

# Criterios de Interpretación de la Edad en los Otolitos del Jurel negro del Atlántico Nordeste (*Trachurus trachurus*)



Begoña Villamor, Clara Dueñas-Liaño, Eduardo López, Ana Antolinez

Proyecto BIOPEL, Junio 2016



Formato recomendado con fines de citación:

Villamor, B., Dueñas-Liaño, C., López, E., Antolinez, A. 2016. Criterios de Interpretación de la Edad en los Otolitos del Jurel negro (*Trachurus trachurus*) del Atlántico Nordeste. Documento Interno del IEO, Proyecto BIOPEL. Repositorio del IEO.

## Contenido

1. Introducción.....	5
2. Breves notas biológicas .....	5
2. Protocolo de la lectura de edad (ICES WKARHOM1, 2012).....	6
3. Actualizaciones del protocolo de lectura de edad (ICES WKARHOM2, 2015) .....	8
3.1 Diagrama de la interpretación de los otolitos .....	8
3.2. Anillos falsos.....	10
3.3. Pautas importantes a seguir en la interpretación de la edad.....	13
3.4. Observación de los otolitos enteros y de los otolitos seccionados .....	14
4. Control de calidad de las lecturas de edad .....	15
5. Colección de otolitos de referencia (ICES WKARHOM2).....	16
5.1 Otolitos enteros.....	16
5.2 Secciones de otolitos .....	17
6. Referencias .....	19



## 1. Introducción

La determinación de la edad de los organismos marinos requiere un continuo proceso de mantenimiento de la consistencia del criterio de interpretación de cada lector de edad y de los lectores de edad de los diversos laboratorios entre sí (Panfili et al., 2002). El objetivo final de todo el trabajo de interpretación de la edad es establecer métodos que sean exactos, precisos y prácticos, de modo que puedan usarse rutinariamente en la interpretación de la edad de numerosas muestras necesarias para la evaluación de las especies marinas explotadas (Panfili et al. 2002).

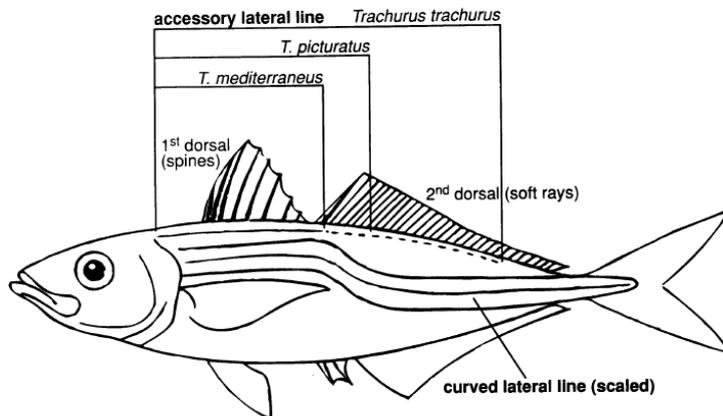
Este manual tiene como objetivo describir los métodos para la determinación de la edad anual del jurel negro (*Trachurus trachurus*, L 1758). Las técnicas para la determinación de la edad en estructuras calcificadas de especies pelágicas y bentónicas (disección, preparación y métodos) en el área del ICES (aguas atlánticas europeas) se han descrito recientemente en un manual publicado tanto en inglés como en castellano (Villamor et al., 2015; 2016). Este nuevo manual que presentamos aquí se centra solo, pero en mayor profundidad, en los criterios utilizados y estandarizados a nivel europeo para la interpretación de los anillos de crecimiento anual en los otolitos (lectura de otolitos) del jurel negro del Atlántico Nordeste. Este manual tiene como finalidad servir de referencia para los lectores de edad del jurel negro en los laboratorios del IEO y pretende también ser una guía para el entrenamiento de los nuevos participantes (lectores) en la determinación de la edad en los otolitos de jurel negro, para suplementar y complementar el entrenamiento que reciben del lector experto asignado para entrenarlos. También pretende ser una guía dinámica, que pueda cambiar a medida que sean introducidos nuevos criterios de interpretación tras ser evaluados y adoptados a nivel europeo. Este manual se basa en los últimos intercambios, talleres y publicaciones sobre la determinación de la edad del jurel negro (ICES, 1999; 2012; 2015). También se hace referencia a la biología de la especie ya que es fundamental tener conocimiento de ella para poder interpretar los otolitos con mayor precisión.

