactylopterus dactylopterus*, (Delaroche, 1809) from the Azores. *Life and Marine Sciences* 15A: 83-95.
- Mendonça, A., Isidro, E., Menezeis, G, Pinho, M.R, Merlo, O. & Estácio, S. (2006). New contribution to the reproductive features *Helicolenus dactylopterus dactylopterus* from the northeast Atlantic (Azores Archipelago). *Scientia Marina* 70 (4): 679-688.
- Muñoz, M., Casadevall, M., Bonet, S., 1999. Annual reproductive cycle of *Helicolenus dactylopterus dactylopterus* (Teleostei: Scorpaeniformes) with special reference to the ovaries sperm storage. *J. Mar. Biol. Assoc. UK* 79, 521–529.
- Krefft, G. (1961). A contribution to the reproductive biology of *Helicolenus dactylopterus* (De la Roche, 1809) with remarks on the evolution of the Sebastinae. *Rapports et Procès-verbaux des Réunions Conseil Permanent International pour l'Exploration de la Mer* 150: 243-245.
- Sequeira, V., Figueiredo, I., Muñoz & Gordo, L.S. (2003). New approach to the reproductive biology of *Helicolenus dactylopterus*. *Journal of Fish Biology* 62: 1206-1210.
- Sequeira, V., Neves, A., Vieira, A.R., Figueiredo, I. & Gordo, L.S. (2009). Age and growth of bluemouth, *Helicolenus dactylopterus*, from the Portuguese continental slope. *ICES Journal of Marine Science* 66: 524-531.
- Sequeira V., Neves A., Barros Paiva R., Pereira de Lima J., Vieira A., Serrano Gordo L. (2012). Life history parameters as possible discriminators of bluemouth *Helicolenus dactylopterus* (Delaroche, 1809) populations in Portuguese waters. *Fisheries Research* 125– 126 (2012) 69–76.

## *Merluccius merluccius* (Linnaeus, 1785)

Clase: **Actinopterygii**  
Familia: **Merlucciidae**

Nombre común:  
**Merluza**

Nombre inglés:  
**European Hake**

Talla mínima legal: 27 cm (UE, MAPA y Xunta de Galicia).

### 1. INTRODUCCIÓN



**Figura 1.-** Ejemplar de *Merluccius merluccius*

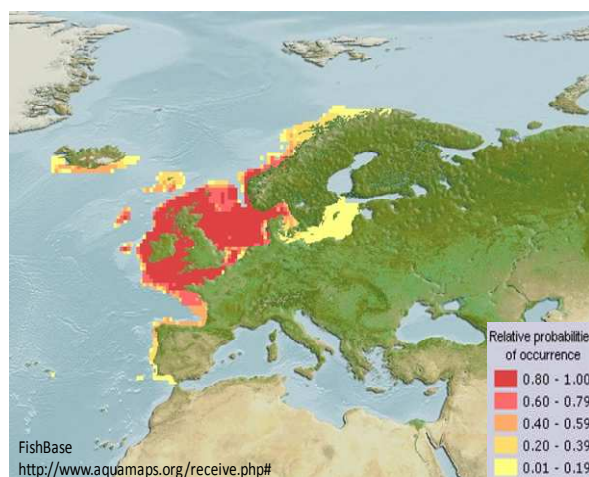
**1.1. Descripción:** Cuerpo fusiforme cubierto de pequeñas escamas. Dos aletas dorsales separadas por una hendidura. Radios de la dorsal y anal segmentados. Aletas pélvicas en posición torácica. Aleta caudal relativamente corta y separada de la dorsal y anal.

**1.2. Hábitat:** Especie demersal y bentopelágica, habita en fondos arenosos y fangosos de la plataforma y del talud, a profundidades comprendidas entre 25 y 1075 m (preferiblemente entre 50-370 m).

**1.3. Distribución geográfica:** Atlántico Nororiental y centro-oriental, desde las costas de Noruega hasta Cabo Blanco (Mauritania), incluyendo Islandia y Mar Negro.

**1.4. Explotación pesquera:** Recurso pesquero de primera magnitud en el Atlántico Nororiental, debido a su elevado precio de mercado. España es responsable de la mayor parte de sus desembarques. En el Atlántico, esta especie se gestiona separadamente en dos unidades o stocks: norte y sur.

**1.5. Alimentación:** Predador activo, carnívoro y oportunista, puede modificar su dieta dependiendo de la disponibilidad y diversidad de las presas (Cassey & Pereiro, 1995; Bozzano *et al.*, 1997; Velasco & Olaso 1998; Velasco, 2007). El canibalismo contribuye a la elevada mortalidad natural de los más jóvenes.

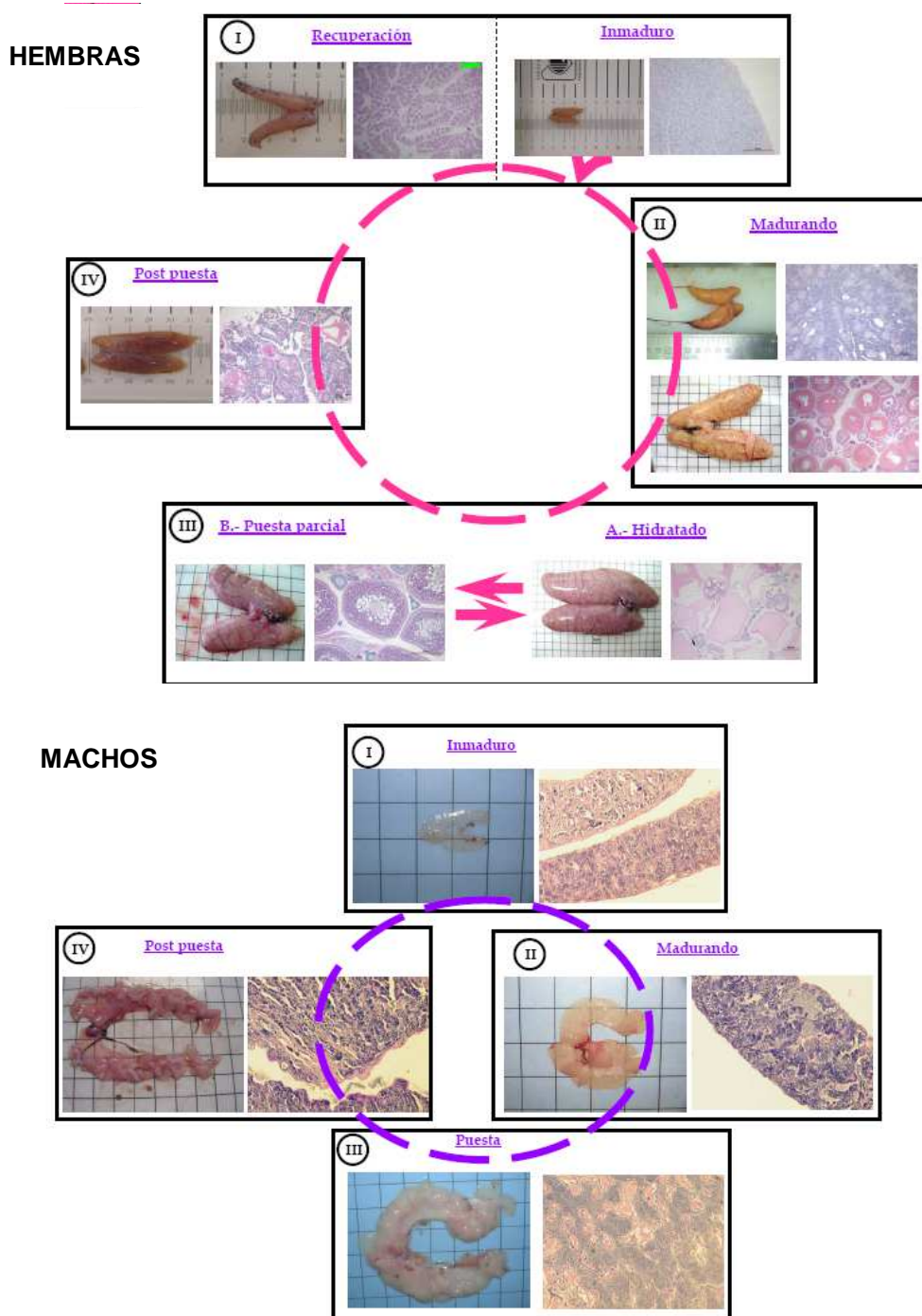


**Figura 2.-** Distribución geográfica de *M. merluccius*. Probabilidad relativa de ocurrencia.

**1.6. Reproducción:** Presenta un amplio periodo de puesta, una alta fecundidad y la liberación de huevos en fases sucesivas, lo que permite la generación de varias cohortes anuales con reclutas de tamaños diferentes (Sarano, 1986; Murúa *et al.*, 1998; Domínguez-Petit, 2007).

**Época de puesta:** Se extiende prácticamente a lo largo de todo el año. En el Noroeste de la Península Ibérica, la puesta se concentra entre enero y julio, con un pico de puesta entre enero y marzo (Piñeiro y Saínza, 2003; Domínguez-Petit, 2007).

**Madurez:** La talla de primera madurez sexual varía en función del sexo y de la latitud. Los machos maduran antes que las hembras. Para la determinación macroscópica del estado de madurez sexual, se aplica una escala específica de cuatro estados.



**Figura 3.-** Clave de madurez macroscópica de cuatro estados validada histológicamente. Workshop on Sexual Maturity Staging of Hake and Monk (ICES, 2007)

## 2. CRECIMIENTO Y EDAD

El crecimiento es uno de los aspectos más problemáticos del estudio de la biología de la merluza en cualquiera de sus áreas de distribución y ha motivado discusión y debate durante décadas debido a la importancia que su conocimiento tiene para la ordenación y evaluación de las pesquerías (Piñeiro, C., 2011).

Presenta crecimiento diferencial inter-sexos, alcanzando las hembras mayor talla y peso en la misma clase de edad.

### 2.1. Antecedentes:

Hickling (1933) basándose en la lectura de otolitos (sagitta), concluyó que esta especie era de crecimiento lento (tasa de crecimiento anual = 7 cm), mientras Belloc (1935), tras el primer experimento de marcado-recaptura, defendía un modelo de crecimiento rápido (tasa de crecimiento anual = 17 cm). Las tasas de crecimiento aportadas durante las décadas posteriores por distintos autores han sido muy dispares y poco coherentes.

### 2.2. Asignación de la edad:

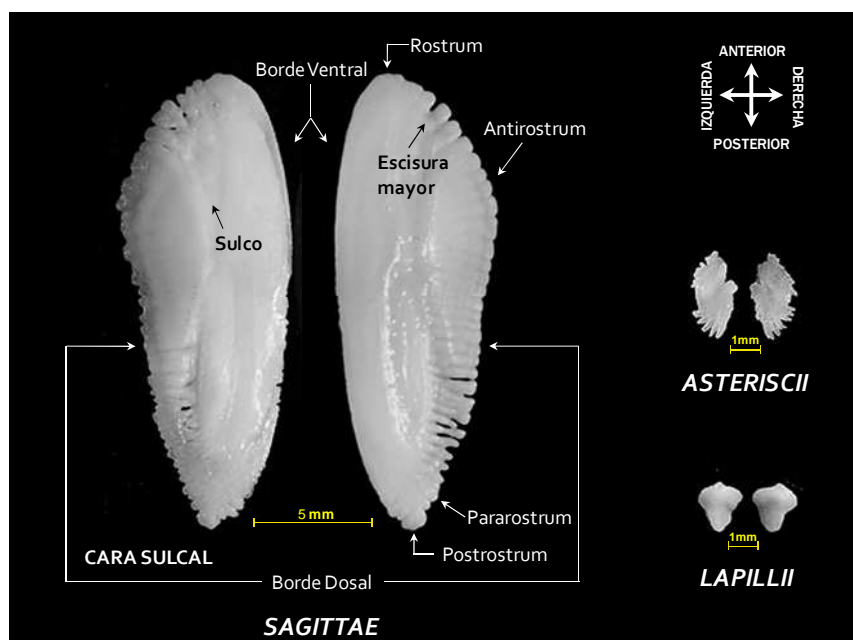
Los resultados de la interpretación de la edad de otolitos marcados que se obtuvieron en el último taller de lectura (WKAHEH 2009; ICES 2010a) así como los avances en estudios de validación del crecimiento de esta especie (marcado y recaptura, crecimiento diario) demostraron de manera inequívoca que el método aceptado internacionalmente para asignar edades era inválido (de Pontual *et al*, 2006; Piñeiro *et al*, 2007; 2008). Este método además de ser impreciso, también era inexacto, dando lugar a una subestimación del crecimiento debido a la sobreestimación de la edad (por un factor de dos). Estos resultados han provocado cambios sustanciales en la evaluación realizada por el ICES, que actualmente se lleva a cabo utilizando un modelo basado en tallas en vez del tradicional basado en la edades (ICES, WKROUND, 2010b). Por ello, la asignación de la edad permanece interrumpida, hasta disponer de un nuevo método de interpretación de la edad que sea válido y se ajuste al modelo de crecimiento real de esta especie.

#### a. Otolitos. Localización y morfología:



**Figura 4.-** Localización de los otolitos en el cráneo.

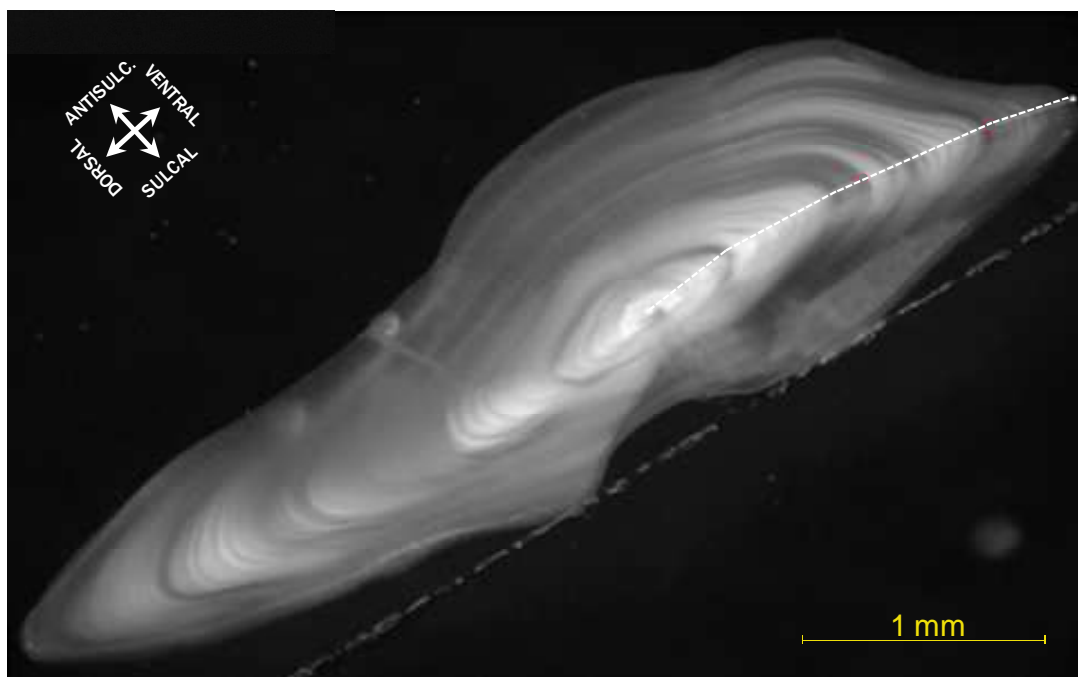




**Figura 5.-** Identificación de los tres pares de otolitos (*sagitta*, *asteriscus* y *lapillus*) y descripción morfológica de los otolitos *sagitta*.

#### b. Observación del otolito:

Sección transversal del otolito (*sagitta*): los incrementos se observan con luz reflejada, preferiblemente sobre el transecto comprendido entre el núcleo y el borde dorsal o ventral del otolito, utilizando un aumento de 20X.



**Figura 6.-** Sección transversal del otolito derecho de un ejemplar, hembra de 31 cm (TL) de longitud, mostrando los anillos de crecimiento y transecto de lectura entre el núcleo y el ápice ventral del otolito. (20X).



### 3. PARÁMETROS BIOLÓGICOS

#### Relación Talla (TL) / Peso (W): $W=aL^b$

Stock Norte

Stock Sur

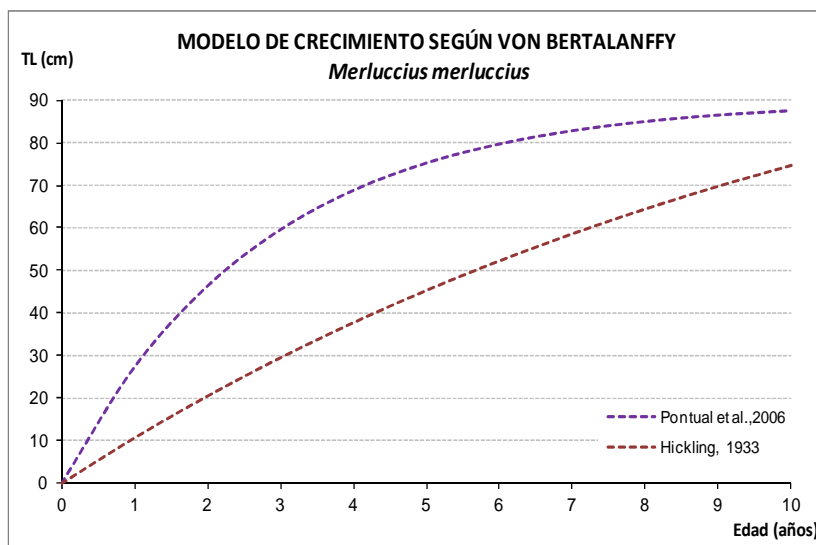
$a=0.00513$ ;  $b=3.074$

$a=0.00659$ ;  $b=3.01721$

**Tabla 1.-** Parámetros de la relación talla/peso de *M. merluccius* (stock norte y stock sur) para sexos combinados. (Working Group for the Bay of Biscay and the Iberian waters Ecoregion; WGBIE, 2014).

Stock	$L_{50}$ (cm)	$L_{\infty}$ (cm) (Fija)	K
Norte	42.85	130	0.177319
Sur	31.50	130	0.16400

**Tabla 2.-** Parámetros biológicos para sexos combinados de *M. merluccius* (stock norte y stock sur), siendo  $L_{50}$  la talla de primera madurez y  $k$  la tasa de crecimiento anual. (Working Group for the Bay of Biscay and the Iberian waters Ecoregion; WGBIE, 2014).



**Figura 7.-** Curvas representando el crecimiento rápido (Pontual *et al.*, 2006) y lento (Hickling, 1933).



#### 4. BIBLIOGRAFÍA:

- Belloc G. 1935. Étude Monographique du Merlu *Merluccius merluccius* L., troisième partie. *Revue des travaux de l'Office des Pêches Maritimes*, 8: 145-202.
- Bozzano A., Recasens L. and Sartor P. 1997. Diet of the European hake *Merluccius merluccius* (Pisces: *Merlucciidae*) in the western Mediterranean (Gulf of Lions). *Sci Mar* 61: 1-8.
- Casey J. and Pereiro F.J. 1995. European hake (*M. merluccius*) in the North-East Atlantic. In Hake: Fisheries, Ecology and Markets. Ed. by J. Alheit and T. J. Pitcher. Chapman and Hall, London. 508 pp. *Fish and Fisheries Series* 15, pp. 125 – 147.
- De Pontual, H., Groison, A.L., Piñeiro, C. and Bertignac, M. 2006. Evidence of underestimation of European hake growth in the Bay of Biscay, and its relationship with bias in the agreed method of age estimation. *ICES Journal of Marine Science*, 63: 1674–1681.
- Domínguez-Petit R. 2007. Study of reproductive potential of *Merluccius merluccius* in the Galician Shelf. PhD thesis. University of Vigo. 253 pp.
- Hickling C.F. 1933. The natural history of the hake. Part 3. Seasonal changes in the condition of hake. *UK Fishery Investigations Series II*, 12(1). 120 pp.
- ICES. (2007) Report of the Workshop on Sexual Maturity Staging of Hake and Monk (WKMSHM), 21–24 November 2007, Lisbon, Portugal. *ICES CM 2007/ACFM*:34. 82 pp.
- ICES, 2010a. Report of the Workshop on Age estimation of European hake (WKA EH), 9-13 November 2009, Vigo, Spain. *ICES CM 2009/ACOM*:42. 68 pp.
- ICES 2010b. Report of the Benchmark Workshop on Roundfish (WKROUND). *ICES CM 2010/ACOM*:36: 183 pp.
- ICES. 2014. Report of the Working Group for the Bay of Biscay and the Iberian waters Ecoregion (WGBIE), 7–13 May 2014, Lisbon, Portugal. *ICES CM 2014/ACOM*:11. 714 pp.
- Lucio P., Santurtun M. and Quincoces I. 2000. Tagging experiments on hake, anglerfish and other species in the Bay of Biscay, *ICES CM 2000/Z*: 09.
- Murúa H., Motos L. and Marrale, D. 1996. Reproductive modality and batch fecundity of the European hake, *Merluccius merluccius*. *ICES Document CM 1996/G*: 40. 28 pp.
- Murúa H., Motos L., and Lucio P. 1998. Reproductive modality and batch fecundity of the European hake (*Merluccius merluccius* L.) in the Bay of Biscay. *Calif. Cooper. Ocean. Fish. Invest. Rep.* 39, 196–203.
- Pitcher T.J. and Alheit J. 1995. What makes a hake? A review of the critical biological features that sustain global hake fisheries. En: J. Alheit y T.J. Pitcher, eds. Hake: Fisheries, ecology and markets. Londres, Chapman y Hall. *Fish and Fisheries Series*, 15: 89-124.
- Piñeiro A., C.G. (2011) Edad y Crecimiento de la merluza europea del Noroeste de la Península Ibérica: evolución de un paradigma. Tesis doctoral. *Universidad de Vigo*.
- Piñeiro C., Saínza M. 2003. Age estimation, growth and maturity of the European hake (*Merluccius merluccius* Linnaeus, 1758) from Iberian Atlantic waters. *ICES Journal of Marine Science* 60: 1086-1101.
- Sarano, F. 1986. Cycle ovarien du Merlu, *M. merluccius*, poisson à pontes fractionnées. *Revue des Travaux de l'Institut des Pêches Maritimes* 48 (1 et 2): 65–76.
- Velasco F. 2007. Alimentación de la merluza europea (*Merluccius merluccius* L.) en el mar Cantábrico. PhD thesis, Complutense University of Madrid. 257 pp.
- Velasco F. and Olaso I. 1998. European hake (*Merluccius merluccius* L. 1758) feeding in the Cantabrian Sea: seasonal, bathymetric and length variations. *Fisheries Research*, 38: 33–44.