## 2. Breves notas biológicas

Tres especies diferentes del género *Trachurus* se explotan juntas comercialmente en el Atlántico Norte: *T. trachurus*, *T. mediterraneus* y *T. picturatus*. La característica más obvia para distinguirlos es el tamaño de la línea lateral accesoria (Figura 1), y otras características mas, como la forma del cuerpo, número de branquias, etc.

El jurel negro es una especie pelágica de tamaño medio. Su comportamiento es más demersal que el de otras especies pelágicas, como la caballa. El jurel normalmente habita en la plataforma continental, a 200 m, pero también se ha reportado que el jurel puede ocupar también hasta profundidades de 500 m. El jurel puede crecer hasta unos 60 cm de longitud, pero son más comunes entre 15-40 cm (Smith-Vaniz, 1986). Es un pez de vida larga que puede alcanzar hasta 40 años de edad, con un crecimiento rápido hasta los tres años para ralentizarse

posteriormente (Abaunza et al., 2003). Lleva a cabo migraciones de desove y alimentación, pero son menos evidentes que las de la caballa.



**Figura 1.** Principales características para diferenciar las tres especies del Atlántico Norte del género *Trachurus* (ICES, 1999)

El jurel negro madura entre los dos y cuatro años de edad (entre los 16 y 25 cm de talla) dependiendo del área. Los machos maduran a menor talla y edad que las hembras. Se trata de un ponedor parcial, las hembras liberan los huevos durante un período de varios meses, entre enero y junio en la zona de Galicia (División IXa) y entre febrero y julio en el Cantábrico (División VIIIc). El pico del desove en Cantábrico-Galicia es aproximadamente en mayo (Abaunza et al., 2003).

Los huevos son pelágicos 0.8- 1.0 mm de diámetro, y eclosionan después de tres a cuatro días en las temperaturas 10.5 y 21.2º C y la tasa de mayor supervivencia se observa entre los 12.2 y 15.8ºC en el Atlántico (Pipe and Walker, 1987). Las larvas recién eclosionadas miden 2.5 mm.

Jureles de edad 0 de alrededor de 4.4 cm se encuentran en aguas del Cantábrico y Galicia a mediados de Agosto, hasta llegar aproximadamente a 12 centímetros a finales del año. Alcanza una longitud media de 20 cm a los 2 años y 30 cm a los 5 años.

## 2. Protocolo de la lectura de edad (ICES WKARHOM1, 2012)

Preparación: Los otolitos del jurel negro son muy gruesos e impiden una correcta observación de sus características estructurales, por lo que es necesario para ello realizar una preparación previa adecuada. Antiguamente los otolitos se quemaban y en la actualidad se realizan cortes. El objetivo general del proceso de los cortes de los otolitos es obtener una sección fina de los otolitos de Jurel. Para ello, normalmente se cortan los otolitos de ejemplares mayores de 26 cm. Los de talla menor a ésta se leen enteros de forma directa. Es obligatorio el uso de cortes de otolitos con edades mayores de 6-8 años.

Observación: Los otolitos se introducen en una mezcla de alcohol al 70% con  $\frac{1}{4}$  de glicerina y se examinan con una lupa binocular. También en algunos casos y para toma de medidas biométricas, la edad se estima de la lectura de imágenes digitales.

Iluminación: luz reflejada utilizando iluminadores de fibra óptica

Aumentos: entre 15x y 50x aumentos. El método de examen es dependiente de la técnica de preparación utilizada. Así, los otolitos enteros de los peces jóvenes, deben observarse con bajos aumentos (entre 15x y 25x) ya que si no los anillos falsos pueden confundir a lectores con poca experiencia. Los otolitos cortados de peces más viejos, se observan incrementando los aumentos entre 30x y 50x.

Eje de lectura: Se cuentan los anillos translúcidos (hialinos) preferiblemente, en la parte anterior (*rostrum*) y posterior (*post-rostrum*) del otolito.

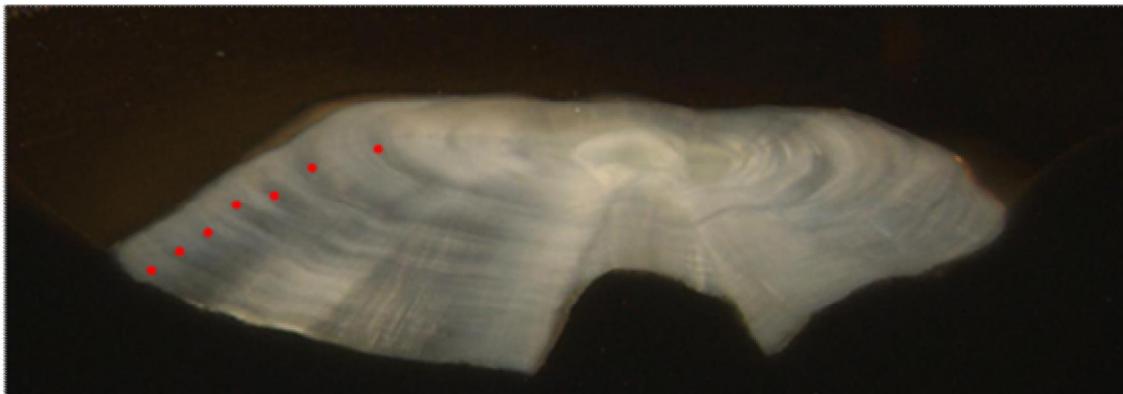
Criterios para la determinación de la edad anual: Los criterios de estimación de edad del jurel negro se establecieron en el ICES (1999 y 2012), en base a estudios de validación directa (Kerstan y Waldron, 1995) e indirecta (ICES, 1999; Waldron y Kerstan, 2001; Abaunza et al, 2003). Se siguen los recomendados en ICES (1999; 2012; 2015).

- La fecha del cumpleaños se considera el 1 de enero.
- Se asume que esta especie forma cada año una zona hialina y una zona opaca. La formación de las dos zonas tiene lugar durante un año.
- Un anillo se debe seguir en todo el otolito, tanto en el otolito entero como en el otolito cortado.
- Un anillo se caracteriza porque tiene un contraste más brillante.
- En general, la anchura de zonas anuales consecutivas decrece con el incremento de la edad.
- En caso de duda, cuando la lectura del otolito entero difiere de la lectura del otolito seccionado, las lecturas de estas últimas prevalecen sobre las primeras.
- Cuando los otolitos tienen el borde opaco, se interpreta de la siguiente manera: otolitos muestreados en el 1º semestre con bordes opacos se le asigna a un grupo de edad contando todas las zonas translúcidas o hialinas. Si los otolitos son del 2º semestre no se cuenta el borde opaco como crecimiento del año. Esto es especialmente verdad para peces viejos que a menudo no han depositado la zona translúcida antes del 1º trimestre. (Ver Sección 3.1 de este documento para mas detalle)
- Cuando los otolitos tienen el borde translúcido o hialino, se interpreta de la siguiente manera: otolitos muestreados durante el 1 semestre con bordes translúcidos se le asigna a un grupo de edad contando todas las zonas translúcidas. Si los otolitos son del 2º semestre el año no se cuenta el borde translúcido como crecimiento del año. (Ver Sección 3.1 de este documento para mas detalle)