<i>Microchirus variegatus</i> (Donovan, 1808)		
Clase: <b>Osteichthyes</b> Familia: <b>Soleidae</b>	Nombre común: <b>Goyeta</b>	Nombre inglés: <b>Wedge sole</b>
Talla mínima legal: no regulada.		

## 1. INTRODUCCIÓN



Fotografía: Angeles Armesto

**Figura 1.-** Ejemplar de *Microchirus variegatus*

**1.1. Descripción:** Pez plano, con el cuerpo ovalado. Ojos en el costado derecho, con bandas transversales oscuras. Zona ventral (cara ciega) blanca, que presenta una aleta pectoral muy pequeña.

**1.2. Hábitat:** Pez estrictamente marino y demersal. Habita en fondos arenosos y fangosos, a profundidades comprendidas entre 20 y 400 m.

**1.3. Distribución geográfica:** Atlántico oriental, desde las Islas Británicas a Senegal, incluyendo el Mar Mediterráneo.

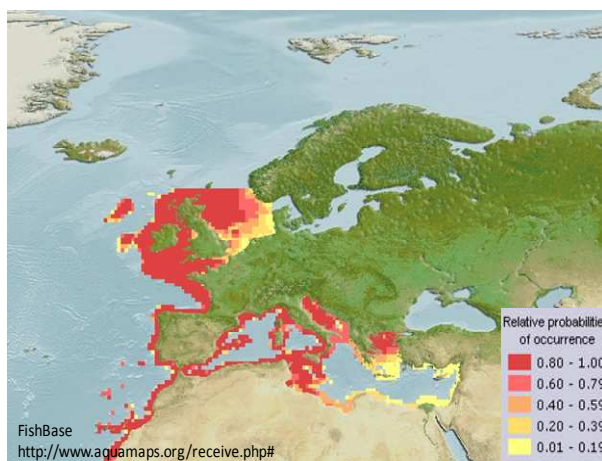
**1.4. Explotación pesquera:** Relativo interés en la pesquería comercial.

**1.5. Alimentación:** Consume gran variedad de pequeños organismos bentónicos, fundamentalmente crustáceos anfípodos, poliquetos y moluscos bivalvos.

**1.6. Reproducción:** La puesta en el Nordeste Atlántico tiene lugar entre febrero y agosto.

Época de puesta: desde febrero hasta agosto.

Madurez: se estima que alcanza la madurez sexual a partir del segundo año de vida (TL≈12-15 cm).



**Figura 2.-** Distribución geográfica de *M.variegatus*. Probabilidad relativa de ocurrencia.

## 2. CRECIMIENTO Y EDAD

El crecimiento de la goyeta es rápido durante los primeros 7-8 años de vida, tras los cuales se ralentiza gradualmente hasta alcanzar una tasa de crecimiento mínima a partir de los 10-11 años. Las hembras son mayores que los machos dentro del mismo grupo de edad, aunque esta diferencia no es significativa (King & Fives, 1990).

### 2.1. Antecedentes:

#### a. Procesado de otolitos:

La técnica empleada por King & Fives (1990), descrita anteriormente por Christensen (1964), consiste en exponer los otolitos a una llama de gas durante 10-30 segundos. Tras la transformación de color del otolito entero a gris ceniza, se procede a su sección transversal.

Easey & Millner (2008) recomiendan una posterior tinción de la sección, mediante la inmersión de la misma, durante 30 minutos, en una solución de tinte rojo neutro acidificado con ácido acético glacial y clorato sódico. El efecto de la acidificación causa una ligera descalcificación en la superficie de la sección, quedando las bandas de proteínas ligeramente expuestas y tiñéndose más rápidamente que el resto de los componentes.

**b. Observación:** King & Fives (1990) interpretan el crecimiento mediante la observación directa de la superficie del corte transversal del otolito con microscopio y luz reflejada. El patrón de alternancia es evidente entre las bandas oscuras (translúcidas antes del tostado) y claras (opacas). El posterior teñido de las secciones confiere un color más intenso a las bandas invernales, facilitando así la identificación de los incrementos anuales (Easey & Millner, 2008).

#### c. Interpretación de la edad:

Escala anual: King & Fives (1990) describen un patrón de crecimiento estacional típico, común al resto de los teleósteos. Hallan la mayor ocurrencia de bordes opacos durante los meses de marzo-agosto.

A escala diaria: No hay referencias bibliográficas.

### 2.2. Asignación de la edad:

#### a. Otolitos. Morfología:

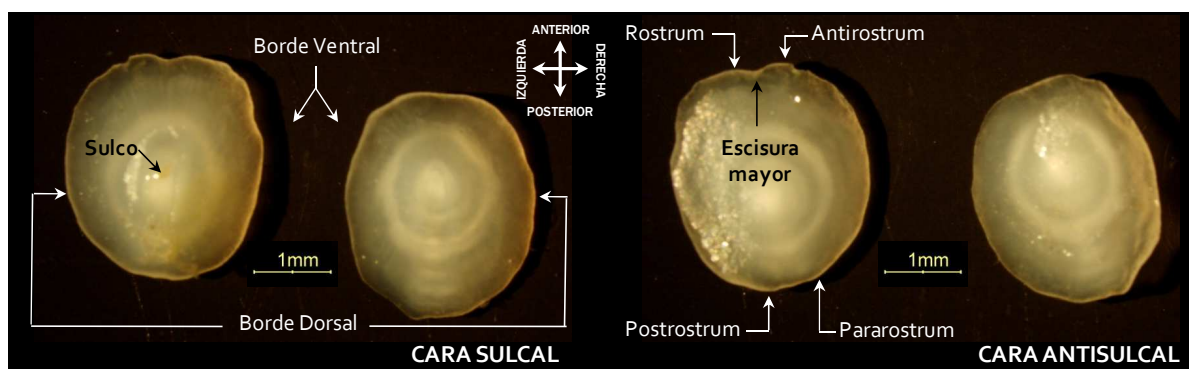
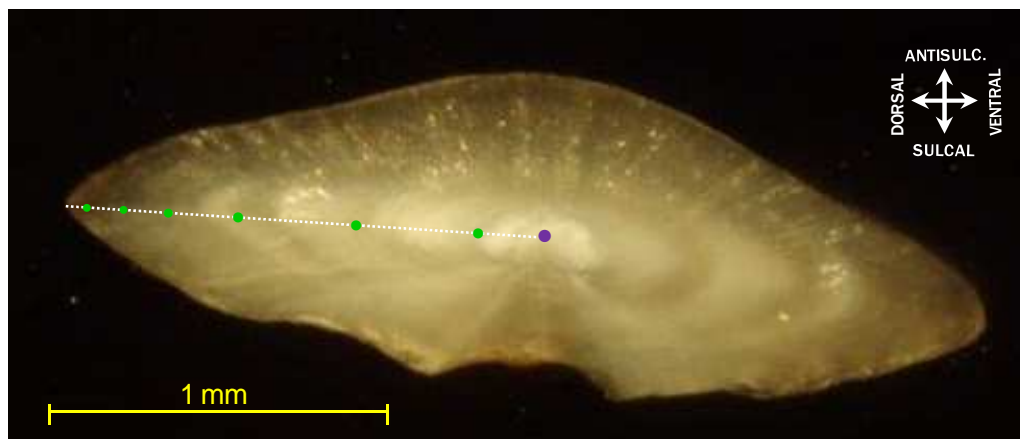


Figura 3.- Identificación y descripción morfológica de los otolitos.

**b. Observación del otolito e interpretación de la edad:**

Sección del otolito (derecho): los incrementos anuales se diferencian con mayor claridad en el transecto existente entre el núcleo y el borde dorsal del otolito, prestando especial atención a la parte más próxima al sulco. A partir de la edad 7, la diferenciación de los anillos de crecimiento no se percibe con claridad. Magnificación de 20X.



**Figura 4.-** Sección del otolito derecho de un ejemplar de 6 años (TL = 16 cm). Localización del núcleo y de los incrementos anuales. (20X)



### 3. PARÁMETROS BIOLÓGICOS

Relación Talla (TL) / Peso (W):  $W=aL^b$

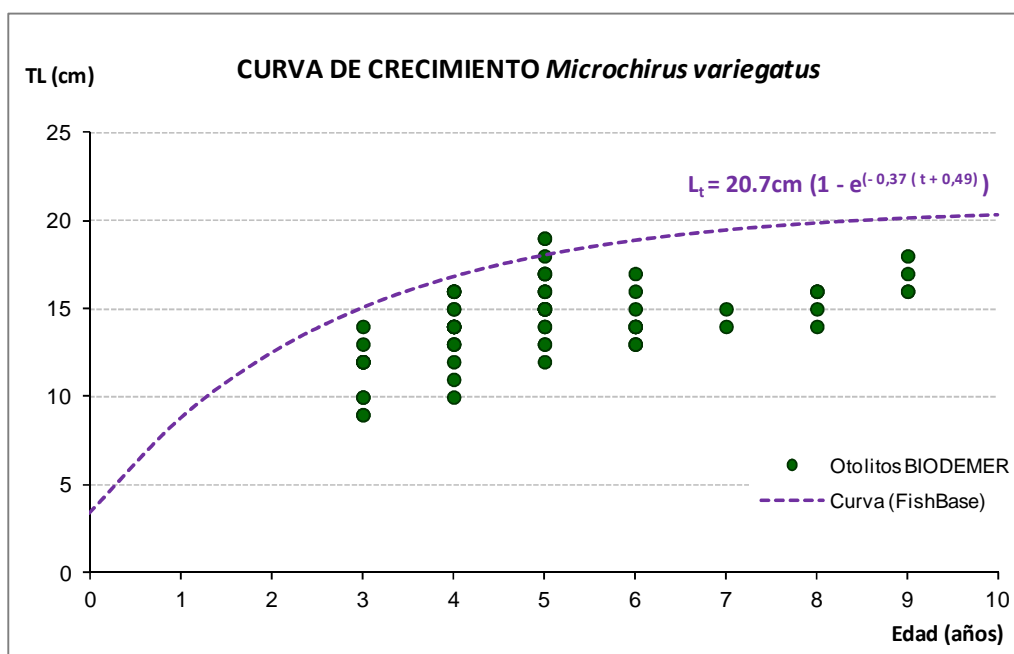
$a=0.009600$

$b=3.018800$

**Tabla 1.-** Parámetros de la relación talla/peso de *M. variegatus* para sexos combinados en las Divisiones VIIIc y IXa ICES (<http://www.fishbase.org>).

$L_{50}$ (cm)	$L_{max}$ (cm)	$A_{50}$ (años)	$A_{max}$ (años)	$A_{\infty}$ (años)	$L_{\infty}$ (cm)	$k$	$t_0$ (años)
12.7	22.5	2.1	17	ND	20.7	0.37	-0.49

**Tabla 2.-** Parámetros biológicos medios de *M. variegatus*, siendo  $L_{50}$  la talla de primera madurez (estimada de  $L_{\infty}$ ),  $L_{max}$  talla máxima,  $L_{\infty}$  talla infinito,  $A_{50}$  edad de primera madurez (estimada de  $L_{50}$ ,  $L_{\infty}$ ,  $k$  y  $t_0$ ),  $A_{max}$  edad máxima aproximada (estimada de  $L_{\infty}$ ,  $k$  y  $t_0$ ),  $A_{\infty}$  esperanza de vida,  $k$  tasa de crecimiento anual y  $t_0$  edad a la talla 0 (estimada de  $L_{\infty}$  y  $k$ ). (<http://www.fishbase.org>). ND\*= no disponible.



**Figura 5.-** Representación gráfica de la curva teórica de Crecimiento de Von Bertalanffy según los parámetros de crecimiento obtenidos en FishBase. Relaciones talla-edad estimadas por el equipo BIODEMER para sexos combinados, en base a la interpretación de otolitos procedentes de descartes comerciales.

### 4. BIBLIOGRAFÍA

- Christensen, J.M. (1964). Burning of otoliths a technique for age determination of soles and other fish. *Journal J. Cons. Perm. Int. Explor. Mer* 2973-81.
- Easey, M.W. & Millner, R.S. (2008). Improved methods for the preparation and staining of thin sections of fish otoliths for age determination. *Science Series. Technical Report N° 143*. CEFAS.
- King A.P. & Fives, J.M. (1990). Littoral and benthic investigations on the West coast of Ireland-XXIII. A contribution to the Biology of the thick-back sole *Microchirus variegatus* (Donovan, 1808) in the Galway Bay Area. *Proc. R. Ir. Acad.* 19: 23-31.

## *Molva macrophthalma* (Rafinesque, 1810)

Clase: **Osteichthyes**

Nombre común:

Nombre inglés:

Familia: **Lotidae**
**Maruca azul, maruca española, Escolano del Mediterráneo**
**Spanish ling**

Talla mínima legal: para *Molva dypterygia*, 70 cm (UE, MAPA y Xunta de Galicia).

### 1. INTRODUCCIÓN

**Taxonomía:** La consideración del rango de especie de *Molva macrophthalma*, así como su actual nomenclatura, son relativamente recientes. Anteriormente se consideraba una subespecie de *Molva dypterygia* (*Molva dypterygia macrophthalma*), motivo por el cual existe cierta confusión entre las dos especies (*M. dypterygia* y *M. macrophthalma*). Gran parte de los trabajos referidos a *M. dypterygia* tratan indiscriminadamente ambas especies. Además, la información publicada acerca de *M. macrophthalma* es muy escasa.



Figura 1.- Ejemplar de *Molva macrophthalma*.

**1.1. Descripción:** Cuerpo muy alargado, con dos aletas dorsales y una anal. Presencia de un barbillón más corto que el diámetro del ojo. Mandíbula inferior más prominente que la superior. El extremo posterior de las aletas pélvicas sobrepasa el extremo posterior de las pectorales (esto no ocurre en *Molva dypterygia*).

**1.2. Hábitat:** Especie demersal, habita a profundidades comprendidas entre 350 y 750 m, aunque puede encontrarse a partir de los 30 m.

**1.3. Distribución geográfica:** Atlántico oriental, desde el sur de Irlanda hasta Marruecos. Presencia, aunque escasa, en el Oeste del Mediterráneo.

**1.4. Explotación pesquera:** El conjunto de *M. dypterygia* y *M. macrophthalma* presenta un elevado interés en las pesquerías comerciales

**1.5. Alimentación:** Crustáceos y peces bentónicos.

**1.6. Reproducción:** Especie vivípara con fecundación externa.

Época de puesta: entre abril y mayo.

Madurez: se estima que alcanza la madurez sexual a partir de la edad 5 (TL≈60 cm)

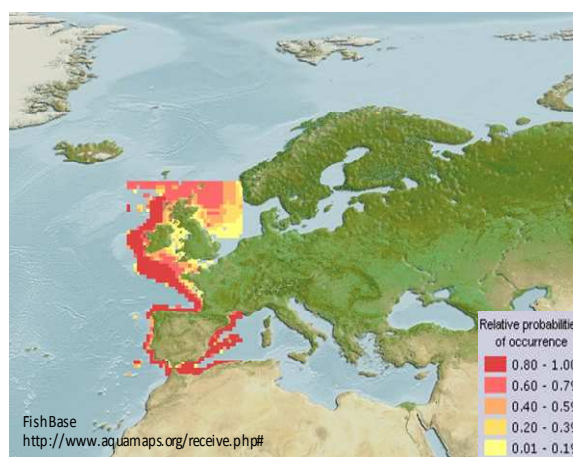


Figura 2.- Distribución geográfica de *M. macrophthalma*. Probabilidad relativa de ocurrencia.

## 2. CRECIMIENTO Y EDAD

Sólo se ha encontrado un estudio sobre el crecimiento de *M. macrophthalmus* (Rosa *et al.*, 2006) en las Islas Azores. No obstante, sí hay información de *M. dipterygia*, especie con la que comparte la mayoría de las características físicas, y cuyo crecimiento ha sido estudiado, entre otros, por Moguedet (1985) en la costa francesa, Magnusson (1982) en Islandia, y Bergstad *et al.* (1998) en el Nordeste Atlántico.

Moguedet (1985) describe para *M. dipterygia* un crecimiento diferencial marcado entre ambos sexos, siendo la tasa de crecimiento observada en los machos mucho mayor que en las hembras, aunque éstas últimas resulten ser más longevas y alcancen mayor longitud).

### 2.1. Antecedentes:

a. **Procesado de otolitos:** En el caso de *M. dipterygia*, Magnusson (1982) databa los otolitos interpretando los anillos de la superficie de su corte transversal, pero la lectura no era clara. Bergstad (1998) mejoró la técnica descrita por Bedford (1983), consistente en seccionar los otolitos transversalmente (grosor =0.2-0.3 mm) con una cuchilla sencilla, o con una doble "ISOMET" (McCurdy, 1985) y embeber estas secciones en resina de poliéster negra, aunque Bergstad (1998) recomienda la utilización de resina transparente.

b. **Observación:** Las secciones se observan con un microscopio compuesto y luz reflejada sobre fondo oscuro.

c. **Interpretación de la edad:**

Escala anual: La interpretación del primer anillo de crecimiento es particularmente complicada en esta especie. Este anillo opaco aparece frecuentemente dividido en sub-zonas claramente diferenciadas. Para obtener lecturas precisas es necesario considerar la anchura relativa de las zonas opacas sucesivas (Bergstad 1998).

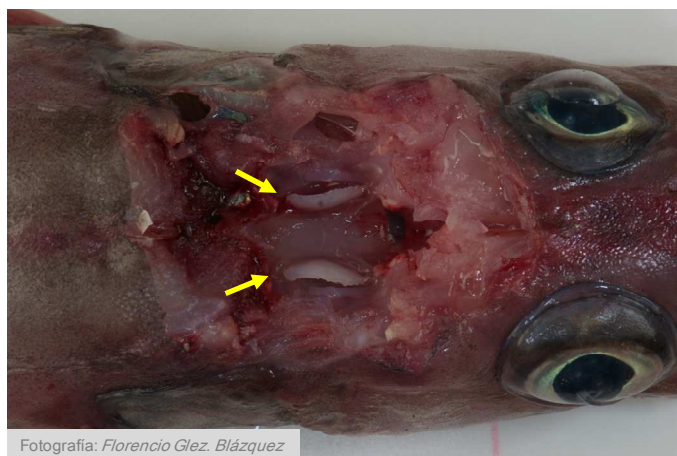
Escala diaria: No hay trabajos disponibles.

**Workshops:** El *European Fish Ageing Network* (EFAN) incluye un workshop para la preparación y análisis de otolitos de diversas especies, entre ellas, *M. dipterygia*. La última reunión tuvo lugar en Brest (Francia, 26-31 de mayo de 1997).

Existe un trabajo de intercalibración entre las lecturas de otolitos de *Molva molva*, *M. dipterygia* y *Brosme brosme* entre los laboratorios de Noruega (Bergstad y Hareide), Islandia (Magnusson y Magnusson) e Islas Faroe (Reinert). Los resultados de este intercambio se describen por Bergstad *et al.* (1998).

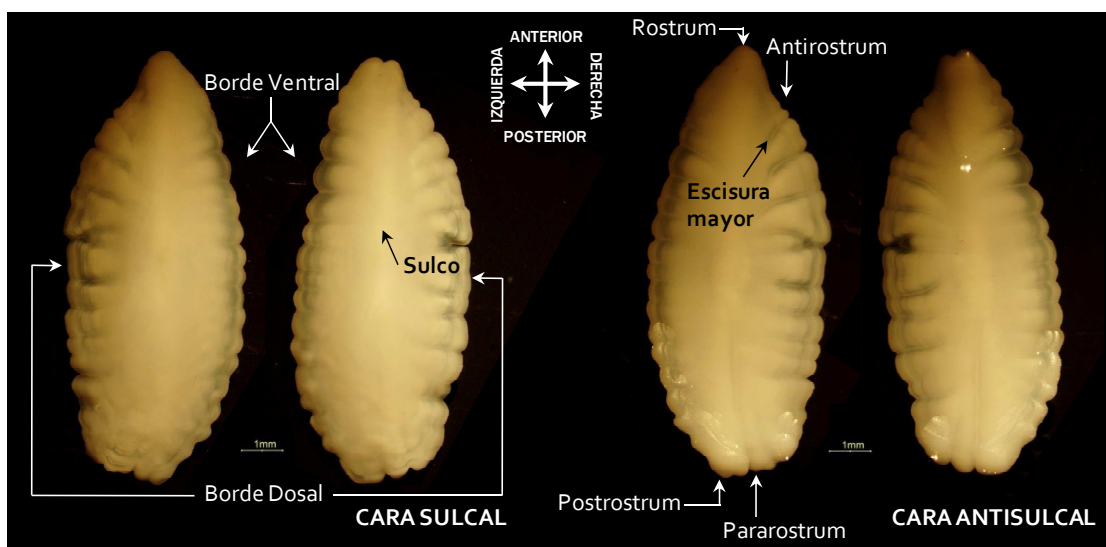
### 2.2. Asignación de la edad:

a. **Otolitos. Localización y morfología:**



Fotografía: Florencio Glez. Blázquez

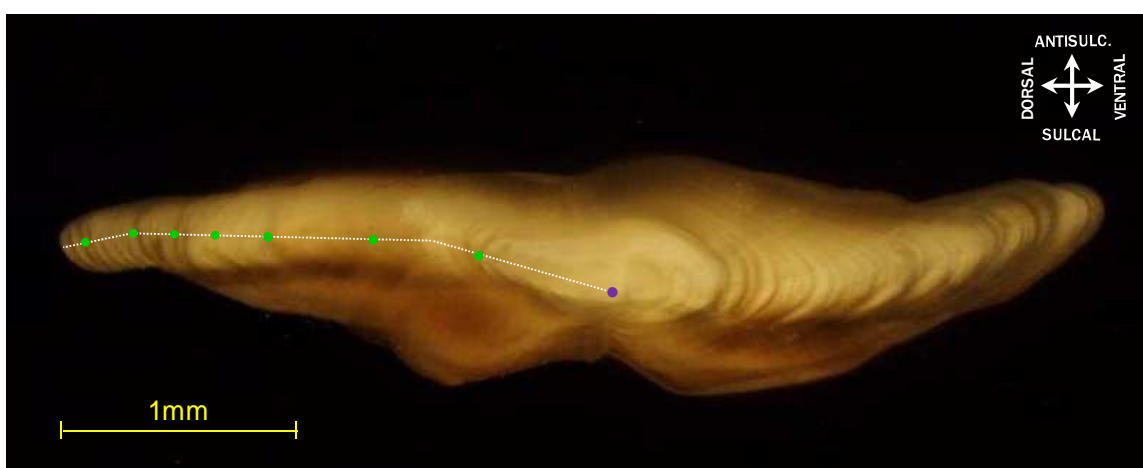
**Figura 3.-** Localización de los otolitos.