Dificultades de interpretación: En general, la edad de los otolitos de jurel es muy difícil de estimar en los peces de mayor edad, ya que se vuelven muy gruesos con la edad. La principal causa de las diferencias es la interpretación del primer anillo, tanto en los peces jóvenes como mayores. Las diferencias de los falsos anillos y la variedad de los verdaderos anillos hacen difícil seguir la formación de los anillos verdaderos. En algunos otolitos, los problemas son causados por la interpretación del borde del otolito. (Figuras 2 y 3)



**Figura 2.** Otolito entero de jurel (TL<26 cm, 3 años de edad, capturado en marzo). Los puntos rojos representan los anillos hialinos (invierno).



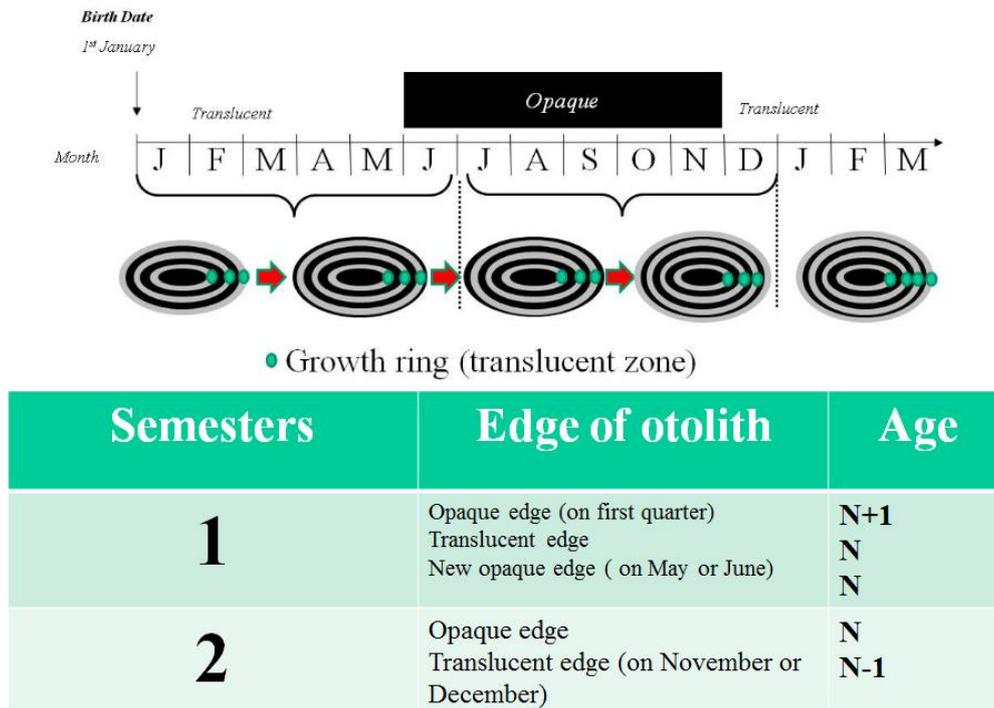
**Figura 3.** Sección del otolito del jurel (TL= 35 cm, de 7 años de edad, capturado en septiembre). Los puntos rojos representan los anillos hialinos (invierno).