**Figura 4.-** Identificación y descripción morfológica de los otolitos.

**b. Observación del otolito e interpretación de la edad:**

Sección del otolito (izquierdo): los incrementos anuales se diferencian con mayor claridad en el transecto existente entre el núcleo y el borde dorsal del otolito, con una magnificación de 20X.



**Figura 5.-** Sección transversal del otolito izquierdo, previamente tostado, de un ejemplar de 7 años (TL=67 cm). Localización del núcleo y de los incrementos anuales sobre el transecto de lectura. (20x)

### 3. PARÁMETROS BIOLÓGICOS

**Relación Talla (TL) / Peso (W):  $W=aL^b$**

$a=0.001300$

$b=3.151736$

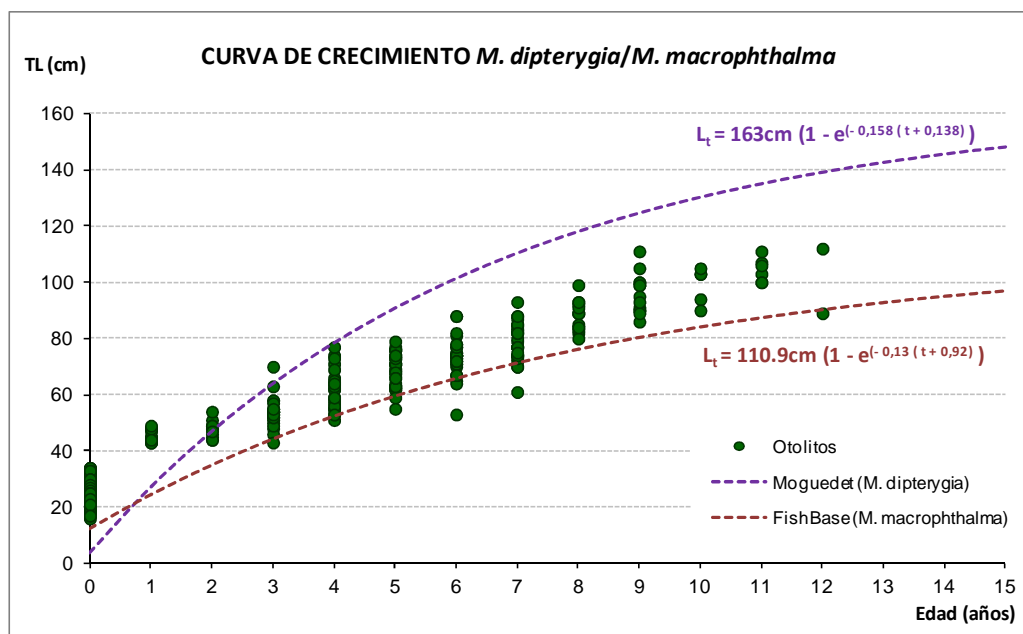
**Tabla 1.-** Estimación no lineal de los parámetros de la relación talla/peso de *M. macrophthalma* para sexos combinados y ajuste de mínimos cuadrados (algoritmo de Gauss-Newton) mediante bootstrap no paramétrico (INBIO).

$L_{50}$ (cm)	$L_{max}$ (cm)	$A_{50}$ (años)	$A_{max}$ (años)	$A_{\infty}$ (años)	$L_{\infty}$ (cm)	k	$t_0$ (años)
57.3	108	4.7	25	22.2	110.9	0.13	-0.92

**Tabla 2.-** Parámetros biológicos medios de *M. macrophthalma*, siendo  $L_{50}$  la talla de primera madurez (estimada a partir de  $L_{\infty}$ ),  $L_{max}$  talla máxima,  $L_{\infty}$  talla infinito,  $A_{50}$  edad de primera madurez (estimada a partir de  $L_{\infty}$ ,  $L_{50}$ , k y  $t_0$ ),  $A_{max}$  edad máxima,  $A_{\infty}$  esperanza de vida (estimada a partir de  $L_{\infty}$ , k y  $t_0$ ), k tasa de crecimiento anual (estimada a partir de  $L_{\infty}$ ,  $L_m$  y  $t_m$ ), y  $t_0$  edad a la talla 0. (<http://www.fishbase.org>).

Autor	$L_{\infty}$ (cm)	k	$t_0$ (años)
Moguedet, 1985	112-163	0.158- 0.085	-0.138

**Tabla 3.-** Parámetros de crecimiento publicados por Moguedet (1985) para machos y hembras de *M. dipterygia* respectivamente.



**Figura 6.-** Representación gráfica de la curva teórica de Crecimiento de Von Bertalanffy según los parámetros de crecimiento obtenidos por Moguedet (1985) para *M. dipterygia*, y de los recogidos en FishBase para *M. macrophthalma*. Relaciones talla-edad estimadas por el equipo BIODEMER para sexos combinados de *M. macrophthalma* en base a la interpretación de otolitos.





## 4. BIBLIOGRAFÍA

- Bedford, B.C. (1983). A method for preparing sections of large numbers of otoliths embedded in black polyester resin. *Journal du Conseil International pour L'Exploration de la Mer*, 41: 4-12.
- Bergstad, O.A., Magnusson, J.V., Magnusson, J., Hareide, N.R. & Reinert, J. (1998). Intercalibration of age readings of ling (*Molva molva* L) blue ling (*Molva dypterygia* Pennant, 1784) and tusk (*Brosme brosme* L.) *ICES Journal of Marine Science* 55: 309-318.
- McCurdy, W.J. (1985). A low-speed alternative method for cutting otolith sections. *Journal du Conseil International pour L'Exploration du la Mer*, 42: 186-187.
- Magnusson, J.V. (1982). Icelandic investigations on blue ling (*Molva dypterygia*) and ling (*Molva molva*) in 1983. *ICES Annales Biologiques*, 39: 123-124.
- Moguedet, P. (1985). Contribution à l'étude de la biologie et de la croissance linéaire de la lingue bleue (*Molva dypterygia* Pennant 1784) du secteur CIEM Via. *ICES C.M.* 1985/G:33.
- Rosa, A., Menezes, G., Melo, O. & Pinho, M.R. (2006). Weight-length relationships of 33 demersal fish species from Azores archipelago. *Fisheries Research*, 80: 329-332.

<i>Molva molva</i> (Linnaeus, 1758)		
Clase: <b>Osteichthyes</b>	Nombre común:	Nombre inglés:
Familia: <b>Lotidae</b>	<b>Maruca</b>	<b>Ling</b>
Talla mínima legal: para <i>Molva dypterygia</i> , 63 cm (UE, MAPA y Xunta de Galicia)		

## 1. INTRODUCCIÓN



**Figura 1.-** Ejemplar de *Molva molva*.

**1.1. Descripción:** Cuerpo muy alargado, con dos aletas dorsales y una anal. Presencia de barbillón, más largo que el diámetro del ojo. Mandíbula superior más prominente que la inferior.

**1.2. Hábitat:** Especie demersal no migratoria, habita preferiblemente en fondos rocosos, a profundidades comprendidas entre 100 y 400 m, aunque puede encontrarse hasta los 1000 m.

**1.3. Distribución geográfica:** Océano Atlántico: en la parte oriental, desde Islandia y Mar de Barents hasta Mauritania, pudiendo hallarse también en el Mediterráneo. Y en la parte occidental, desde el Sur de Groenlandia y Canadá.

**1.4. Explotación pesquera:** Interés elevado en pesquerías comerciales.

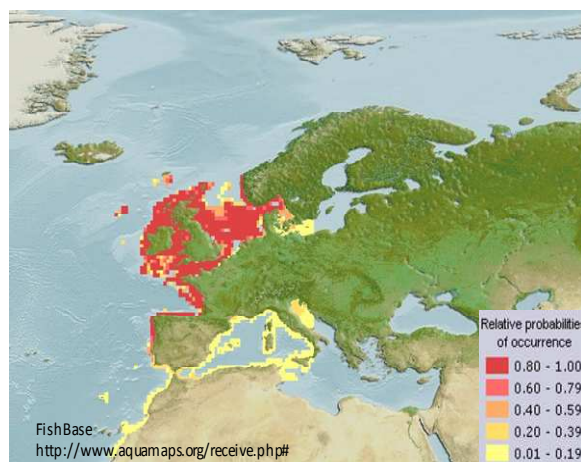
**1.5. Alimentación:** Depredador voraz, se alimenta de arenque, bacalao, peces planos, cigalas y otros crustáceos, así como de cefalópodos.

**1.6. Reproducción:** Especie vivípara con fecundación externa.

**Época de puesta:** desde marzo a julio, con un pico de puesta entre mayo y septiembre

**Zona de puesta:** las áreas de puesta son diversas (Islas Faroe, Golfo de Vizcaya, Islas Británicas, Sur de Islandia, y Mar Mediterráneo), variando la profundidad del desove entre 50 y 300 m, según la zona.

**Madurez:** se estima que alcanza la madurez sexual a la edad de 5-6 años (TL~60-100 cm).



**Figura 2.-** Distribución geográfica de *M. molva*. Probabilidad relativa de ocurrencia.

## 2. CRECIMIENTO Y EDAD

El crecimiento de la maruca ha sido estudiado en varias zonas del Nordeste Atlántico: Moguedet en Francia, Bergstad y Hareide en Noruega, Magnusson & Magnusson en Islandia, y Reinert en las Islas Faroe.

Se ha observado crecimiento diferencial entre ambos sexos, alcanzando las hembras mayor talla en la misma clase de edad (Moguedet, 1987).

### 2.1. Antecedentes:

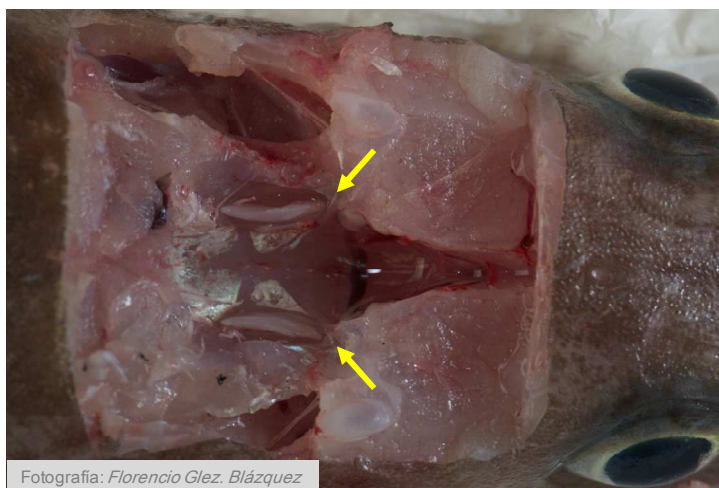
- a. **Procesado de otolitos:** Bergstad *et al.* (1998) describen dos metodologías en función de la talla del pez. Ejemplares de talla inferior a 90 cm: inmersión del otolito entero en agua ó glicerol para su posterior observación directa. Individuos mayores de 90 cm: el otolito se parte transversalmente a través del núcleo, para la posterior interpretación de los incrementos anuales sobre la superficie del corte. La colección de otolitos puede almacenarse en agua ó en etanol. Si se guarda en seco, será necesario volver a sumergir los otolitos en agua para re-exponer los anillos.
- b. **Observación:** Con microscopio estereoscópico. Los otolitos enteros pueden observarse utilizando luz transmitida ó reflejada (en este caso, sobre fondo oscuro). Para los otolitos cortados transversalmente se emplea iluminación directa.
- c. **Interpretación de la edad:**

Escala anual: Los otolitos enteros se interpretan en base a la observación de los incrementos anuales sobre la cara antisulcal. La mayor dificultad es la definición del núcleo y del área opaca que determina la edad 0. El tamaño de este área es muy variable y en ocasiones muy pequeña comparada con la del resto de los anillos. Los otolitos cortados transversalmente se leen directamente sobre la superficie del corte (Bergstad *et al.*, 1998).

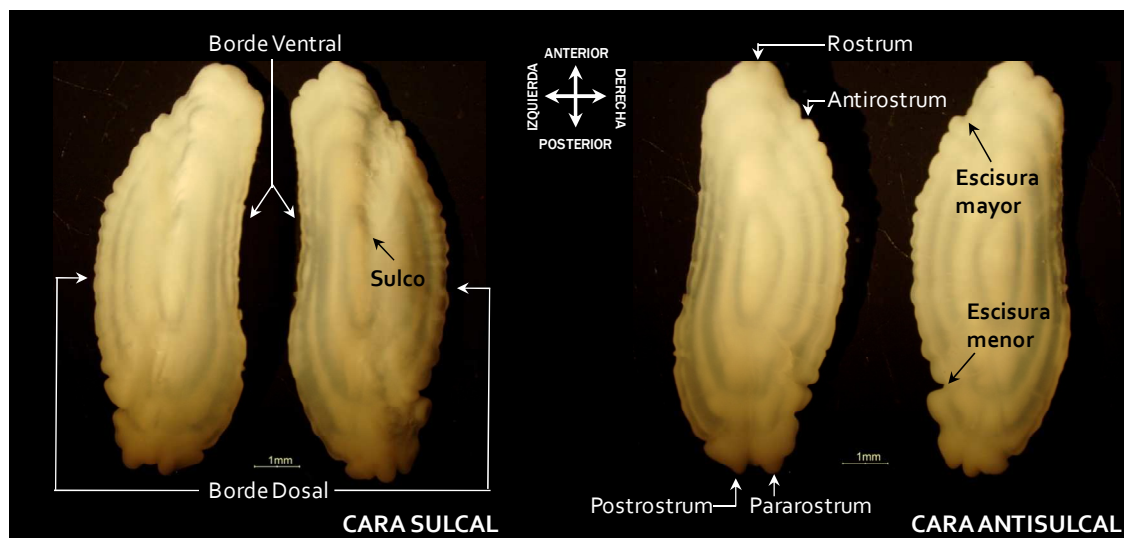
**Workshops:** No se han encontrado workshops como tales, pero existe un trabajo de intercalibración entre las lecturas de otolitos de *Molva molva*, *M. dipterygia* y *Brosme brosme* entre los laboratorios de: Noruega (Bergstad y Hareide), Islandia (Magnusson y Magnusson) e Islas Faroe (Reinert). Los resultados de este intercambio se describen por Bergstad *et al.* (1998).

### 2.2. Asignación de la edad:

- a. **Otolitos. Localización y morfología:**



**Figura 3.-** Localización de los otolitos.

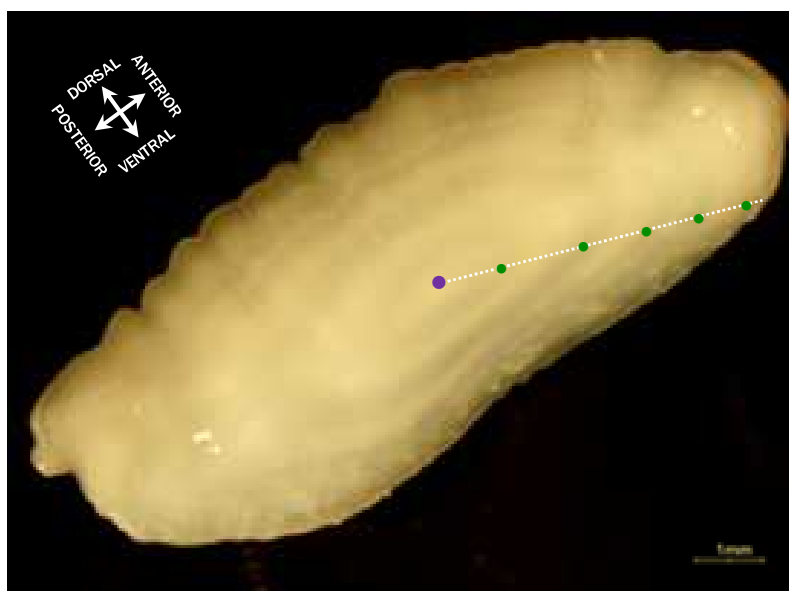


**Figura 4.-** Identificación y descripción morfológica de los otolitos.

#### **b. Observación del otolito e interpretación de la edad:**

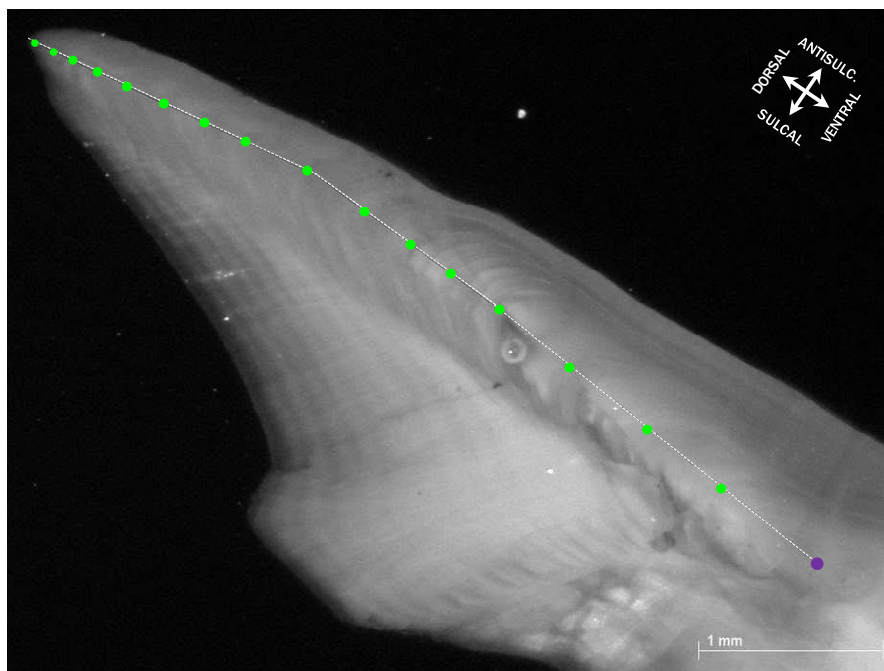
El método utilizado para la interpretación de la edad depende del tamaño del ejemplar:

Otolito entero (derecho) (ejemplares de TL < 80 cm): Los incrementos anuales se observan directamente sobre la cara antisulcal, desde el núcleo hacia rostrum. El tamaño de la primera banda opaca puede ser muy variable, lo que dificulta la localización del primer incremento anual. Magnificación de 10X.



**Figura 5.-** Otolito entero (izquierdo) de un ejemplar de 5 años (TL=68 cm). Localización del núcleo y de los incrementos anuales sobre el transecto de lectura. (10X)

Sección transversal del otolito (izquierdo) (ejemplares de TL ≥ 80 cm): Los incrementos anuales se diferencian con mayor claridad en el transecto existente desde el núcleo hacia el borde dorsal del otolito. La observación del borde sulcal resulta muy útil a la hora de interpretar la edad, ya que las bandas aparecen mejor definidas y sin desdoblamientos. Magnificación de 20X.



**Figura 6.-** Sección del otolito izquierdo de un ejemplar de 16 años (TL=144 cm). Localización del núcleo y de los incrementos anuales sobre el transecto de lectura. (20X)

### 3. PARÁMETROS BIOLÓGICOS

#### Relación Talla (TL) / Peso (W): $W=aL^b$

$a=0.003990$        $b=3.064679$

**Tabla 1.-** Estimación no lineal de los parámetros la relación talla/peso de *M. molva* para sexos combinados y ajuste de mínimos cuadrados (algoritmo de Gauss-Newton) mediante bootstrap no paramétrico (INBIO).