### 3. Actualizaciones del protocolo de lectura de edad (ICES WKARHOM2, 2015)

#### 3.1 DIAGRAMA DE LA INTERPRETACIÓN DE LOS OTOLITOS

La Figura 4 muestra la interpretación esquemática del desarrollo del crecimiento del *Trachurus trachurus* considerando el cumpleaños el 1 de enero. Las zonas translúcidas se utilizan para determinar la edad, y hacia el final del año la zona translúcida se está

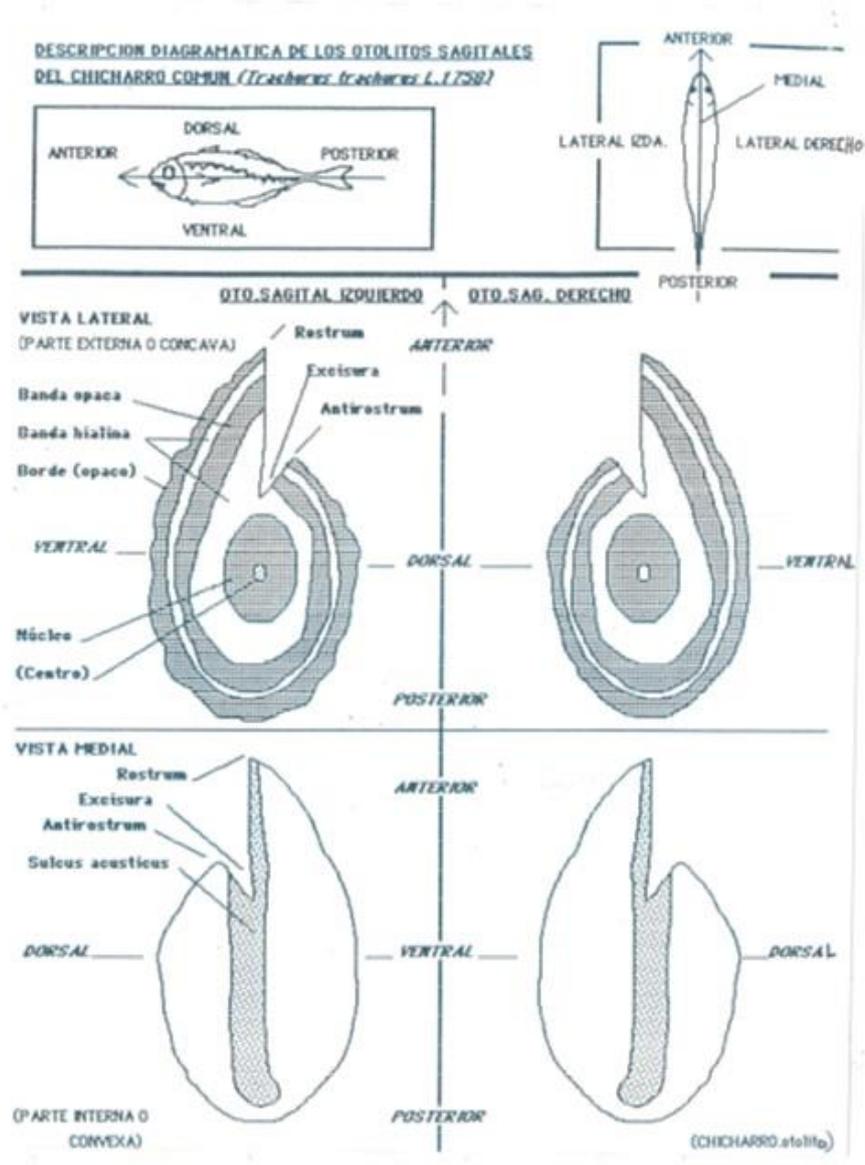
desarrollando, pero no deben ser considerados como un anillo completamente desarrollado hasta el 1 de enero.



**Figura 4.** Interpretación esquemática del desarrollo del crecimiento de las zonas anuales en el transcurso de un año. Las flechas indican el desarrollo de los anillos de crecimiento (zonas translúcidas y opacas) durante el año.

Un anillo se caracteriza por el contraste más brillante entre la zona translúcida anterior y la zona posterior opaca depositado en el año siguiente. Un anillo debe ser trazable alrededor de todo el otolito o sección del otolito, con la excepción de la superficie dorso-medial del *rostrum* (Figura 5). En el otolito seccionado pueden surgir problemas en el área del *sulcus* y en la dirección dorso-medial en el lado medial. Estas excepciones pueden interpretarse como la necesidad de que los anillos deben alcanzar la zona de la excisura del otolito (Figura 5), tanto en los otolitos enteros como en la sección del otolito, para considerarlo como un anillo anual. Esta consideración afecta principalmente al primer anillo, puesto que si no se cumple dicha condición se estimará que es un anillo central falso y no se debe contar.

En los ejemplares de talla inferior a 20 cm, sobre todo en el segundo semestre del año se puede observar claramente un anillo completamente definido alrededor del núcleo o centro del otolito. Este anillo corresponde al que forma el pez al cambiar de hábitat desde la zona pelágica a la zona más demersal. Este anillo denominado demersal, se forma en los primeros meses de la vida del individuo, y al ir creciendo se puede distinguir en el otolito que dicho anillo no tiene presencia en la excisura, siendo el anillo central falso, descrito anteriormente.



**Figura 5.** Descripción de las áreas y características de los otolitos del jurel negro ( Lucio and Artech, 1990)

### 3.2. ANILLOS FALSOS

Se ha descrito que se forman algunos anillos falsos antes del primer anillo de invierno (Fariña, 1983; Waldron and Kerstan, 2001). De hecho, los individuos pequeños < de 10 cm capturados durante los meses de verano y otoño, que proceden de la puesta de primavera, presentan un borde translucido (Figura 6). Se trata de un anillo falso, probablemente formado cuando los jóvenes cambian de medio ambiente y de dieta.



**Figura 6.** Otolitos de ejemplares pequeños (izquierda: 5.7 cm; centro: 7.6 cm y derecha: 10.8 cm de longitud total) capturados en septiembre de 2015 en la Sub-división IXa Norte. El radio del otolito de estos otolitos es de 1.1, 1.4 y 2 mm respectivamente.

Las medidas de estos otolitos de ejemplares menores de 10 cm, son de entre 2 mm (los ejemplares mas pequeños, de 5 cm de talla) y 4 mm (los ejemplares mas grandes, de 10 cm de talla), y corresponde con unos radios del otolito entre 1.1 y 2 mm. El rastro de este falso anillo, de medidas similares, es visible también en los otolitos de especímenes de mayor edad (Figura 7).



**Figura 7.** Otolitos de Individuos de *T. trachurus* con 19.5 cm (izquierda) y 26.1 cm (derecha) de longitud total capturados en el otoño (octubre de 2015 y 2012 respectivamente) en la Sub-división IXa Norte. El círculo rojo abierto es un falso anillo (radio de 1.3 y 1.2 mm, respectivamente) y el punto rojo es el primer anillo de invierno (radio de 2.3 y 2.1 mm, respectivamente).

El verdadero anillo de primer invierno se forma posteriormente, y especímenes con longitud total de alrededor 11-14 cm capturados en invierno y en los primeros meses de primavera presentan en el borde un anillo translucido, con una medida del radio del otolito entre 2.4 y 3 mm (medida del otolito entero de entre 4.5 y 5.8 mm) (Figura 8).



**Figura 8.** Otolito de *T. trachurus* de un individuo de 13.2 cm de longitud total, capturado en el comienzo de la primavera (marzo de 2015) en la Sub-división IXa Norte. El círculo rojo abierto es un falso anillo (radio 1.7 mm) y el punto rojo es el primer anillo de invierno (radio 2.6 mm).