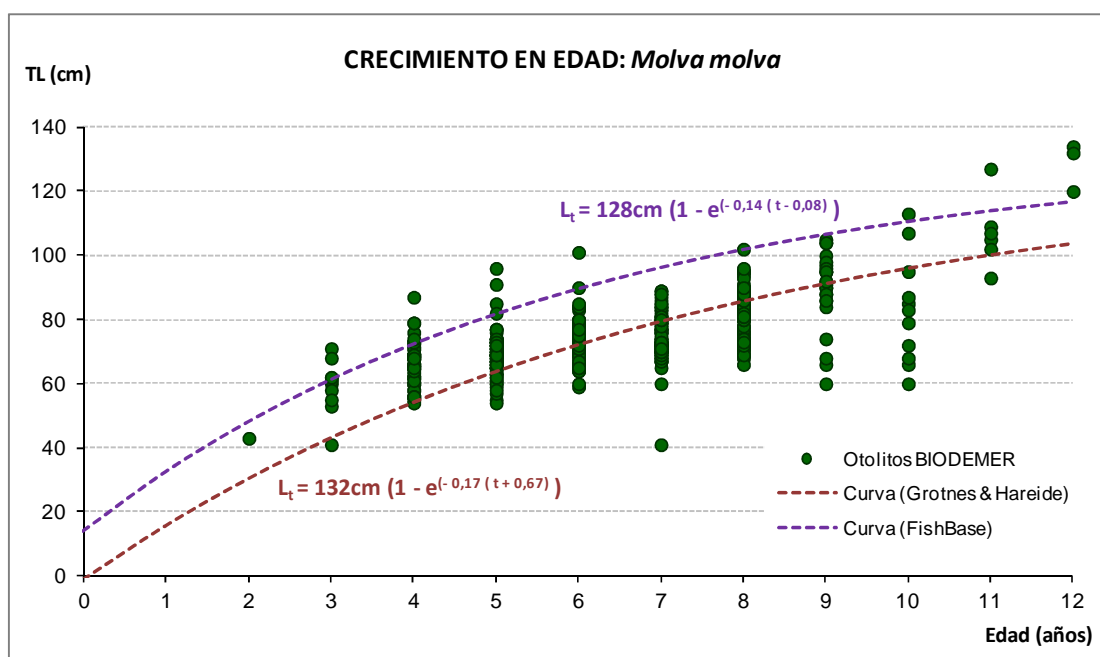
$L_{50}$ (cm)	$L_{max}$ (cm)	$A_{50}$ (años)	$A_{max}$ (años)	$A_{\infty}$ (años)	$L_{\infty}$ (cm)	$k$	$t_0$ (años)
90.8	200	5-6	25	17	132.0	0.17	-0.67

**Tabla 2.-** Parámetros biológicos medios de *M. molva*, siendo  $A_{50}$  la edad de primera madurez de hembras y machos respectivamente,  $L_{max}$  talla máxima,  $L_{\infty}$  talla infinito,  $A_{50}$  edad de primera madurez,  $A_{max}$  edad máxima,  $A_{\infty}$  esperanza de vida,  $k$  tasa de crecimiento anual y  $t_0$  edad a la talla 0. (<http://www.fishbase.org>).

Autor	$L_{\infty}$ (cm)	$k$	$t_0$ (años)
Grotnes & Hareide (1989)	128	0.14	0.08

**Tabla 3.-** Parámetros de crecimiento obtenidos por Grotnes & Hareide (1989).





**Figura 7.-** Representación gráfica de la curva teórica de Crecimiento de Von Bertalanffy según los parámetros de crecimiento publicados por Grotnes & Hareide (1989) y según los parámetros obtenidos en FishBase. Relaciones talla-edad estimadas por el equipo BIODEMER para sexos combinados, en base a la interpretación de otolitos.

## 4. BIBLIOGRAFÍA

- Bergstad, O.A., Magnusson, J.V., Magnusson, J., Hareide, N.R. & Reinert, J. (1998). Intercalibration of age readings of ling (*Molva molva* L) blue ling (*Molva dipterygia* Pennant, 1784) and tusk (*Brosme brosme* L.) *ICES Journal of Marine Science* 55: 309-318.
- Grotnes, P. & Hareide, N.R. (1989). Assessment of the stocks of ling (*Molva molva* L) and tusk (*Brosme brosme* Ascanius.) around the Faroe Islands, 1971-1987. *ICES CM 1989* G: 34.
- Moguedet, P. (1987). Contribution à l'étude de la biologie de la lingue française (*Molva molva*): sex-ratio, composition en taille et en âge et les paramètres de croissance, du stock de l'ouest de l'Ecosse... (Division CIEM VIa). *ICES CM 1987* G: 43. *Comité des poisons démersaux*.
- Magnusson, E. (2007). Interpopulation comparison of growth patterns of 14 fish species on Faroe Bank: are all fishes on the bank fast-growing? *Journal of Fish Biology*, 71: 453-475.
- Svetovidov, A. N. (1986). Fishes of the north-eastern Atlantic and the Mediterranean. UNESCO .Paris. 2 : 680-710.

## *Phycis blennoides* (Brünnich, 1768)

Clase: **Osteichthyes**

Familia: **Phycidae**

Nombre común:

**Bertorella, brótola de fango, locha**

Nombre inglés:

**Greater forkbeard**

Talla mínima legal: 25 cm (Xunta de Galicia).

### 1. INTRODUCCIÓN



**Figura 1.-** Ejemplar de *Phycis blennoides*

**1.1. Descripción:** Cuerpo alargado, con presencia o no de barbillón. Dos aletas dorsales y una anal. Presenta un radio filamentosamente alargado (más corto que la longitud de la cabeza) en el inicio de la primera aleta dorsal. Aletas pélvicas bífidas y largas, que sobrepasan el origen de la aleta anal.

**1.2. Hábitat:** Demersal, bentopelágico, oceanódromo de ambiente marino y estuarino, los juveniles son costeros, pudiéndose encontrar en fondos arenosos o fangosos hasta la plataforma continental, mientras que los adultos migran hacia el talud. Habitan en profundidades comprendidas entre 100 y 450 m, aunque pueden hallarse en un rango batimétrico más amplio (de 10 a 1050 m).

**1.3. Distribución geográfica:** Atlántico nororiental desde Noruega e Islandia a Cabo Blanco, en el Sahara occidental, penetrando también en el Mediterráneo.

**1.4. Explotación pesquera:** Relativo interés en las pesquerías comerciales mixtas demersales.

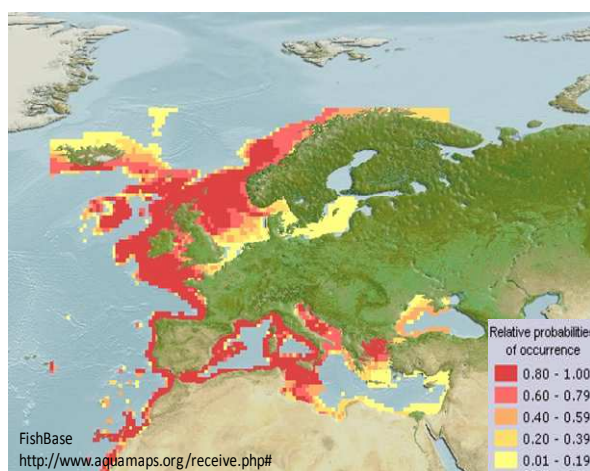
**1.5. Alimentación:** Dieta compuesta fundamentalmente por crustáceos y peces.

**1.6. Reproducción:** Especie ovípara con fecundación externa. Huevos y larvas planctónicos.

Época de puesta: desde marzo hasta julio en el Nordeste Atlántico, y desde enero a mayo en el Mediterráneo.

Zona de puesta: Atlántico Nordeste y Mediterráneo.

Madurez: se estima que alcanza la madurez sexual a la edad de 3-4 años (TL≈32-40 cm)



**Figura 2.-** Distribución geográfica de *P. blennoides*. Probabilidad relativa de ocurrencia.

## 2. CRECIMIENTO Y EDAD

Los estudios que traten el crecimiento de la brótola de fango son escasos. Gallardo-Cabello (1985) determinó la edad de esta especie en el Mediterráneo, Casas *et al.* (2000) lo hicieron en el Norte de España, y Abecasis *et al.* (2009) en las Azores.

Se ha observado que existe crecimiento diferencial entre ambos sexos, alcanzando las hembras mayor talla dentro de la misma clase de edad (Casas *et al.*, 2000).

### 2.1. Antecedentes:

#### a. Procesado de otolitos:

Se han descrito dos metodologías distintas, con independencia del tamaño de los ejemplares. La técnica de Gallardo-Cabello (1985) consiste en la inmersión del otolito entero en xilol como agente aclarante, para su posterior observación por transparencia. La de Casas & Piñeiro (2000), revisada posteriormente por Costa Abecasis (2009) para adaptarla a *Phycis phycis*, consiste en la realización de secciones transversales (7 mm) del otolito a través del núcleo, previo horneado (20 minutos a 200º C) y embebido en resina de poliéster negra. Finalmente, las secciones son montadas en portaobjetos y bañadas en aceite clarificante para su observación.

#### b. Observación:

Los otolitos enteros se observan con una lupa binocular de luz transmitida de gran intensidad (Gallardo-Cabello, 1985). Para las secciones, se utiliza un microscopio estereoscópico de luz reflejada sobre fondo oscuro y un aumento de 20X (Casas & Piñeiro, 2000).

#### c. Interpretación de la edad:

Escala anual: Los incrementos anuales observados en los otolitos de esta especie muestran el típico patrón común a todos los teleósteos (alternancia de anillos opacos y translúcidos dispuestos en torno al núcleo). Este patrón es visible en todos los ejes, pero se muestra más claro en la parte dorsal del otolito, apareciendo en la parte ventral muchos anillos falsos y bandas dobles (Casas & Piñeiro, 2000).

Escala diaria: No hay información disponible.

**Workshops:** El *European Fish Ageing Network* (EFAN) incluyó un workshop para la preparación y análisis de otolitos de diversas especies, entre ellas, *P. blennoides*. (Brest, Francia, el 26-31 de mayo de 1997).

### 2.2. Asignación de la edad:

#### a. Otolitos. Localización y morfología:

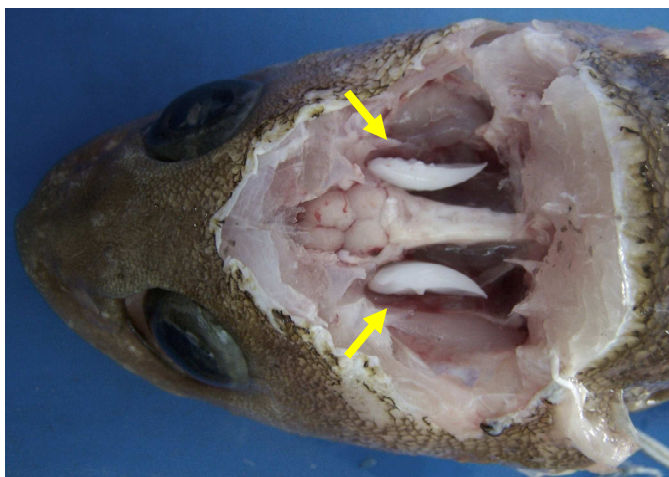


Figura 3.- Localización de los otolitos.

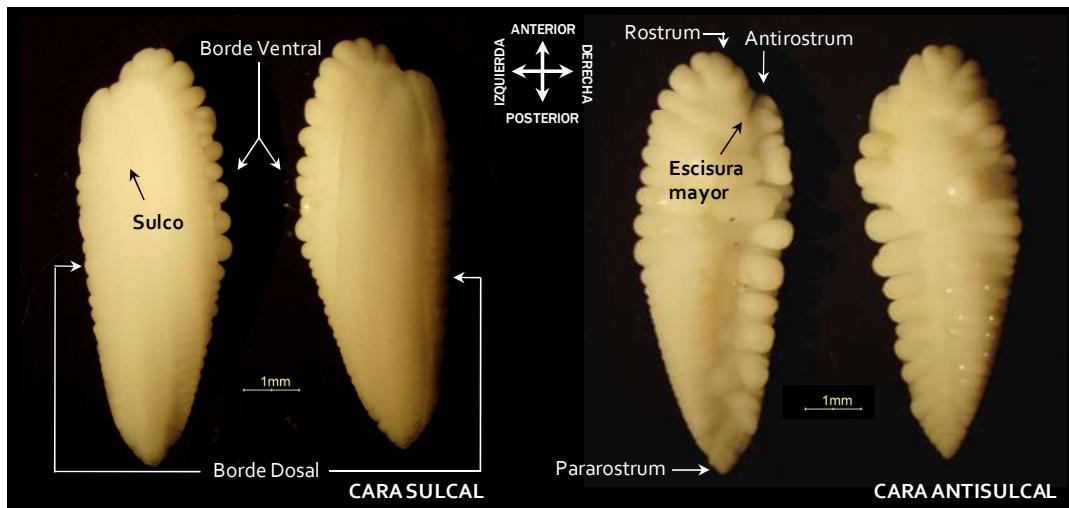


Figura 4.- Identificación y descripción morfológica de los otolitos.

**b. Observación del otolito e interpretación de la edad:**

Sección del otolito (izquierdo): La interpretación de los incrementos anuales se lleva a cabo sobre el transecto comprendido entre el núcleo y el borde dorsal del otolito, evitando de este modo los anillos falsos y bandas dobles, presentes en la parte ventral del otolito. Magnificación de 20X.

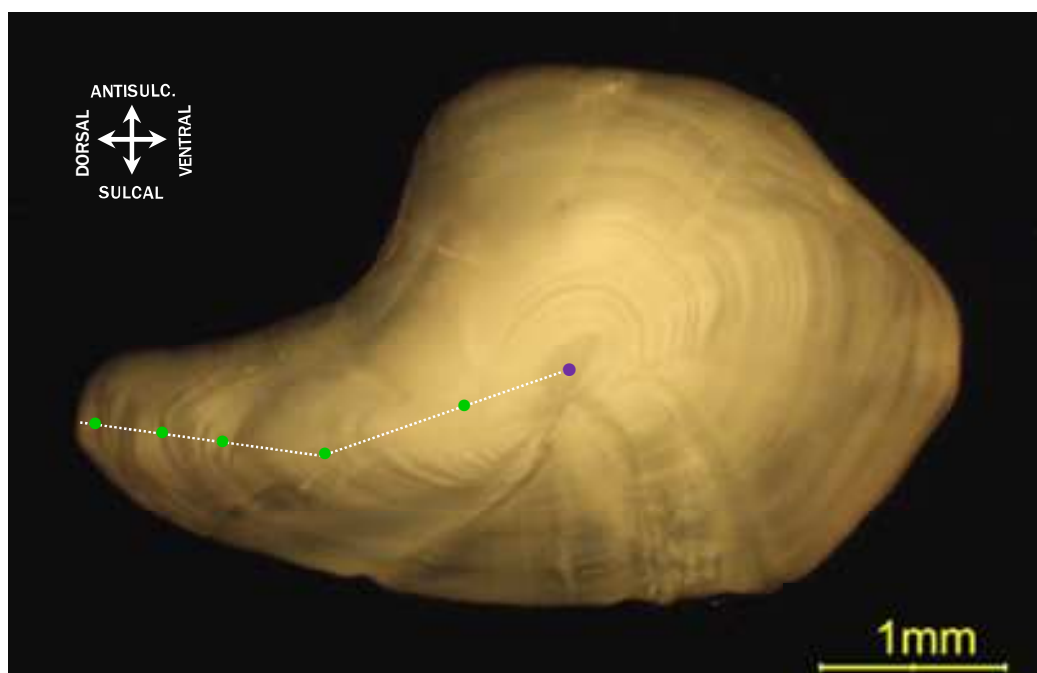


Figura 5.- Sección transversal del otolito derecho de un ejemplar de 5 años (TL=38 cm). Localización del núcleo y de los incrementos anuales sobre el transecto de lectura. (20X)

### 3. PARÁMETROS BIOLÓGICOS

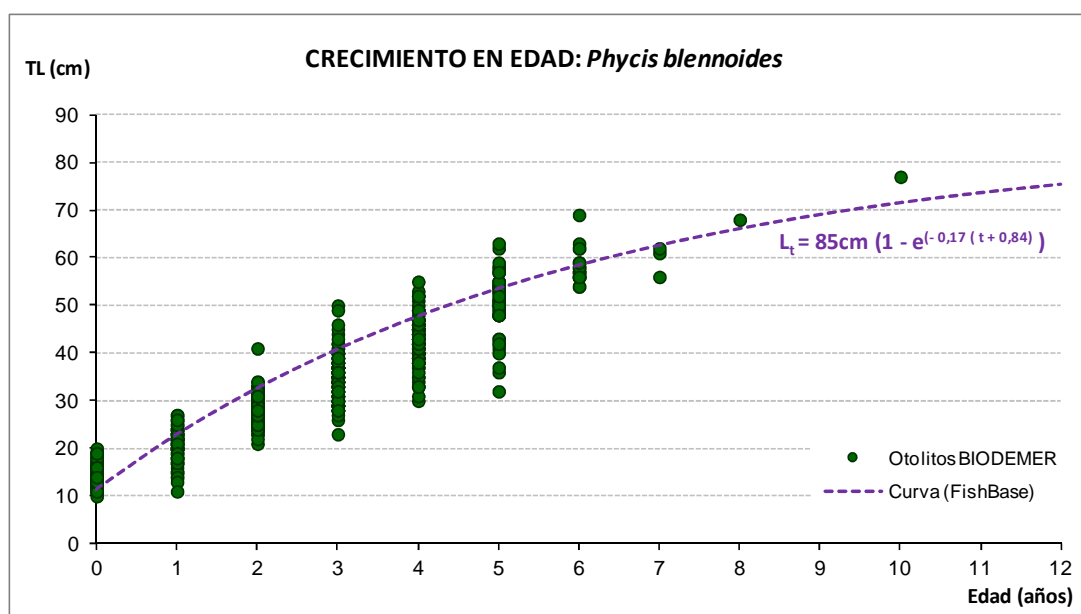
#### Relación Talla (TL) / Peso (W): $W=aL^b$

 $a=0.003984$ 
 $b=3.164235$ 

**Tabla 1.-** Estimación no lineal de los parámetros de la relación talla/peso de *P. blennoides* para sexos combinados y ajuste de mínimos cuadrados (algoritmo de Gauss-Newton) mediante bootstrap no paramétrico (INBIO).

$L_{50}$ (cm)	$L_{max}$ (cm)	$A_{50}$ (años)	$A_{max}$ (años)	$A_{\infty}$ (años)	$L_{\infty}$ (cm)	$k$	$t_0$ (años)
18-33	110	3-4	20	16.8	57.7	0.17	-0.84

**Tabla 2.-** Parámetros biológicos medios de *P. blennoides*, siendo  $L_{50}$  la talla de primera madurez para machos y hembras respectivamente,  $L_{max}$  talla máxima,  $L_{\infty}$  talla infinito,  $A_{50}$  edad de primera madurez,  $A_{max}$  edad máxima,  $A_{\infty}$  esperanza de vida,  $k$  tasa de crecimiento anual y  $t_0$  edad a la talla 0. (<http://www.fishbase.org>).



**Figura 6.-** Representación gráfica de la curva teórica de Crecimiento de Von Bertalanffy según los parámetros de crecimiento recopilados en FishBase (se ha asignado a  $L_{\infty}$  el valor 85, correspondiente a la talla máxima observada+10%). Relaciones talla-edad estimadas por el equipo BIODEMER para sexos combinados, en base a la interpretación de otolitos.

### 4. BIBLIOGRAFÍA

- Casas, J. M. & Piñeiro, C. (2000). Growth and age estimation of greater fork-beard (*Phycis blennoides* Brünnich, 1768) in the north and northwest of the Iberian Peninsula (ICES Division VIIIc and IXa). *Fisheries Research* 47: 19-25.
- Costa Abecasis, A.R., Canha, A., Reis, D., Rui Pinho, M. & Gil-Pereira, J. (2009). Age and growth of the forkbeard *Phycis phycis* (*Gadidae*) from the Azorean archipelago, North Atlantic. *Journal of the Biological Association of the United Kingdom* 89(3): 629-633.
- Gallardo-Cabello, M & Gual-Frau, A. (1983). Consideraciones bioecológicas durante el crecimiento de *Phycis blennoides* (Brünnich, 1768) en el Mediterráneo occidental (Pisces: *Gadidae*). *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología* (aceptado para su publicación el 15/11/1983).
- Gallardo-Cabello, M. (1985). Determinación de la edad de la brótola *Phycis blennoides* (Brünnich, 1768) en el Mediterráneo occidental (Pisces: *Gadidae*). *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología*.



<i>Pollachius pollachius</i> (Linnaeus, 1789)		
Clase: <b>Osteichthyes</b> Familia: <b>Gadidae</b>	Nombre común: <b>Abadejo</b>	Nombre inglés: <b>Pollack</b>
Talla mínima legal: 30 cm (UE, MAPA y Xunta de Galicia).		

## 1. INTRODUCCIÓN



Figura 1.- Ejemplar de *Pollachius pollachius*.

**1.1. Descripción:** Cuerpo fusiforme con 3 aletas dorsales y 2 anales. Color pardo verdoso-dorado, con los costados y el vientre plateados y sin manchas oscuras sobre las aletas. La línea lateral se curva sobre la aleta pectoral. Mandíbula inferior más prominente que la superior y sin barbillón.

**1.2. Hábitat:** Especie bentopelágica y pelágica, habita cerca de la costa, formando pequeños grupos sobre fondos rocosos, prefiriendo los más jóvenes sustratos arenosos. Se distribuyen a profundidades de hasta 200 m, encontrándose los juveniles entre 40 y 100 m.

**1.3. Distribución geográfica:** Atlántico nororiental, desde Noruega, Islas Faroes e Islandia, hasta el Golfo de Vizcaya, aunque ha llegado a encontrarse en el Golfo de Cádiz.

**1.4. Explotación pesquera:** Apreciado en pesquerías comerciales. Capturado principalmente con artes de enmalle y anzuelos como especie acompañante, también constituye parte importante del bycatch en las pesquerías dirigidas a bacalao y carbonero. Especie objetivo en pesca deportiva.

**1.5. Alimentación:** Muy voraz, muestra preferencia por los peces (fundamentalmente arenques y sardinas), aunque también consume crustáceos y cefalópodos. Estudios recientes incorporan a su dieta bacalao y carbonero.

**1.6. Reproducción:** Se concentran durante la época de freza, formando grandes grupos. Huevos y larvas pelágicos, que luego adquieren carácter bentónico. Cuando alcanzan los 25 mm de talla, migran hacia aguas más profundas.