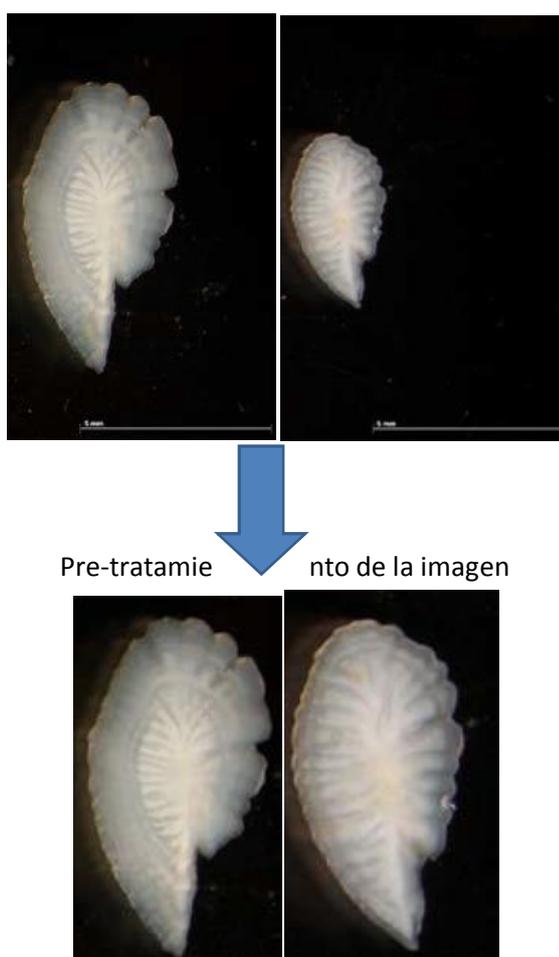
Después del segundo anillo de invierno, el patrón de deposición del anillo de invierno (translucido - en negro) es regular, con una reducción de su distancia (Figura 9).



**Figura 9.** Otolito entero (izquierda) y otolito seccionado (derecha) de un ejemplar de *T. trachurus* de 28.6 cm de talla y 6 años de edad, capturado en la primavera (22/04/2014) en la Sub-división VIIIc Oeste del ICES. Los puntos rojos representan los verdaderos anillos de invierno.

### 3.3. PAUTAS IMPORTANTES A SEGUIR EN LA INTERPRETACIÓN DE LA EDAD

- Preferencia de fFuente de luz: preferiblemente luz reflejada y el fondo negro, en particular cuando se utilizan imágenes.
- Aumentos: se recomienda el mismo aumento para comparar el tamaño de los anillos de crecimiento entre algunos otolitos porque las anchuras de las zonas de crecimiento anual consecutivas deben disminuir con la edad. Tener cuidado con los aumentos al utilizar el microscopio estereoscópico, ya que un aumento alto puede causar sobreestimación de la edad, dando error entre anillos falsos y anillos verdaderos. Para identificar muchos anillos en el borde de los peces de mayor edad, es posible hacer un zoom sólo en el área del borde.
- Características de las imágenes: se recomienda utilizar solo imágenes calibradas (con barra de calibración) ya que los pre-tratamientos de imágenes podrían inducir a sesgo debido a los diferentes tamaños de los otolitos (Figura 10), y así poder interpretar la sección del otolito o el otolito entero y seguir el anillo alrededor de todo el otolito (sólo para los cuatro primeros anillos anuales) o el anillo anual de cada lado del *sulcus*. Los dos otolitos deberían estar siempre presentes en la imagen. Por otra parte, el área de interpretación de los otolitos debe estar limpia y sin problemas debido a la preparación (burbujas en la resina).