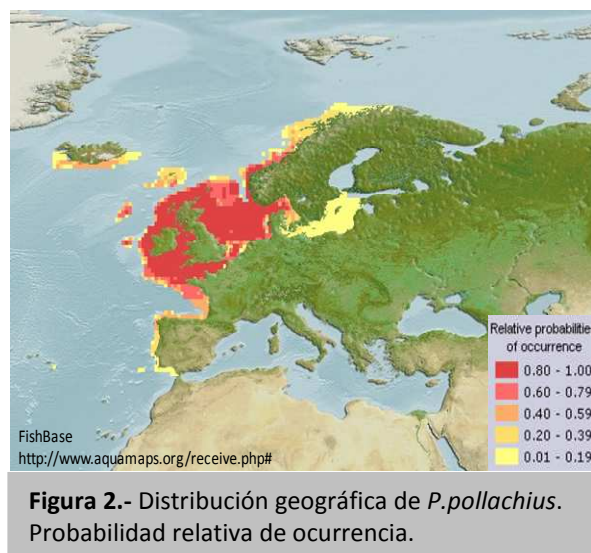
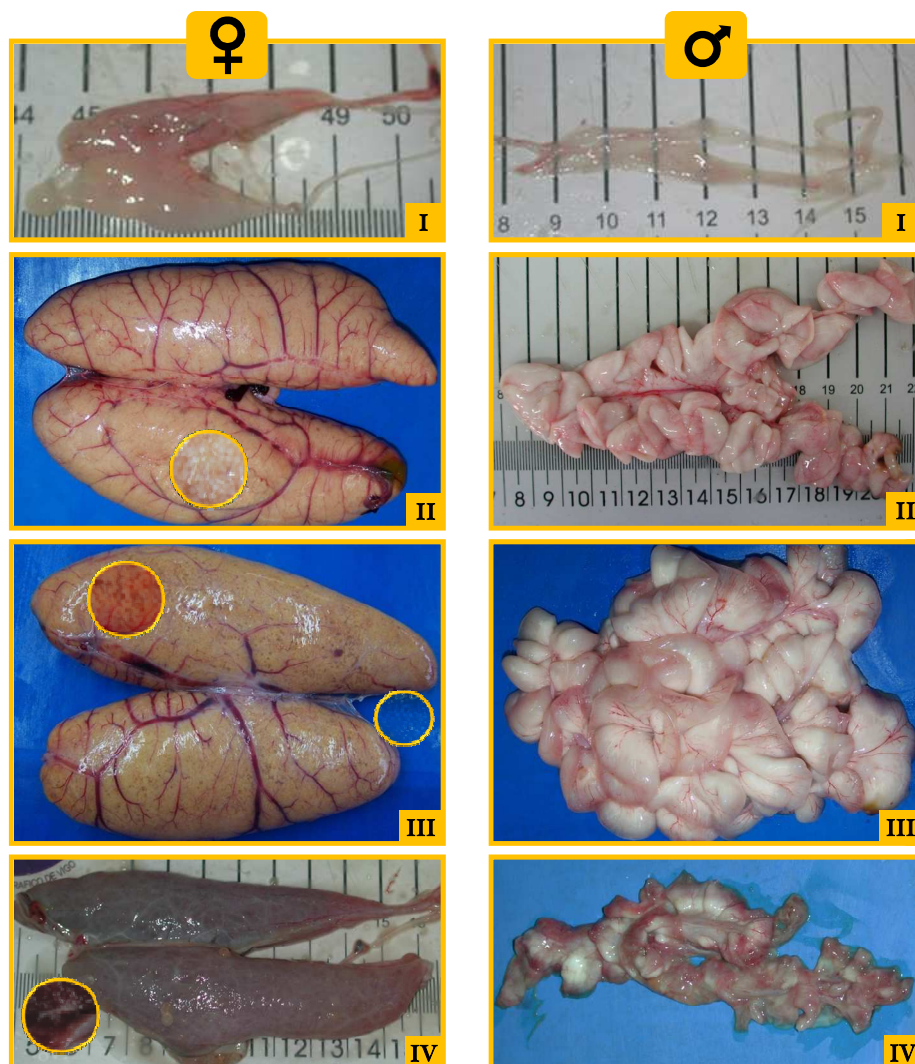


Figura 2.- Distribución geográfica de *P. pollachius*. Probabilidad relativa de ocurrencia.

Época de puesta: entre febrero y mayo.

Zona de puesta: desde la Península Ibérica hasta Noruega, a profundidades comprendidas entre 100 y 300 m.

Madurez: se estima que alcanza la madurez sexual a la edad de 3-4 años (TL≈40-50 cm).



**Figura 3.-** Aspecto de las gónadas de ambos sexos según la clave de madurez macroscópica de cuatro estados utilizada por el equipo BIODEMER. I. Inactivo (virgen ó recuperación); II. Madurando; III. Puesta; IV. Pospuesta (Bruno *et al.*, 2012).

## 2. CRECIMIENTO Y EDAD

El La documentación acerca del crecimiento de abadejo es limitada. Moreau (1964) presentó un estudio mediante lectura directa de otolitos en el que comparaba las tallas medias obtenidas por clase de edad en diferentes zonas geográficas. Suquet *et al.* (1996) estudiaron el crecimiento larvario tras la incubación de los huevos. Omnes *et al.* (2002) y Person Le Ruyet *et al.* (2006) estudiaron el crecimiento de los juveniles en cautividad bajo diferentes condiciones ambientales.

Sí hay estudios publicados que tratan el crecimiento de carbonero (*Pollachius virens*), especie con la que el abadejo comparte muchas similitudes.

Esta especie no presenta crecimiento diferencial inter-sexos).

### 2.1. Antecedentes:

#### a. Procesado de otolitos:

Dufour (2006) y Mahé *et al.* (2009) describen la metodología para el tratamiento de los otolitos de carbonero: tostado inicial para facilitar la diferenciación de los anillos de crecimiento, inclusión del otolito en resina transparente y sección transversal a intervalos de 0.4 mm. El proceso acaba con el montaje de las secciones en placas para su posterior observación.

#### b. Observación:

Moreau (1964) comparó las lecturas de las escamas de abadejo con las de las secciones transversales pulidas de sus otolitos, concluyendo que los anillos de crecimiento se identificaban mejor en los otolitos, concretamente sobre el plano ventral de la sección.

#### c. Interpretación de la edad:

Escala anual: Moreau (1964) interpreta la edad según el patrón común a los teleósteos, destacando la aparición de anillos suplementarios (falsos) a partir del quinto incremento anual, reconocibles por su menor grosor.

Escala diaria: No hay referencias bibliográficas.

### 2.2. Asignación de la edad:

#### a. Otolitos. Localización y morfología:

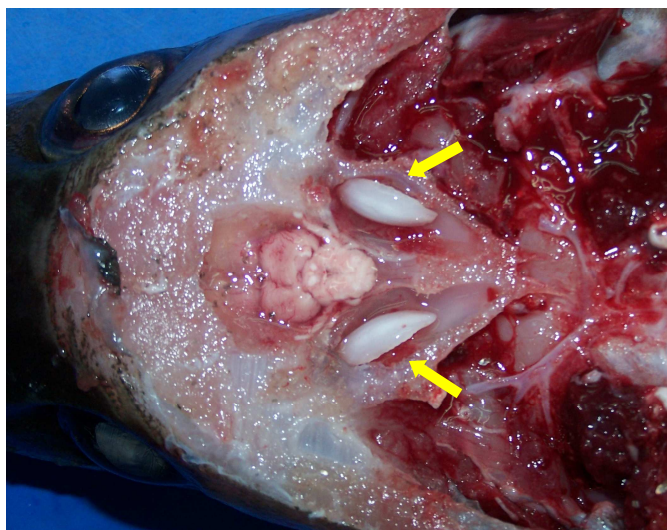


Figura 4.- Localización de los otolitos

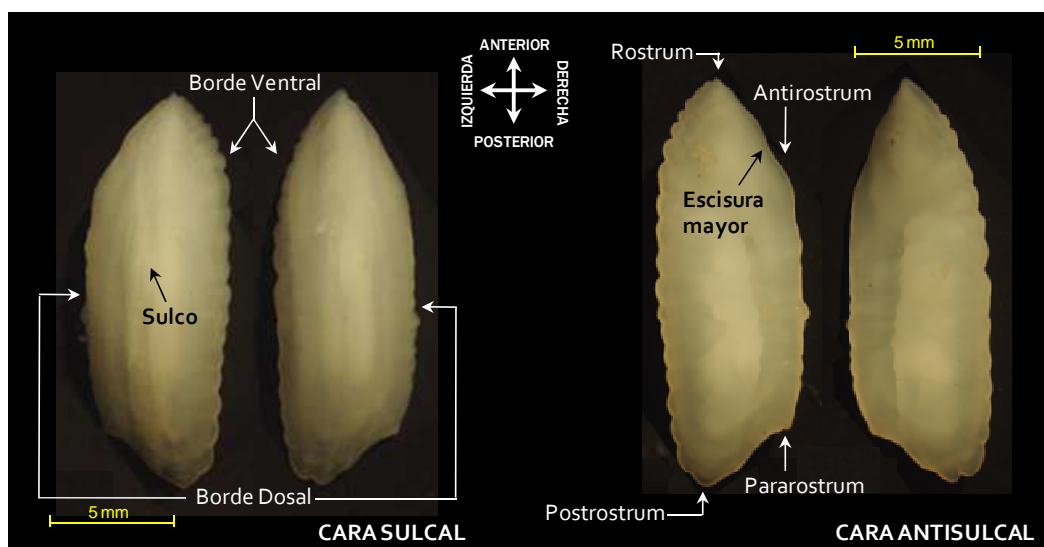


Figura 5.- Identificación y descripción morfológica de los otolitos.

**b. Observación del otolito e interpretación de la edad:**

Sección transversal del otolito: los incrementos anuales se observan preferiblemente sobre el transecto comprendido entre el núcleo y el borde dorsal del otolito, utilizando una magnificación de 20X.

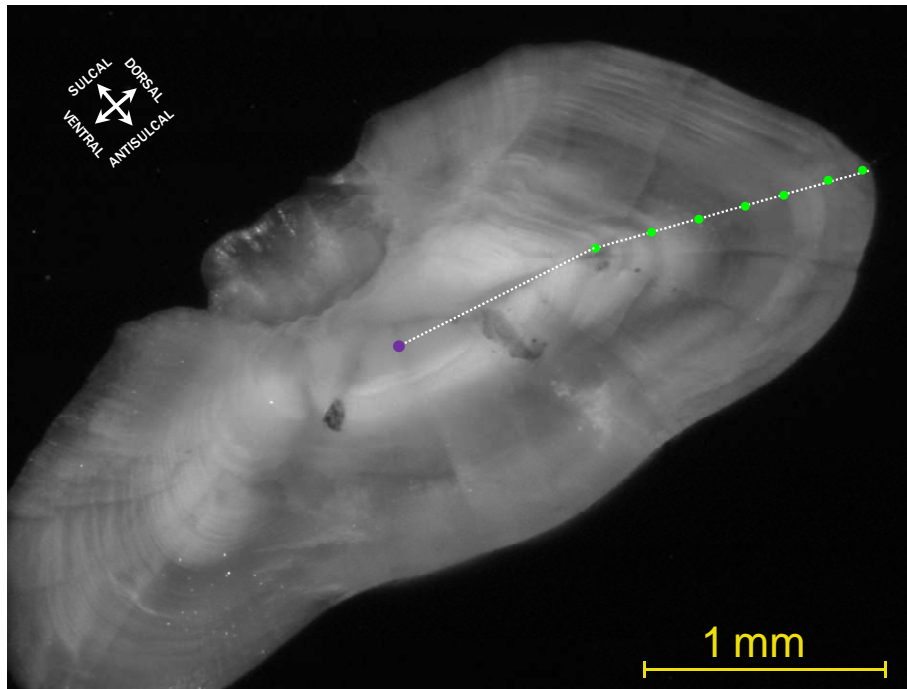


Figura 6.- Sección transversal del otolito derecho de un ejemplar de 7 años (TL=69 cm). Localización del núcleo y de los incrementos anuales sobre el transecto de lectura. (20X).



### 3. PARÁMETROS BIOLÓGICOS

#### Relación Talla (TL) / Peso (W): $W=aL^b$

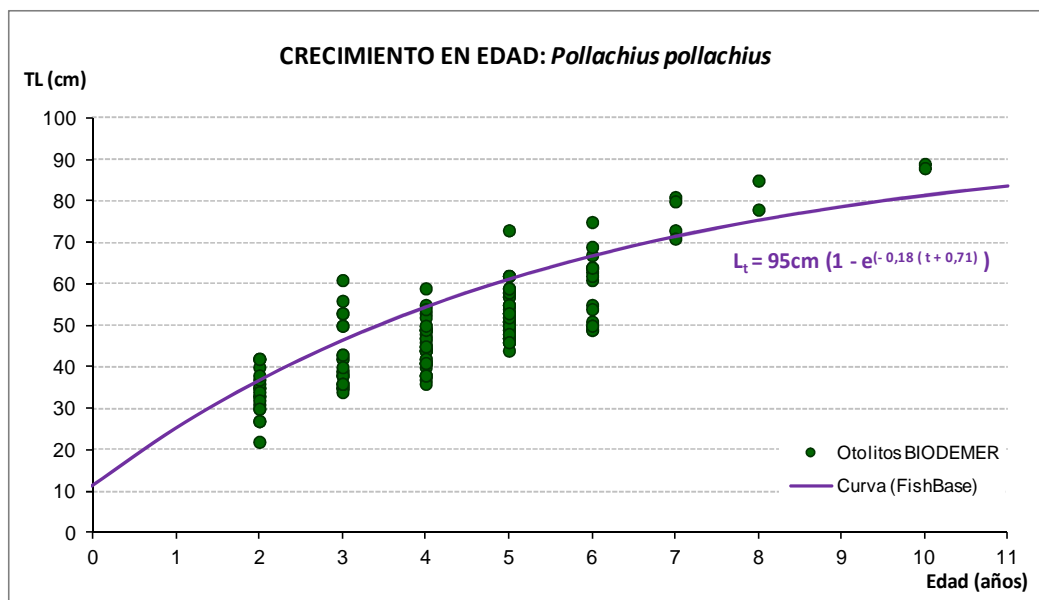
$a=0.04990$

$b=3.184921$

**Tabla 1.-** Estimación no lineal de los parámetros de la relación talla/peso de *P. pollachius* en la División IXa del ICES para sexos combinados y ajuste de mínimos cuadrados (algoritmo de Gauss-Newton) mediante bootstrap no paramétrico (INBIO).

$L_{50}$ (cm)	$L_{max}$ (cm)	$A_{50}$ (años)	$A_{max}$ (años)	$A_{\infty}$ (años)	$L_{\infty}$ (cm)	$k$	$t_0$ (años)
45.4	130	3.5	8	16	85.6	0.18	-0.71

**Tabla 2.-** Parámetros biológicos medios de *P. pollachius*, siendo  $L_{50}$  la talla de primera madurez (estimado de  $L_{\infty}$ ),  $L_{maz}$  talla máxima,  $L_{\infty}$  talla infinito,  $A_{50}$  edad de primera madurez (estimada a partir de  $L_{50}$ ,  $L_{\infty}$ ,  $k$  y  $t_0$ ),  $A_{max}$  edad máxima,  $A_{\infty}$  esperanza de vida (estimada a partir  $L_{\infty}$ ,  $k$  y  $t_0$ ),  $k$  tasa de crecimiento anual y  $t_0$  edad a la talla 0. (<http://www.fishbase.org>).



**Figura 7.-** Representación gráfica de la curva teórica de Crecimiento de Von Bertalanffy según los parámetros obtenidos en FishBase (se ha asignado a  $L_{\infty}$  el valor 95, correspondiente a la talla máxima observada+10%). Relaciones talla-edad estimadas por el equipo BIODEMER para sexos combinados, en base a la interpretación de otolitos.





## 4. BIBLIOGRAFÍA

- Bruno, I., Saínza, M., González, C., Leal, A., Gómez, A. & Piñeiro, C. G. (2012). Biología reproductiva y crecimiento de abadejo (*Pollachius pollachius*) en el noroeste de la Península Ibérica. Póster. II Simposio Iberoamericano de Ecología Reproductiva, Reclutamiento y Pesquerías. 19-22 de noviembre de 2012. Mar de Plata, Argentina.
- Charrier, G., Durand, J.D., Quiniou, L., & Laroche, J. (2006). An investigation of the population genetic structure of Pollack (*Pollachius pollachius*) based on microsatellite markers. *ICES Journal of Marine Science*, 63: 1705-1709.
- Clay, D. (1989). Growth of Juvenile Pollock (*Pollachius virens* L.) along the Atlantic Coast of Canada with Inferences of Inshore-offshore Movements. *Journal Northwest Atlantic Fisheries Science*, 9: 37-43.
- Fromentin, J.M., Stenseth, N.C., Gjosaeter, J., Johannessen, T., & Planque, B. (1998). Long-term fluctuations in cod and Pollack along the Norwegian Skagerrak coasts. *Marine Ecology Progress Series*, 162: 265-278.
- Lart, B. & Green, K. (2010). Research & Development Species guide: Pollack. Seafish Responsible Sourcing Guides (<http://www.seafish.org/b2b/rss>).
- Mahé, K., Bellail, R., Dufour, J.L., Boiron-Leroy, A., Diméet, J., Duhamel, E., Elleboode, R., Félix, J., Grellier, P., Huet, J., Labastie, J., Le Roy, D., Lizaud, O., Manten, M.L., Martin, S., Metral, L., Nédelec, D., Vérin, Y., & Badts, V. (2009). French summary of age estimation procedures. IFREMER.
- Neilson, J.D., Stobo, W.T., & Perley, P. (2003). Age and Growth of Canadian East Coast Pollock: Comparison of Results from Otolith Examination and Mark-Recapture Studies. *Transactions of the American Fisheries Society*, 132: 536-545.
- Omnes, M.H., Sévère, A., Barone, H., Suquet, M., Buchet, V., Le Roux A., Gaignon, J.L., Fostier, A. & Fauvel, C. (2002). Growth and reproductive performances of juveniles and sexually mature pollack *Pollachius pollachius* in different conditions. *Seafarming Today and Tomorrow, Proceedings of Aquaculture Europe, Special Publ., EAS Oostende*, 32: 394-395.
- Person-Le Ruyet, J., Buchet, V., Vincent, B., Le Delliou, H., & Quémener, L. (2006). Effects of temperature on the growth of Pollack (*Pollachius pollachius*) juveniles. *Aquaculture*, 251 (2-4): 340-345.
- Salvanes, A.G.V. (1995). Pollack (*Pollachius pollachius*) stock size development and potential influence on cod (*Gadus morhua*) mariculture in a west Norwegian fjord. *Fisheries Research*, 24 (3): 223-242.
- Suquet, M., Petton, B., Normant, Y., Dosdat, A., & Gaignon, J.L. (1996). First rearing attempts of Pollack, *Pollachius pollachius*. *Aquatic Living Resources*, 9: 103-106.

## *Trisopterus luscus* (Linnaeus, 1789)

Clase: **Osteichthyes**

Familia: **Gadidae**

Nombre común:

**Faneca**

Nombre inglés:

**Pout whiting**

Talla mínima legal: 20 cm (Xunta de Galicia).

### 1. INTRODUCCIÓN



**Figura 1.-** Ejemplar de *Trisopterus luscus*.

**1.1. Descripción:** Bandas verticales oscuras que desaparecen al morir. Mancha negra en la axila de las pectorales. Tres aletas dorsales y dos anales con las bases soldadas. Altura del cuerpo mayor que la longitud de la cabeza. Barbillón mayor que el diámetro del ojo. Maxilar superior prominente. Las aletas pélvicas sobrepasan el ano.

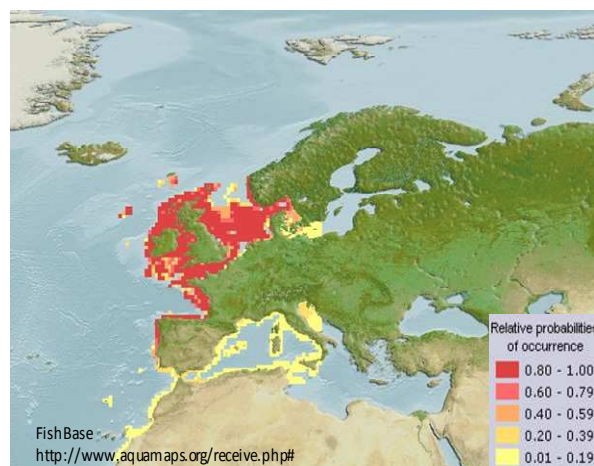
**1.2. Hábitat:** Bentopelágico y costero, se agrupa en cardúmenes entre los 30 y 300 m de profundidad. Los juveniles viven en aguas costeras arenosas poco profundas, mientras que los de mayor tamaño habitan a mayor profundidad sobre sustratos rocosos o pecios.

**1.3. Distribución geográfica:** En el Atlántico oriental, desde el Sur de Noruega e Islas Británicas hasta las costas africanas, incluyendo las islas. También se encuentra en el oeste del Mar Mediterráneo.

**1.4. Explotación pesquera:** Relativo interés en la pesquería comercial, donde se captura como by-catch. Desembarques procedentes fundamentalmente de la flota artesanal. Común en pesca deportiva.

**1.5. Alimentación:** Crustáceos bentónicos, y en menor medida, pequeños peces, moluscos y poliquetos.

**1.6. Reproducción:** Los adultos migran a aguas costeras (profundidades menores de 50 m) para la puesta. Una reciente tesis doctoral (Alonso-Fernández, 2011) define la estrategia reproductiva de esta especie como intermedia. Aunque se haya descrito como especie de fecundidad determinada



**Figura 2.-** Distribución geográfica de *T. luscus*. Probabilidad relativa de ocurrencia.

(Merayo, 1996; Alonso-Fernández et al., 2008), presenta desarrollo ovárico asincrónico, pudiendo invertir la energía excedente durante la puesta en nuevos pulsos de reclutamiento de ovocitos.

**Época de puesta:** entre diciembre y abril, con pico de puesta en febrero-abril.

**Madurez:** se estima que alcanza la madurez sexual a la edad de 1-2 años (TL≈21-25 cm).



**Figura 3.-** Clave macroscópica de cuatro estados de madurez descrita por el equipo BIODEMER (Sainza et al., 2011)

## 2. CRECIMIENTO Y EDAD

El crecimiento de la faneca ha sido estudiado por distintos autores en varias zonas: Mancha Oriental y Mar del Norte (Desmarchelier, 1985), Asturias (Merayo & Villegas, 1994), Portugal (Cardoso *et al.*, 2004), Mar Egeo (Metin *et al.*, 2008), y Galicia (Labrata & Ferreiro, 1982; Alonso-Fernández *et al.*, 2010; Sainza *et al.*, 2011).

Presenta crecimiento diferencial inter-sexos: los machos muestran una mayor tasa de crecimiento, mientras que las hembras son más longevas y alcanzan mayores tallas.

### 2.1. Antecedentes:

- a. **Procesado de otolitos:** El procedimiento de Bedford (1983) consiste en la inclusión y montaje de los otolitos enteros en resina de poliéster negra, y la realización de secciones transversales en el plano dorso-ventral del otolito, pasando por el núcleo, de no más de 0.5 mm de grosor (Merayo & Villegas, 1994). Posteriormente, estas secciones pueden ser pulidas (Metin *et al.*, 2008), o embebidas en una solución de alcohol y glicerina para su mejor observación (Desmarchelier, 1985).
- b. **Observación:** Mediante microscopio estereoscópico, con luz reflectante sobre fondo oscuro (Metin *et al.*, 2008) y un aumento de 10x (Cardoso *et al.*, 2004) o de 15x (Desmarchelier, 1985).
- c. **Interpretación de la edad:**

A escala anual: Los incrementos se cuentan en el plano dorso-ventral de la sección transversal del otolito. El núcleo se presenta opaco y cerca del sulco. El primer anillo translúcido, claro y grande, compuesto de numerosas estrías concéntricas y con el borde difuminado, corresponde al primer invierno del animal, seguido por otra banda opaca más estrecha, relacionada con el verano del 2º año. Las posteriores bandas translúcidas, con alternancia de opacas, cada vez más estrechas y definidas conforme más cerca están del borde, corresponden a los incrementos anuales posteriores. La observación más fiable de este patrón para la interpretación de la edad se realiza en la zona del sulco, donde las bandas se ven de forma más definida y sin desdoblamiento (Desmarchelier, 1985).

A escala diaria: No hay referencias bibliográficas.

### 2.2. Asignación de la edad:

- a. **Otolitos. Localización y morfología:**

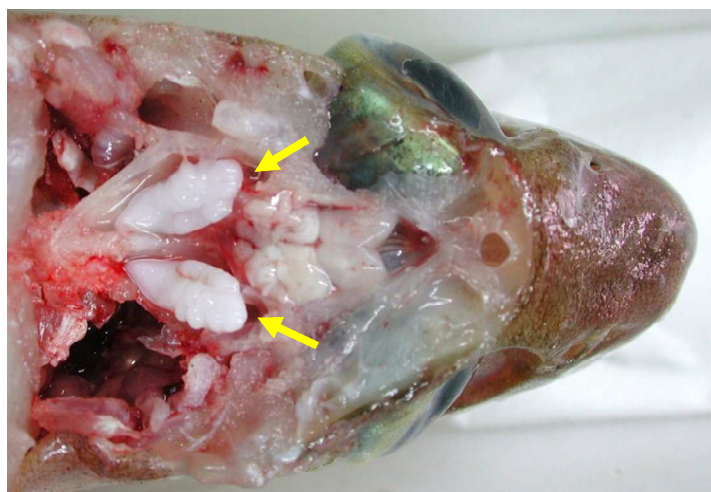
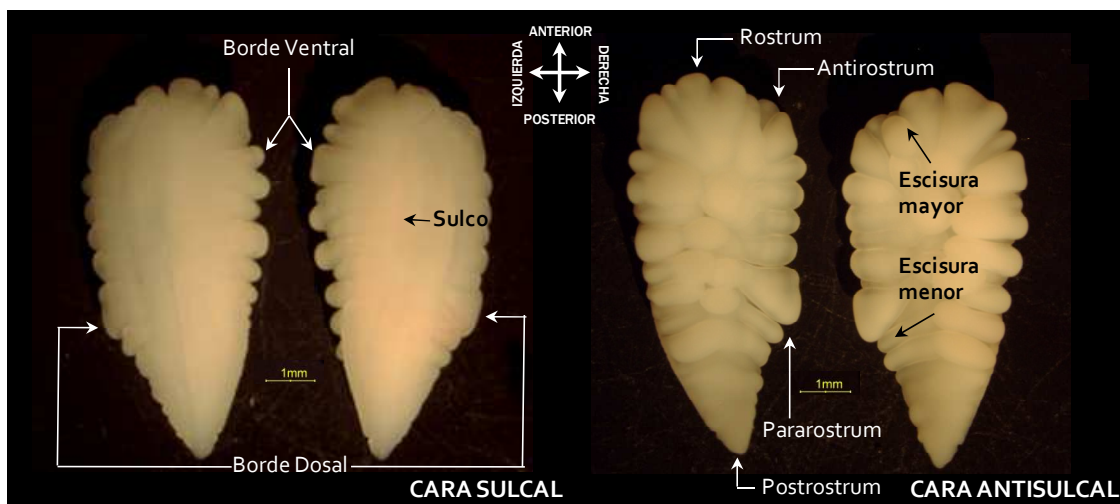


Figura 3.- Localización de los otolitos.

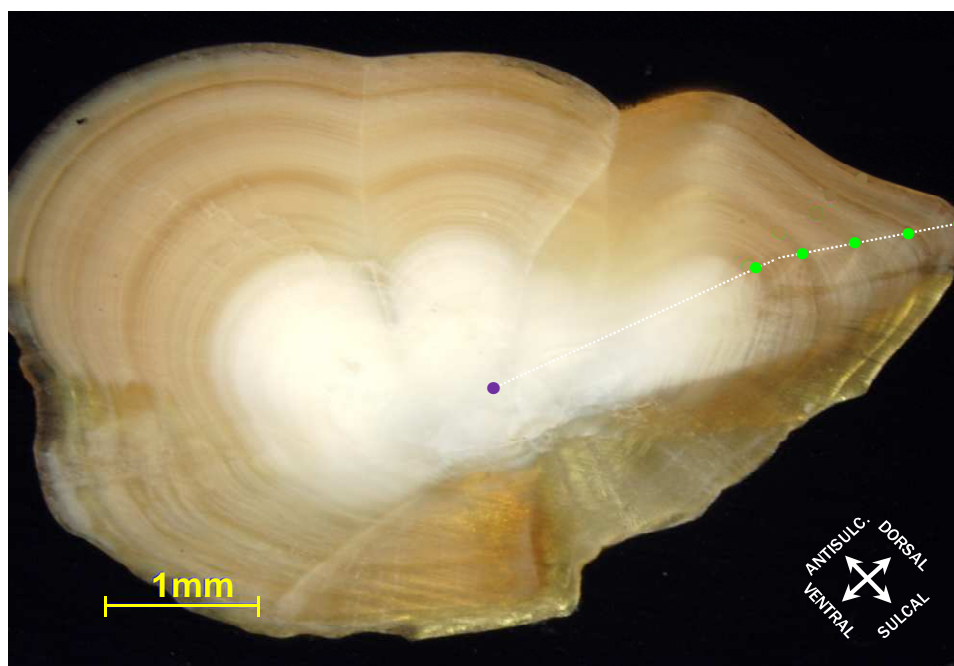




**Figura 3.-** Identificación y descripción morfológica de los otolitos.

**b. Observación del otolito e interpretación de la edad:**

Sección del otolito: los incrementos anuales se observan en el plano dorso-ventral de la sección transversal del otolito, contándose desde el núcleo hacia el borde con aumento de 20X. El anillo correspondiente al primer año de vida está compuesto por un conjunto de líneas concéntricas rodeadas por una banda translúcida más ancha, que constituye el borde de este primer anillo, cuyo núcleo se localiza cerca del sulco. Las demás bandas translúcidas aparecen más estrechas y definidas a medida que se acercan al borde del otolito, aunque es frecuente que éstas aparezcan desdobladas. Es conveniente prestar atención a la zona próxima al sulco, donde las bandas se observan más nítidamente y sin desdoblamientos.



**Figura 5.-** Otolito de un ejemplar de 5 años (TL=25 cm). Identificación del núcleo y de los incrementos anuales sobre el transecto de lectura. (20X)



### 3. PARÁMETROS BIOLÓGICOS

#### Relación Talla (TL) / Peso (W): $W=aL^b$

$$a=0.006286$$

$$b=3.198968$$

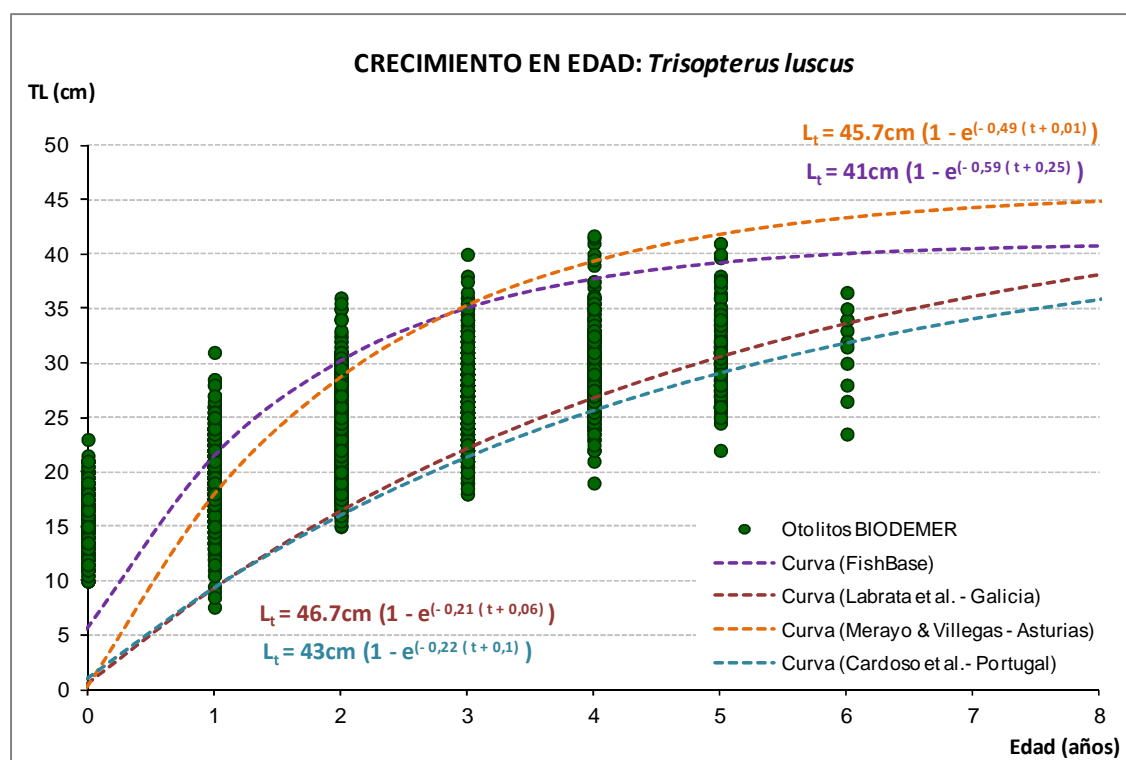
**Tabla 1.-** Estimación no lineal de los parámetros de la relación talla/peso de *T. luscus* en las Divisiones VIIIc-IXa del ICES para sexos combinados y ajuste de mínimos cuadrados (algoritmo de Gauss-Newton) mediante bootstrap no paramétrico (INBIO).

$L_{50}$ (cm)	$L_{max}$ (cm)	$A_{50}$ (años)	$A_{max}$ (años)	$A_{\infty}$ (años)	$L_{\infty}$ (cm)	k	$t_0$ (años)
23.5	46.0	1-2	5.0	4.8	41.0	0.59	-0.25

**Tabla 2.-** Parámetros biológicos de *T. luscus*, siendo  $L_{50}$  la talla de primera madurez,  $L_{max}$  talla máxima,  $L_{\infty}$  talla infinito,  $A_{50}$  edad de primera madurez,  $A_{max}$  edad máxima,  $A_{\infty}$  esperanza de vida, k tasa de crecimiento anual y  $t_0$  edad a la talla 0. (<http://www.fishbase.org>)

Autor (zona)	$L_{\infty}$ (cm)	k	$t_0$ (años)
Labrata <i>et al.</i> , 1982 (Galicia-España)	38.1 - 46.7	0.21	-1.16 - 1.27
Merayo & Villegas, 1994 (Asturias -España)	36.2 - 45.7	0.59 - 0.39	-0.01 - 0.02
Cardoso <i>et al.</i> , 2004 (Portugal)	32.3 - 43.0	0.24 - 0.19	-2.03 - 1.83

**Tabla 3.-** Parámetros biológicos de crecimiento de *T. luscus* estimados por diferentes autores para las distintas zonas de la Península Ibérica. Valores obtenidos para machos y hembras respectivamente.



**Figura 6.-** Representación gráfica de la curva teórica de Crecimiento de Von Bertalanffy según los valores medios de los parámetros de crecimiento para sexos combinados, extraídos de FishBase y publicados por diferentes autores para distintas zonas. Relaciones talla-edad estimadas por el equipo BIODIMER para sexos combinados en base a la interpretación de los otolitos.



## 4. BIBLIOGRAFÍA

- Alonso-Fernández, A. (2011). Bioenergetic approach to fish reproductive potential: case of *Trisopterus luscus* (Teleostei) on the Galician Shelf (NW Iberian Peninsula). PhD Thesis. *Universidade de Vigo*. 280 pp.
- Alonso-Fernández, A., Domínguez-Petit, R., Bao, M., Rivas, C. & Saborido-Rey, F. (2008). Spawning pattern and reproductive strategy of female pouting *Trisopterus luscus* (Gadidae) on the Galician shelf of north-western Spain. *Aquatic Living Resources*, 21: 383-393.
- Alonso-Fernández, A., Domínguez-Petit & Saborido-Rey, F. (2008). Reproductive strategy of pouting, *Trisopterus luscus* (Linnaeus, 1758). *Aquatic Living Resources*, 21: 383-393. *Cybium*, 32 (2) suppl.: 314.
- Alonso-Fernández, A., Vergara, A.R., & Saborido-Rey, F. (2010). Embryonic development and spawning pattern of *Trisopterus luscus* (Teleostei: Gadidae) under controlled conditions. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 1-7.
- Bedford, B. C. (1983). A method preparing sections of large numbers of otoliths embedded in black polyester resin. *J. Cons. Int. Explor. Mer*, 41: 4-12.
- Cardoso, D., Godinho, M.L. & Morgado, C. (2004). Growth study of pouting (*Trisopterus luscus* Linnaeus, 1758) in Portuguese continental waters (CES Div. IXa). Póster. *ICES CM 2004/K:65*
- Desmarchelier, M. (1985). Contribution à l'étude de la biologie des populations de Tacadus *Trisopterus luscus* (L. 1758) en Manche orientale et dans le sud de la Mer du Nord. These. Université des sciences et techniques de Lille.
- ICES 2005. Report of the Workshop on Sampling Design for Fisheries Data (WKSDFD). 1-3 February 2005, Pasajes, Spain. *ICES CM 2005/ACFM:11*
- ICES. 2010. Report of the Workshop on implementation of the Common Open Source Tool (COST), 13-16 April 2010, Nantes, France. *ICES CM 2010/ACOM:42*. 20 pp
- Labarta, U. & Ferreiro, M. J. 1982. Age and growth of the Galician Coast pouting (*Trisopterus luscus* L.). Preliminary data. *ICES CM 1982/G:65*.
- Merayo, C.R. & Villegas, M.L. (1994). Age and growth of *Trisopterus luscus* (Linnaeus, 1758) (Pisces, Gadidae) off the coast of Asturias. *Hydrobiología*, 281: 115-122.
- Merayo, C. R., 1996. Reproduction and fecundity of the bib *Trisopterus luscus* (Linnaeus, 1758) (Pisces, Gadidae) in the central region of the Cantabrian Sea (northern Spain). *Bol. Inst. Esp. Oceanogr.* 12(1), 17-29.
- Metín, G., Ilkyaz, A.T. & Kinacgil, H.T. (2008), Growth, mortality and reproduction of por cod (*Trisopterus minutus* Linn., 1758) in the Central Aegean Sea. *Turk. J. Zool.*, 32: 43-51.
- Sainza, M., Gómez A., Leal A., & Piñeiro C. (2011). Age at maturity of pouting (*Trisopterus luscus*) on Galician waters. Poster presented to the Fish Reproduction and Fisheries Conference (Vigo, Spain, 16-20 May 2011)
- Thomas, F., Verneau, O., De Meeus, T., & Renaud, F. (1996). Parasites as to Host Evolutionary Prints: Insights into Host Evolution from Parasitological Data. *International Journal for Parasitology*, 26 (7): 677-686.

NOTA:

A partir de 2016 dos nuevas especies se han incluido en el catálogo de especies objetivo del proyecto BIODEMER: sanpedro ( *Zeus faber*) y salmonete (*Mullus surmulletus*). La ficha técnica de su biología y crecimiento se ha incluido en el siguiente documento como Anexo 1 (sanpedro) y Anexo 2 (salmonete).

## ANEXO 1

<i>Zeus faber</i> (Linnaeus, 1789)		
Clase: <i>Actinopterygii</i> Familia: <i>Zeidae</i>	Nombre común: <b>San Pedro</b>	Nombre inglés: <b>John dory</b>
Talla mínima legal: 25cm (UE, MAPA y Xunta de Galicia).		Cod. FAO: JOD

### 1. INTRODUCCIÓN



Figura 1.- Ejemplar de *Zeus faber*.

**1.1. Descripción:** Cuerpo comprimido lateralmente. Cabeza robusta de perfil convexo. Porción espinosa de la aleta anal con 4 radios duros y membrana inter-radial negra. Boca retráctil. Coloración grisácea o marrón, con reflejos dorados. Gran mancha circular negra rodeada de un aro blanquecino en el centro de cada costado.

**1.2. Hábitat:** Habita en la plataforma y el talud continental, entre 5 y 400m, aunque las mayores concentraciones han sido observadas entre 50 y 120 metros de profundidad (Quéro, 1978). Los juveniles de edad cero están distribuidos entre los 2 y 6m (Dunn, 2001). Vive sobre fondos arenosos y fangosos, pudiendo aparecer acompañando a arenques y sardinas.

**1.3. Distribución geográfica:** Especie cosmopolita presente en el Atlántico Este (desde Noruega hasta Sudáfrica), Mediterráneo, y Mar Negro. También aparece en el océano Pacífico (Japón, Corea, Australia y Nueva Zelanda) y en el Índico.

**1.4. Explotación pesquera:** Tiene un alto valor comercial, siendo muy apreciado en gastronomía. Se captura con artes de arrastre o con anzuelo.

**1.5. Alimentación:** Eficiente predador con gran movilidad mandibular. Se alimenta de juveniles de otros peces óseos y también de crustáceos y cefalópodos.

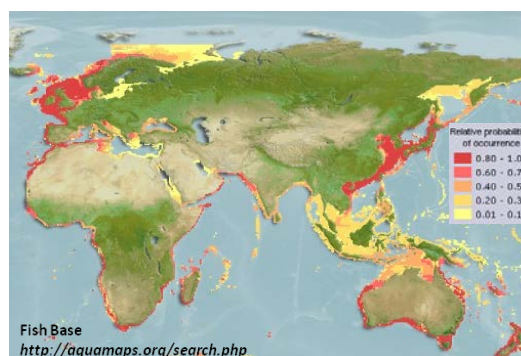


Figura 2.- Distribución geográfica de *Zeus faber*. Probabilidad relativa de ocurrencia.

## ANEXO 1

**1.6. Reproducción:** Ovíparo con fecundación externa. Después del período de puesta se vuelve extremadamente voraz. Huevos pelágicos (1.9-2.5 mm).

Época de puesta: entre junio y agosto tanto en el Atlántico noreste como en el Mediterráneo; a finales del invierno en Mauritania (Maigret & Ly, 1986).

Madurez: Las hembras alcanzan su maduración sexual con tallas de 34-38 cm y los machos con 25-28 cm (Duncker, 1960; Silva, 1992; Dunn, 2001).

## 2. CRECIMIENTO Y EDAD

El análisis de la frecuencia de tallas fue el primer método para estudiar el crecimiento en esta especie; Wheeler (1969) y Janssen (1979) sitúan las tallas del primer, segundo y tercer invierno entre 9-13 cm, 24-27 cm y 32-36 cm respectivamente y Silva (1992) considera las dos primeras edades alrededor de 10-14 cm y 23-26 cm. Mediante lectura de otolitos Hore (1982) y Hanchet *et al.* (2001) obtuvieron unos resultados similares a los obtenidos previamente y señalaron un crecimiento diferencial inter-sexos. Posteriormente Yoneda *et al.* (2002) desestiman el otolito por ser pequeño y de forma y márgenes irregulares, además de presentar anillos inconsistentes y difíciles de interpretar. Estos autores, mediante la interpretación de vértebras, establecieron la edad cero entre 7 y 12 cm de talla, la edad uno entre 9 y 16 cm y la edad dos entre 13.5 y 18.7 cm. Al comparar sus resultados con los obtenidos anteriormente (mediante la interpretación de otolitos), sugirieron un crecimiento más lento de la especie en el este de China que en aguas europeas. Resultados similares obtuvieron Ismen *et al.* (2012) en el Mar Egeo aplicando la misma metodología. En la **figura 7** puede observarse que, en los ejemplares más jóvenes, la interpretación de las vértebras (Yoneda *et al.*, 2002; Ismen *et al.*, 2012) sugiere un crecimiento más lento que el obtenido mediante la lectura de otolitos (Hore, 1982; Hanchet *et al.*, 2001) o el análisis de las frecuencias de tallas (Wheeler, 1969; Janssen, 1979; Silva, 1992).

### 2.1. Antecedentes:

#### a. Procesado de otolitos y vértebras:

Otolitos: Hore (1982) y Hanchet *et al.* (2001) leyeron los otolitos enteros.

Vértebras: Yoneda *et al.* (2002) extraen del pez una sección vertebral, que hierven y limpian. Posteriormente se selecciona la vértebra 7 para determinar la edad.

#### b. Observación:

Otolitos: Hanchet *et al.* (2001) observan los otolitos enteros y sumergidos en agua, con luz reflejada y un aumento de 40X.

Vértebras Yoneda *et al.* (2002) e Ismen *et al.* (2012) utilizaron un microscopio estereoscópico, luz reflejada sobre fondo oscuro y magnificación 10X.

#### c. Interpretación de la edad:

##### A escala anual:

Otolitos: Hanchet *et al.* (2001) centraban su interpretación en el lóbulo dorsal del otolito. El primer y segundo anillo hialino solían presentar aspecto difuso. Cuando esto ocurría, los autores se ayudaban de la medida radial para determinar la posición de los dos primeros incrementos. Las dos primeras bandas opacas frecuentemente contenían numerosos y finos incrementos.

Vertebras: Yoneda *et al.* (2002) consideraban anuales los anillos traslúcidos que rodeaban completamente el *centrum*. Cada muestra fue examinada tres veces por dos lectores



## ANEXO 1

diferentes. Se seleccionaron las edades de las vértebras en las que coincidían al menos dos lecturas.

**A escala diaria:** No hay referencias bibliográficas.

**Workshops:** No se han encontrado.

### 2.2. Asignación de la edad:

#### a. Morfología de las piezas esqueléticas:



Figuras 3 y 4.- Localización de los otolitos enteros en la cabeza. Extracción de los mismos.

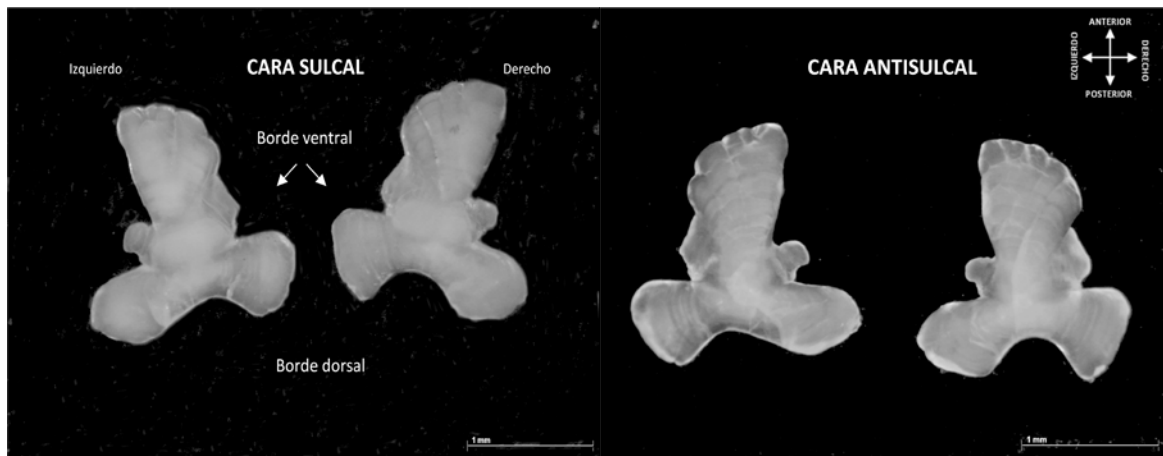


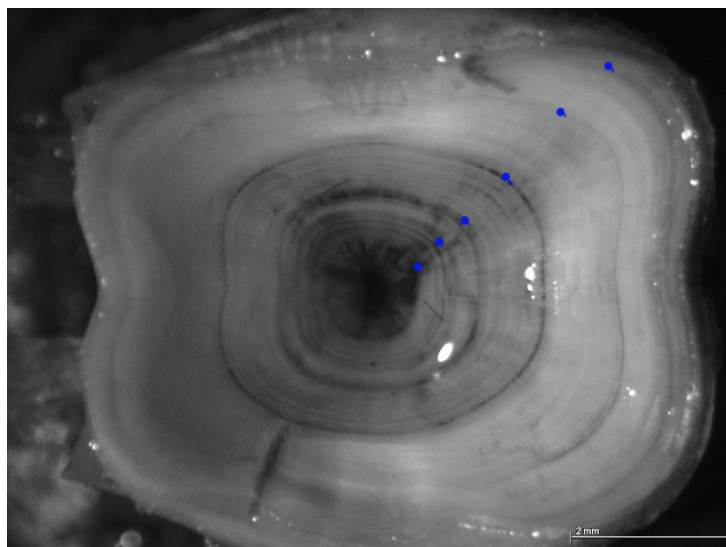
Figura 5.- Descripción de los otolitos de una hembra de 23 cm TL (20X).

#### b. Observación de las vértebras e interpretación de la edad:

Dada la dificultad que presenta la interpretación del otolito, se utiliza la vértebra número siete para la asignación de la edad siguiendo el protocolo propuesto por Yoneda *et al.* (2002). Microscopio estereoscópico, con luz reflejada sobre fondo oscuro y magnificación 10X. Identificación del borde (traslúcido/opaco).

Para construir la clave talla-edad, se selecciona la vértebra de 5 individuos por clase de talla (cm) y semestre, independientemente del sexo.

## ANEXO 1



**Figura 6.-** Imagen de la séptima vértebra correspondiente a un macho de 6 años (TL=35.9 cm). Localización de los incrementos anuales (10X).

### 3. PARÁMETROS BIOLÓGICOS

**Relación Talla (TL) / Peso (W):  $W=aL^b$**

$a=0.0211$

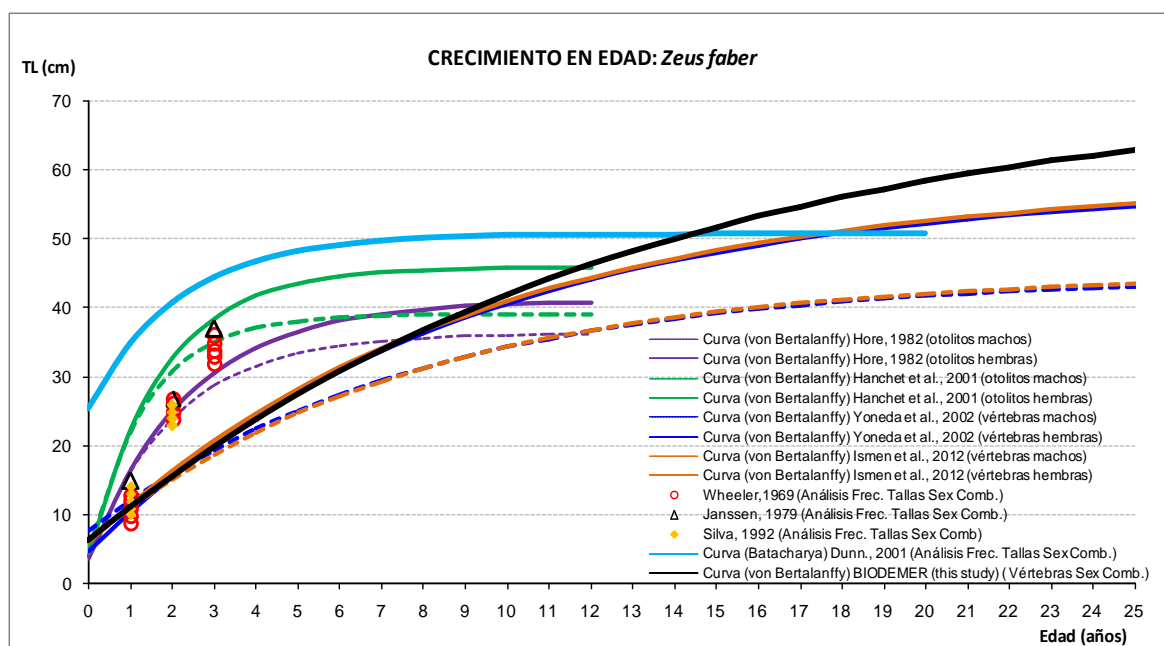
$b=2.9310$

**Tabla 1.-** Relación talla-peso para sexos combinados (Dorel, 1986).

Sexo	$L_{50}$ (cm)	$L_{\infty}$ (cm)	$A_{50}$ (años)	$A_{max}$ (años)	$L_{max}$ (cm)	$k$	$t_0$ (años)
Hembras	38-40	58.0	4	15	66	0.112	-0.772
Machos	25-28	44.7	3	13	45	0.128	-1.465

**Tabla 2.-** Parámetros de crecimiento de *Zeus faber* por sexos:  $L_{\infty}$  talla infinito,  $k$  tasa de crecimiento anual y  $t_0$  edad a la talla 0,  $L_{max}$  (Dunn, 2001).  $A_{max}$  edad máxima por sexo (Heemstra, 2004).  $L_{50}$  y  $A_{50}$ : rangos de talla y edad de primera madurez por sexos (Debrosses, P., 1939; Duncker, 1960; Silva, 1992; Dunn, 2001; Janssen, 1979).

## ANEXO 1



**Figura 7.-** Representación gráfica de de las curvas teóricas de Crecimiento de Von Bertalanffy según parámetros de crecimiento obtenidos por Hore (1982) y Hanchet *et al.* (2001) en base a la interpretación de otolitos; y por Yoneda *et al.* (2002); Ismen *et al.* (2012) y equipo BIODEMER en base a la lectura de vértebras. Relaciones talla-edad obtenidas por Wheeler (1969), Janssen (1979) y Silva (1992) y curva de crecimiento de Batacharya (Dunn, 2001), estimadas mediante el análisis de la frecuencia de las distribuciones de tallas para sexos combinados en base a los Análisis de Frecuencia de Tallas según

## 4. BIBLIOGRAFÍA

- Debrosses, P., 1939: Composition et fluctuations du stock du Saint- Pierre Zeus faber a l'entree' occidentale de la Manche et dans le Golfe de Gascogne. *Rapp. P.V. Reun. Cons. Int. Explor. Mer*, 3, 84-87.
- Dorel, D., 1986. Poissons de l'Atlantique nord-est. Relations taille-poids. Ifremer, *RV.86.001/RH/Nantes*, 165 p.
- Dunn, M.R., 2001. The biology and exploitation of John dory (Linnaeus, 1758) in the waters of England and Wales. *ICES J. Mar. Sci.*, 58: 96-105.
- Hanchet, S.M.; Francis, M.P.; Horn, P.L. (2001). Age and growth of John dory (Zeus faber). *New Zealand Fisheries Assessment Report 200U10.25 p.*
- Heemstra P. and Heemstra E., 2004. Coastal fishes of southern Africa. *NISC*. 488pp.
- Hore, A.J., 1982. The age, growth and reproduction of the John dory, *Zeus faber*. *M.Sc. thesis, Univ. Auckland*. 95 p.
- Janssen, G.M., 1979. The occurrence of Zeus faber (Linnaeus, 1758) in the coastal waters of The Netherlands (Pisees, Zeiformes). *Bull. Zool. Mus.*, 6(20): 153-158.
- Silva, A., 1992. Distribution and abundance of John Dory (Zeus faber, Linnaeus 1758) in the Portuguese continental waters. *ICES (CM Papers and Reports), CM 1992/G:68 33 pp.*

## ANEXO 1

- Yoneda, M.; Yamasaki, S.; Yamamoto, K.; Horikawa, H.; Matsuyama, M., 2002: Age and growth of John Dory, *Zeus faber* (Linnaeus, 1758), in the East China Sea. *ICES J. Mar. Sci.* 59, 749–756.
- Wheeler, A. 1969. Dory and boar-fish. In *The Fishes of the British Isles and North-West Europe*, pp. 305–308. Ed. By A. Wheeler. Macmillan, London. 613 pp.

## ANEXO 2

<i>Mullus surmuletus</i> (Linnaeus, 1758)		
Clase: <b>Actinopterygii</b> Familia: <b>Mullidae</b>	Nombre común: <b>Salmonete de roca</b>	Nombre inglés: <b>Surmullet</b>
Talla mínima legal: 15 cm (MAPA y Xunta de Galicia).		Cod. FAO: <b>MUR</b>

### 1. INTRODUCCIÓN



**Figura 1.** Ejemplar de *Mullus surmuletus*

**1.1. Descripción:** Cuerpo alargado y robusto. Hocico pronunciado, con boca ínfera y dos barbillones más largos que las aletas pélvicas. Dos aletas dorsales separadas. Cuerpo rojizo, con las escamas del dorso orladas de marrón; banda longitudinal rojiza en los costados (cruza los ojos) y debajo tres franjas amarillas; primera aleta dorsal con dos bandas amarillas transversales y una mancha negra en el extremo superior.

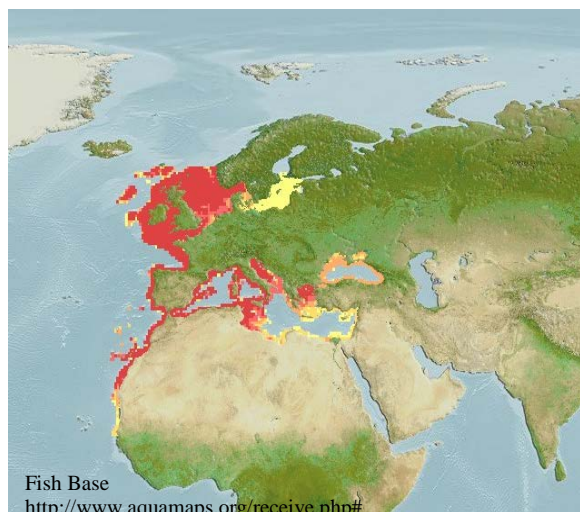
**1.2. Hábitat:** Especie demersal asociada a fondos rocosos y arenosos de la plataforma continental, en un rango de profundidad comprendido entre 10 y 409m, siendo más abundante a menos de 100m. Naturaleza gregaria.

**1.3. Distribución geográfica:** Océano Atlántico oriental, desde Noruega e islas Británicas hasta Dakar, Senegal y Canarias, incluyendo Mediterráneo y Mar Negro.

**1.4. Explotación pesquera:** El interés pesquero de esta especie ha ido en aumento desde 1990 (Mahé *et al.*, 2013). Se captura con trasmallos.

**1.5. Alimentación:** Se alimentan de pequeños moluscos, crustáceos y poliquetos, que encuentran removiendo el sedimento con los barbillones.

**1.6. Reproducción:** Especie ovípara con fecundación externa. Estrategia reproductiva basada en fecundidad determinada. Huevos y larvas pelágicos, encontrándose cerca de la superficie y poco alejados de la costa.



**Figura 2.** Distribución geográfica de *Mullus surmuletus*: probabilidad relativa de ocurrencia.



## ANEXO 2

Época de puesta: Claro pico estacional por año, que tiene lugar de mayo a julio.

Madurez: Se estima que alcanzan la madurez sexual con una talla aproximada de 17 cm. Se asigna sexo y estado de madurez macroscópica según claves de N'Da y Deniel, 1993. Las hembras ponen de 10000 a 44000 huevos de pequeño tamaño.

## 2. CRECIMIENTO Y EDAD

El crecimiento del salmonete de roca ha sido estudiado tanto en el Atlántico (Desbrosses, 1935; Pajeulo et al., 1997; Mahé et al., 2005; 2013; N'Da et al., 2006) como en el Mediterráneo (Bougis, 1952; Hashem, 1973; Gharbi and Ktari, 1981; Sanchez et al., 1983; Morales–Nin, 1992; Reñones et al., 1995; Jabeur et al., 2000; Mehanna, 2009).

En el Golfo de Vizcaya se observó un crecimiento rápido y similar en ambos sexos hasta los dos años de edad, apareciendo a los 3 años crecimiento diferencial inter-sexos, de tal modo que a los cinco años, la talla media de las hembras es 6 cm superior a la de los machos (N'Da et al., 2006).

Comparando las tallas medias por edad entre el Mediterráneo y Golfo de Vizcaya, se deduce que el crecimiento presenta un gradiente negativo Norte-Sur (N'Da et al., 2006).

El crecimiento individual se ha estudiado en escamas (Desbrosses, 1935; Bougis, 1952, Hashem, 1973a, 1973b; Gharbi, 1980) y en otolitos (Wirszubski, 1953; Haidar, 1970; N'Da, 1992; Jabeur, 1999).

### 2.1. Antecedentes:

- a. **Procesado de otolitos**: Inmersión del otolito entero en agua corriente (Konan *et al.*, 2006) o en una solución de etanol al 5% (Mahé *et al.*, 2013). Se recomienda el tostado previo de los otolitos para acentuar la visibilidad de las áreas de crecimiento lento (Mahé *et al.*, 2005).
- b. **Observación**: Imágenes de otolitos enteros, capturadas a 10X con luz reflejada mediante analizador de imagen TNPC (Troadec, 1997).
- c. **Interpretación de la edad**:

A escala anual: Sobre el otolito izquierdo según patrón común a los teleósteos: alternancia de bandas opacas y traslúcidas, tomándose como fecha de nacimiento el 1 de enero para la zona Atlántica (Mahé *et al.*, 2013) y el 1 de junio para la Mediterránea (Konan *et al.*, 2006; WKACH2, 2012). El transecto de lectura y medida de los anillos se localiza en la cara antiusulcal del otolito, sobre el eje que une el núcleo con el borde ventral posterior (WKACH2, 2012).

Existe discrepancia entre los lectores acerca de la interpretación del primer anillo: mientras algunos afirman que éste se corresponde con la época de asentamiento, la mayoría lo considera como el primer incremento anual (WKACH2, 2012).

A escala diaria: No hay referencias bibliográficas.

**Workshops**: “First Workshop on Age Reading of Red mullet *Mullus barbatus* and Striped mullet *Mullus surmuletus*” ; “Second Workshop on Age Reading of Red mullet *Mullus barbatus* and Striped mullet *Mullus surmuletus*”, (ICES, 2009; ICES, 2012).

#### WKACH2009:

- Seleccionan la estructura más idónea para leer: otolito izquierdo entero y tostado.
- Se midieron los cuatro anillos anuales y se obtuvo por retrocálculo la talla total media del pez para las edades 1, 2, 3 y 4: 175, 255, 288 y 313 mm respectivamente.

## ANEXO 2

- Se recomiendan dos lecturas de cada otolito: una sólo con la fecha de captura del pez y otra con toda la información disponible.

### WKACM2012:

- Al comparar las lecturas de otolitos y escamas, éstas presentaron diferencias significativas que se explicaron porque el borde de las escamas es difícil de interpretar en los individuos más viejos (Mahé et al, 2005).
- Para resolver el problema de identificación del primer anillo de crecimiento, se recomienda la aplicación de métodos de validación, ya sean directos (marcado-recaptura) o indirectos (crecimiento diario, análisis de frecuencia de tallas...).

## 2.2. Asignación de la edad:

### a. Otolitos. Localización y morfología:

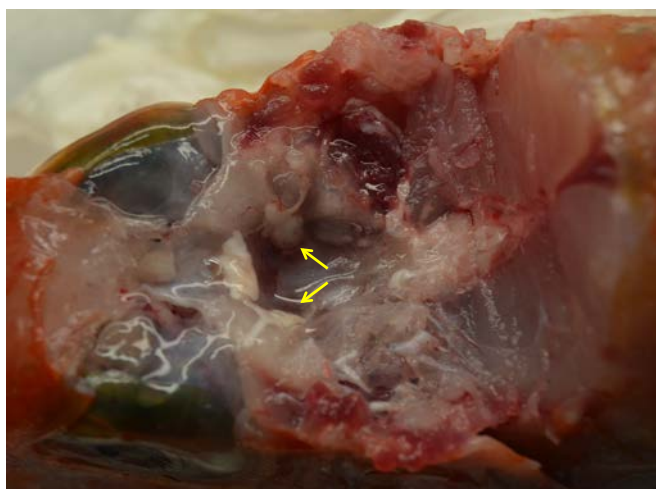


Figura 3.- Localización de los otolitos.

Se seleccionan 5 muestras por clase de talla (cm) y semestre, independientemente del sexo. Los otolitos se interpretan siguiendo el protocolo adoptado por el equipo para otolitos enteros (ver protocolo BIODIMER).

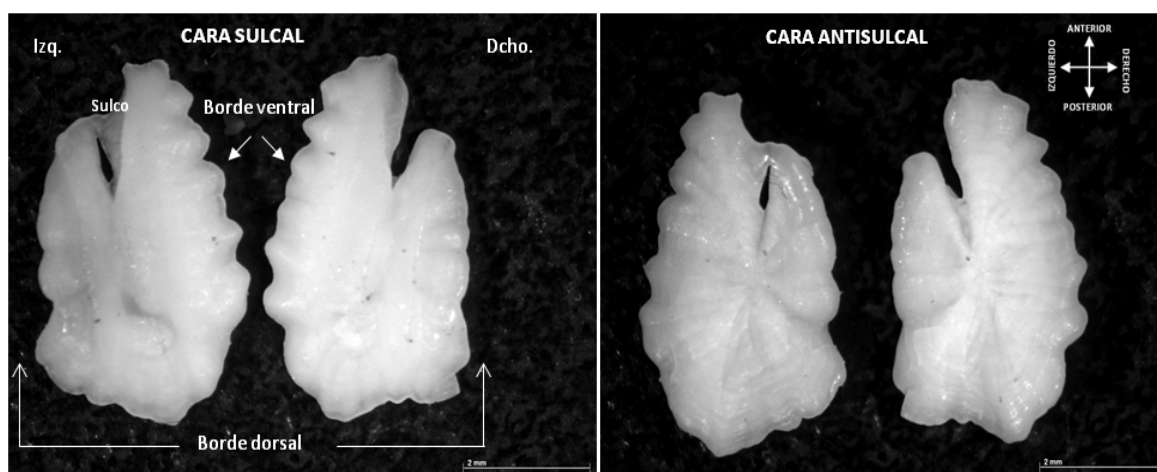
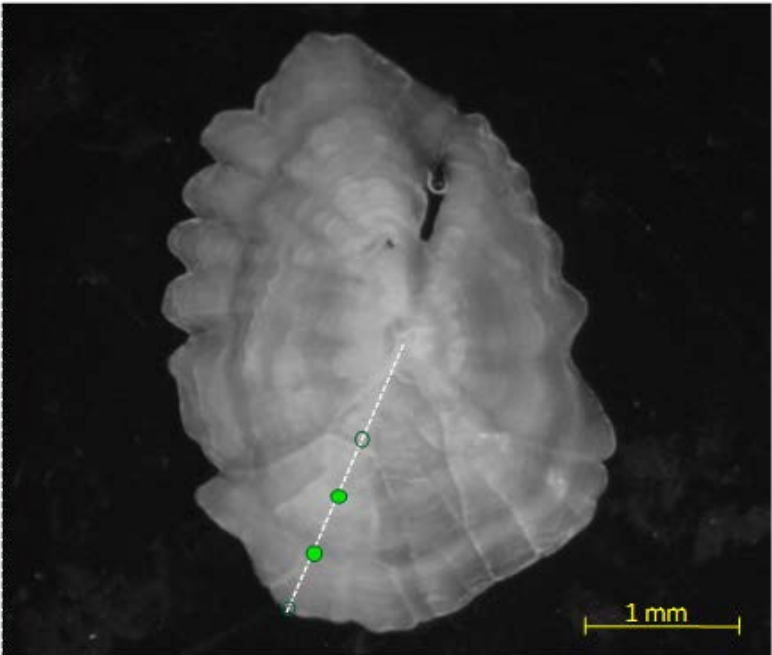


Figura 4.- Identificación y descripción morfológica de los otolitos *sagitta* de una hembra en postpuesta (TL= 35.0 cm), capturada en septiembre de 2015.

### b. Observación del otolito e interpretación de la edad:

ANEXO 2

Otolito entero (izquierdo): los incrementos anuales se observan directamente sobre la cara antislcal, desde el núcleo hacia el borde posterior ventral, utilizando microscopio estereoscópico, con luz reflejada sobre fondo oscuro y magnificación 10X. Identificación del borde (traslúcido/opaco).



**Figura 5.-** Otolito de un ejemplar de 2 años (TL = 26.8 cm). Localización de los incrementos anuales (círculos sólidos), del primer anillo falso y del último anillo incompleto (círculos transparentes) sobre el transecto de lectura (10X).

3. PARÁMETROS BIOLÓGICOS

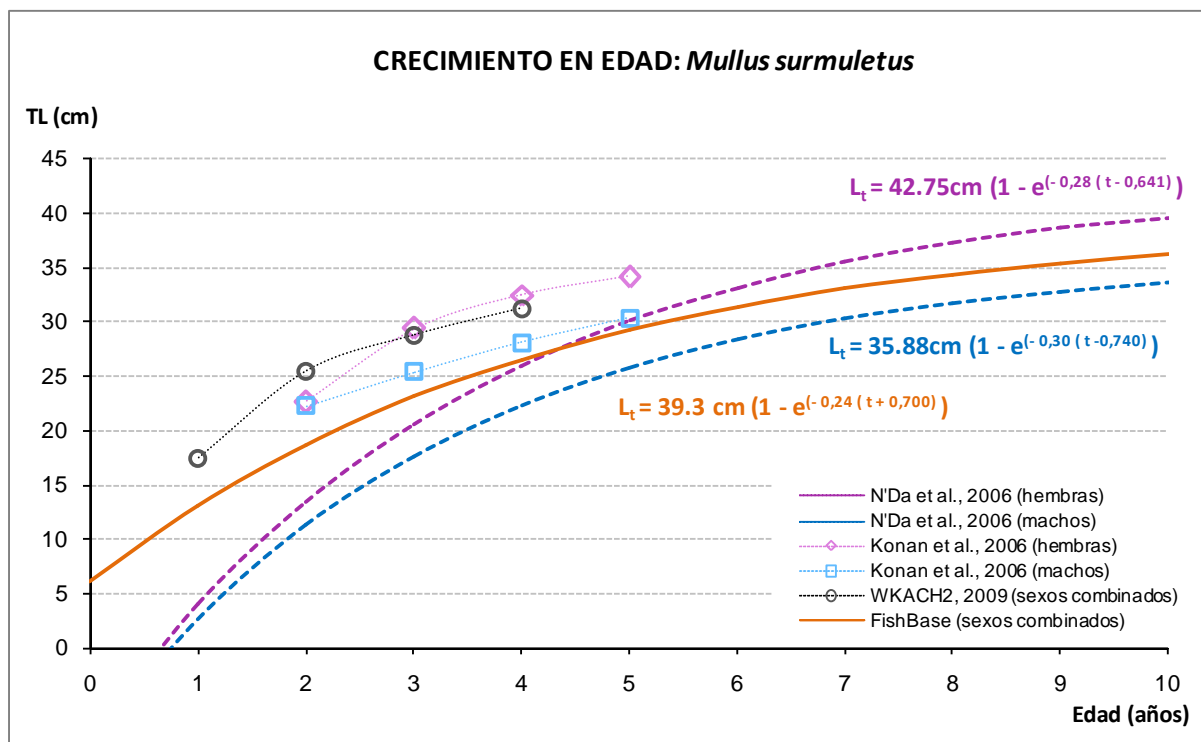
Relación Talla (TL) / Peso (W):  $W=aL^b$

a=0.00405                      b=3.379

**Tabla 1.-** Relación talla-peso para sexos combinados (Dardignac, 1988).

Sexo	L <sub>50</sub> (cm)	L <sub>∞</sub> (cm)	A <sub>50</sub> (años)	A <sub>max</sub> (años)	L <sub>max</sub> (cm)	t <sub>0</sub> (años)
Machos	15-19	35.88	1-2	10	0.30	0.740
Hembras		42.75			1.28	0.641

**Tabla 2.-** Parámetros de crecimiento de *Zeus faber* por sexos: L<sub>∞</sub> talla infinito, k tasa de crecimiento anual y t<sub>0</sub> edad a la talla 0, L<sub>max</sub> (Dunn, 2001). A<sub>max</sub> edad máxima por sexo (Heemstra, 2004). L<sub>50</sub> y A<sub>50</sub>: rangos de talla y edad de primera madurez por sexos (Debrosses, P., 1939; Duncker, 1960; Silva, 1992; Dunn, 2001; Janssen, 1979).



**Figura 7.-** Representación gráfica de de las curvas teóricas de Crecimiento de Von Bertalanffy según los parámetros de crecimiento publicados por N'Da *et al.* (2006) y en FishBase (tomando como referencia  $L_{\infty}$  =39 para sexos combinados) respectivamente. Representación de las relaciones talla-edad estimadas durante el *Workshop on age Reading of red mullet and striped red mullet* (WKACH2, 2012) y de las publicadas por Konan *et al.* (2006) respectivamente.

#### 4. BIBLIOGRAFÍA:

- Bougis, P., 1952. Recherches biométriques sur les rougets (*Mullus barbatus* L. et *Mullus surmuletus* L.). *Archives de Zoologie Expérimentale et Générale*, 89(2): 57-174.
- Dardignac, J., 1988. Les pêcheries du golfe de Gascogne, bilan des connaissances. *Rapp. scient. Techn. Ifremer*, 9, 204p.
- Desbrosses P., 1935. - Contribution à la connaissance de la biologie du rouget barbet de l'Atlantique nord (II). *M. barbatus* (rond) (Fage). Mode septentrional Fage. *Rev. Trav. Off. Pêch. Marit.*, 8(3): 255-267.
- Gharbi, H., 1980. Les rougets dans le Golfe de Gabès. *Rapp. Doc. Inst. Natn. Scient. Techn. Océanogr. Pêche, Salammbô, numero spécial*, 80 : 13-16.
- Gharbi, H. & Ktari, M.H., 1979. Diet of red mullets (*Mullus barbatus*- Linnaeus, 1758 and *Mullus surmuletus*- Linnaeus, 1758) in the Tunis Gulf. *Bull. Inst. Natl. Sci. Tech. Oceanogr. Pêche Tunisia*, 6(1-4): 41-52.
- Haidar, Z., 1970. L'écologie du rouget (*M. barbatus* L.) en Adriatique orientale. *Acta adriat.*, 14(1) : 1-94.

## ANEXO 2

- Hashem M.T., 1973a. Some biological studies on the goat fish (*M. surmuletus* L.) in the Egyptian Mediterranean waters. *Bull. Inst. Oceanogr. Fish.*, 13 : 78p.
- Hashem M. T., 1973b. Age growth and maturity of the goat fish (*Mullus barbatus* L.) in Abukir-Rosetta region during 1969-1970. *Bull. Inst. Oceanogr. Fish. Cairo*, 3 : 163-182.
- ICES. 2009. Report of the Workshop on Age Reading of Red mullet *Mullus barbatus* and Striped mullet *Mullus surmuletus* (WKACM), 30 March - 3 April 2009, Boulogne sur Mer, France. *ICES CM 2009\ACOM:44*. 42 pp.
- ICES. 2012. Report of the workshop on age reading of red mullet and striped red mullet (WKACH2), 2–6 July 2012, Boulogne-sur-Mer, France. *ICES CM 2012/ACOM:60*. 52 pp.
- Jabeur, C., 1999. La pêche dans le Golfe de Gabès : interactions techniques entre les métiers et exploitation partagée du rouget rouge (*Mullus surmuletus* L., 1758). *Thèse de 3ième cycle. Brest, Université de Bretagne Occidentale (UBO)*, 164p.
- Mahé, K., Destombes, A., Coppin, F., Koubbi, P., Vaz, S., Le Roy, D. & Carpentier, A., 2005. Le rouget barbet de roche *Mullus surmuletus* (L. 1758) en Manche orientale et mer du Nord. *Rapport de Contrat IFREMER/CRPMEM Nord-Pas-de-Calais*, 187p.
- Mahé K., Coppin F., Vaz S. and Carpentier A., 2013. Striped red mullet (*Mullus surmuletus*, Linnaeus, 1758) in the eastern English Channel and southern North Sea: growth and reproductive Biology. *Journal of Applied Ichthyology*. Volume 29, Issue 5, Pages 1067-1072. <http://dx.doi.org/10.1111/jai.12266>
- Mehanna S.F. 2009. Growth, mortality and spawning-stock biomass of the striped red mullet *Mullus surmuletus*, in the Egyptian Mediterranean waters. *Mediterranean Marine Science*, 10(2): 05–17.
- Morales–Nin B. 1992: Biological parameters of red mullet *Mullus surmuletus* L. 1758 off Majorca ( Spanish). *Bol. Inst. Esp. Oceanogr*. 7(2): 139–147.
- N'Da, K., 1992. Biologie du rouget de roche *Mullus surmuletus* (Poisson Mullidae) dans le Nord du golfe de Gascogne : reproducteurs, larves et juvéniles. *Thèse de 3ième cycle. Brest, Université de Bretagne Occidentale (UBO)*, 177p.
- N'Da, K., Deniel, C., 1993: Sexual cycle and seasonal changes in the ovary of the red mullet, *Mullus surmuletus*, from the southern coast of Brittany. *J. Fish Biol.* 43(2), 229-244.
- N'Da, K., Deniel, C., Yao, K., 2006. Croissance du rouget de roche *Mullus surmuletus* dans le nord du golfe de Gascogne. *Cybium* 30(1), 57-63.
- Pajuelo J.G., Lorenzo J.M., Ramos A.G. and Villamil–Mata M. 1997. Biology of the red mullet *Mullus surmuletus* (Mullidae) off the Canary Islands, central east Atlantic. *S. Afr. J. mar. Sci.* 18: 265–272.
- Reñones, O., Massuti, E. & Morales-Nin, B., 1995. Life history of the red mullet *Mullus surmuletus* from the bottom-trawl fishery off the Island of Majorca (North-west Mediterranean). *Mar. Biol.*, 123(3) : 411-419.



## ANEXO 2

Sanchez P., Morales–Nin B. and Martin P. 1983. The mullets (*Mullus surmuletus* L., 1758, *Mullus barbatus* L., 1758) of the Catalan coast: biological and fishing aspects. *Int. Counc. Explor. Sea. Comm. Meet. (Demersal Fish Comm.) G*, 27: 1–19.

Troadec, H., 1997. TNPC (Traitement Numérique de Pièces Calcifiées).v.2. Manuel d'utilisation. Février 1997. Ifremer-Orstom, centre de Brest, LASAA.

Wirszubski, A., 1953. On the biology and biotope of the red Mullet. *Bull. Sea. Fish. Sth*, 1-20 : 1-32.

## ANEXO 3

El ANEXO 3 muestra los procedimientos en forma de hojas de control de calidad a cubrir en los diferentes procesos que se llevan a cabo para cada especie, desde la obtención de la pieza de lectura (muestreo biológico), la selección y montaje de otolitos, la obtención de las imágenes y lectura de las edades obtenidas.

**CONTROL DEL MUESTREO BIOLOGICO DE ESPECIES**

ESPECIE:	
Zona	
FECHA:	
RESPONSABLE	

MUESTRAS	
Número de ejemplares	

% muestreado
#¡DIV/0!

MUESTRAS					observaciones
OTOLITOS	Macho	Hembra	Indeterminado	Total	
Número de ejemplares muestreados			0	0	
Pares Otolitos extraídos	0	0	0	0	
Otolitos Perdidos	0	0	0	0	
Otolitos Rotos	0	0	0	0	
GONADAS	Macho	Hembra	Indeterminado	Total	observaciones
Número de gonádas pesadas	0		0	0	
Número de gonádas perdidas	0	0	0	0	
Número de gónadas almacenadas para histología	0	0	0	0	
HÍGADO	Macho	Hembra	Indeterminado	Total	observaciones
Número de hígados pesados			0	0	
Número de hígados perdidos	0	0	0	0	
PESO	Macho	Hembra	Indeterminado	Total	observaciones
Número de individuos pesados vivos			0	0	
Número de individuos pesados eviscerados			0	0	
MADUREZ	Macho	Hembra	Indeterminado	Total	observaciones
Número de individuos con estado de madurez macro			0	0	
IMÁGENES	SI	NO	número		observaciones
¿Se toman imágenes en el muestreo?					
Imágenes de: Pez/otolitos/vértebra/gónada/higado					
¿Objetivo? (taller, protocolo, bdd imágenes Biodemer...)					

en la pestaña de la hoja, la fecha del muestreo. Un libro por especie

**SELECCIÓN Y MONTAJE DE OTOLITOS**

<b>Especie:</b>
<b>Fecha:</b>
<b>Responsable:</b>

**Selección de la muestra: (si/no) ó indicar lo más correcto**

Están localizados todos los otolitos seleccionados	SI	NO	
Se han podido sustituir por otros	SI	NO	
Se han desechado otolitos por rotura	SI	NO	
Se han podido sustituir por otros	SI	NO	
Se han identificado errores de identificación en algún otolito	SI	NO	
Se han podido sustituir por otros	SI	NO	
Tiempo en hacer la selección	<6h	<1h	

**Corte: (si/no) ó indicar lo más correcto**

Se han incluido los otolitos en líquido clarificador (agua, alcohol, aceite...)	SI	NO	
Los materiales (resinas, catalizadores, aceites...) están en buenas condiciones	SI	NO	
Se han respetado los tiempos	SI	NO	
La máquina de cortar trabaja correctamente	SI	NO	
Los discos están en buen estado	SI	NO	
Son antiguos los discos de corte	SI	NO	
Duración proceso	<24h	<6h	

**Montaje: (si/no) ó indicar lo más correcto**

Se usó como identificador el "espagueti"	SI	NO	
Se montaron las tiras correctamente	SI	NO	
Se han perdido otolitos en el corte	SI	NO	
Cuántos			
Tiempo medio de montaje	<6h	<2h	

**IMÁGENES OTOLITOS**

<b>Especie:</b>
<b>Fecha:</b>
<b>Responsable:</b>

**Preparación de la muestra (si/no) ó indicar lo más correcto**

Tipo de imagen de los otolitos	Entero	Sección	
Se hace inmersión previa en líquido clarificador (agua, aceite)	SI	NO	
Tiempo	24h	6h	
Aumento de la imagen	10X	20X	
Hay otolitos rotos, sucios o perdidos	SI	NO	
Se eliminan para lectura	SI	NO	
Cuántos			
Tiempo medio por pieza	5min	10min	

**Captura de la imagen (si/no) ó indicar lo más correcto**

Se utiliza equipo standard Leica de BIODIMER	SI	NO	
La imagen es buena	SI	NO	
Se puede mejorar	SI	NO	
Se repiten imágenes por mala calidad	SI	NO	
Se eliminan imágenes para lectura	SI	NO	
Número de imágenes desechadas para lectura	<10	<20	
Incluyen barra de calibración	SI	NO	
Incluyen transecto de medida	SI	NO	
Nombre estándar (Sp_año_aumentos_cód)	SI	NO	
Tiempo captura imagen	5min	10min	



**LECTURA OTOLITOS**

<b>Especie:</b>
<b>Fecha:</b>
<b>Responsable:</b>

**Asignación de edad anual: (si/no) ó indicar lo más correcto**

Está validado el crecimiento	SI	NO	
La especie tiene atlas de otolitos	SI	NO	
Existe manual actualizado	SI	NO	
Está validada alguna edad o grupo de edad	SI	NO	
Lectura	Fácil	Difícil	
Calidad de las imágenes	Buena	Mala	
Tiempo medio de lectura por imagen	2 min	5 min	
Se incluye calidad en cada lectura (WKNARC)	SI	NO	
Hay otolitos ilegibles	SI	NO	
Hay otolitos “errados” por tamaño, forma...	SI	NO	
Cuántos	<10	<25	
Se miden distancias en el transecto	SI	NO	
Hay otolitos mal cortados	SI	NO	
Cuántos	<10	<25	

**ANÁLISIS LECTURAS EDAD**

<b>Especie:</b>
<b>Fecha:</b>
<b>Responsable:</b>

Lectura de la muestra: (si/no) ó indicar lo más correcto

Usan la misma hoja de lectura todos los lectores	SI	NO	
Número de lectores	2	3	4
Experiencia de los lectores	Experto	No experto	
Todos dan calidad a sus lecturas	SI	NO	
Se analizan edades	SI	NO	
Se analizan distancias	SI	NO	
Se presentan resultados anuales	SI	NO	
Año del último seminario de la especie			
Año del último Workshop de la especie			

**Control interno y externo para la calidad de las lecturas  
de edades**

## Control interno de calidad de las lecturas de edades

---

- 1.- Cada otolito es leído al menos por dos personas.
- 2.- Cada lector asigna la calidad de la lectura de cada otolito siguiendo la escala recomendada desde el **WKNARC 2013** (Report of the Second Workshop of National Age Readings Coordinators):

<i>AQ1: Easy to age with high precision.</i>
<i>If a scale of 1-100 is applied, where 100 is when the reader has the highest possible confidence in the age reading and 1 is when the reader has no confidence in the age reading, age quality 1 (AQ1), will apply to approximately the top 25 % of the possible quality ratings. AQ1 is an indication that the age data is considered reliable for stock assessment.</i>
<i>AQ2: Difficult to age with acceptable precision.</i>
<i>Age quality 2 (AQ2), will apply approximately to age readings within 25 and 75 percentiles of the possible quality ratings. AQ2 is an indication that the age data is sufficiently reliable to be used for stock assessment purposes but improvement is required.</i>
<i>AQ3: Unreadable or very difficult to age with acceptable precision.</i>
<i>Age quality 3 (AQ3), will apply to approximately the lowest 25 % of the possible quality ratings. 3 AQ3 is an indication that there are serious concerns about the reliability of the age data and/or its value to stock assessment WGs.</i>

- 3.- Siguiendo las recomendaciones de WKSABCAL 2014 (Workshop on Statistical Analysis of Biological Calibration Studies), para cada especie y año se hace un análisis de precisión interlectores mediante el Average Percent Error (APE) y el Coeficiente de Variación (CV) que se calculan en la hoja de cálculo ad-hoc Age reading comparisons.xls (Eltink, A.T.G.W., 2000). Además se realizan test de simetría mediante la herramienta desarrollada por la NOAA: <http://www.nefsc.noaa.gov/fbp/age-prec/Precision.xltx>.
- 4.- Se comparan los resultados obtenidos cada año con los años anteriores. Si estos resultados han empeorado, se selecciona un set de otolitos de las especies problema y se planea un ejercicio de calibración donde participan todos los lectores del equipo. Cada lector mide las distancias desde el núcleo a los tres primeros anillos anuales en cada imagen seleccionada y calibrada usando ImageJ. Además, marcan cada anillo

## ANEXO 4

anual con el color asignado a cada lector usando el programa libre y gratuito de edición de imágenes GIMP.

5.- Para una mejor precisión se están elaborando para todas las especies *Atlas de Imágenes de Otolitos*, en los que se muestran las marcas de todos los lectores que señalan los anillos anuales.

---

### Control externo de la calidad de las lecturas de edades

1.- Los datos de edades y calidad de cada lectura son volcados regularmente en la base de datos del Instituto Español de Oceanografía (SIRENO)

2.- Asistencia permanente a Exchanges y Workshops internacionales de lectura de edades de las diferentes especies objetivo del proyecto.

---

### **Bibliografía**

ICES. 2013. Report of the Second Workshop of National Age Readings Coordinators (WKNARC2), 13 - 17 May 2013, Horta, Azores. ICES CM 2013/ACOM:52. 65 pp.

ICES. 2014. Report of the Workshop on Statistical Analysis of Biological Calibration Studies (WKSABCAL), 13-18 October 2014, Lisbon, Portugal. ICES CM 2014/ACOM:35. 82 pp.

Rasband, W.S., ImageJ, U. S. National Institutes of Health, Bethesda, Maryland, USA, <https://imagej.nih.gov/ij/>, 1997-2018.

GIMP: <https://www.gimp.org>.