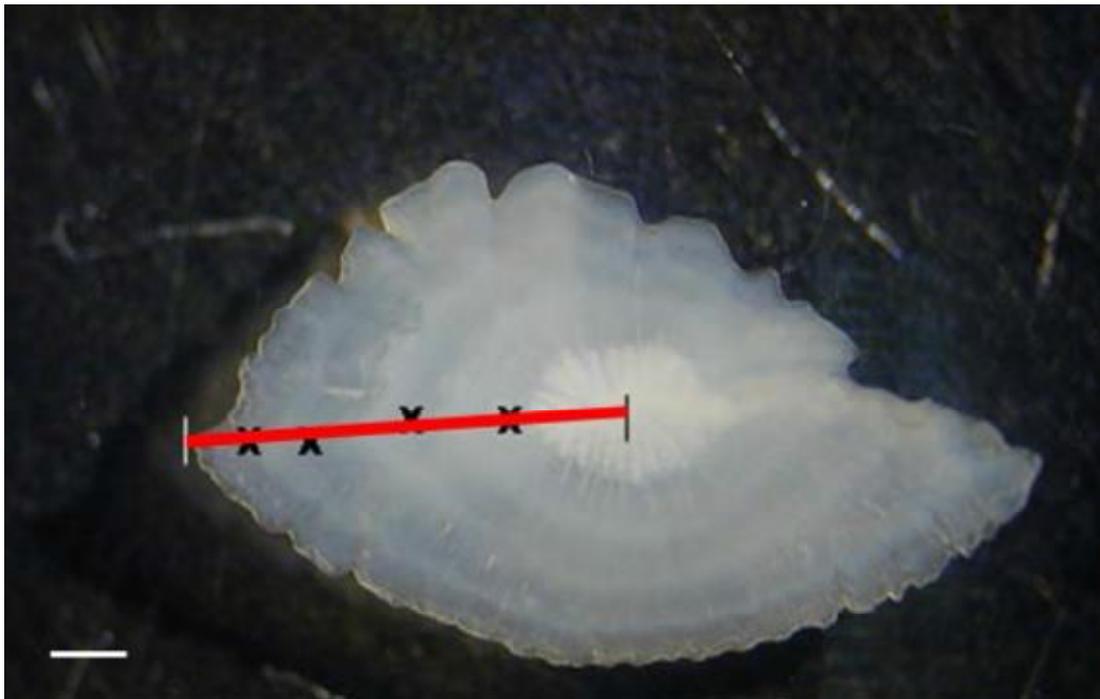


**Figura 10.** Ejemplo de los pre-tratamientos de imágenes que podría inducir sesgo debido a diferentes tamaños de los otolitos.

- Es posible seguir los primeros cuatro anillos de crecimiento en los otolitos enteros alrededor del núcleo. En otolitos seccionados, es posible seguirlos a cada lado del *sulcus*.
- El tamaño del otolito, la distancia al anillo, el radio, etc son datos relevantes para la interpretación de los otolitos de los peces de una misma muestra, que podrían estar disponibles en caso de duda en la asignación de la edad del pez.

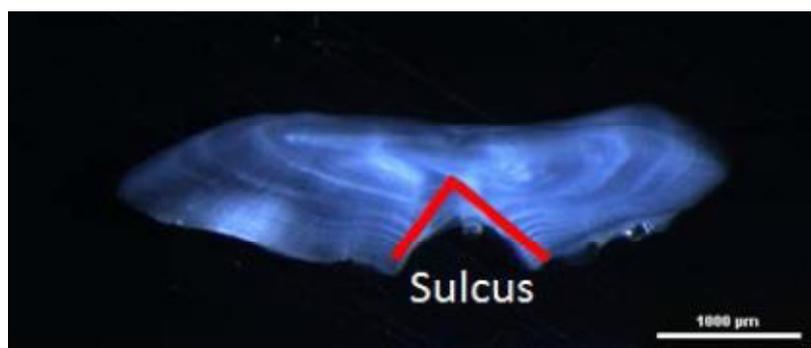
### 3.4. OBSERVACIÓN DE LOS OTOLITOS ENTEROS Y DE LOS OTOLITOS SECCIONADOS

Los otolitos enteros se analizan bajo una lupa binocular con luz reflejada sobre un fondo negro. La mejor orientación para el análisis es la superficie distal con el *sulcus* hacia abajo (Figura 11). De esta manera los anillos oscuros se pueden contar en la zona posterior del otolito (*post-rostrum*) como anillos de crecimiento translúcidos. La zona del *rostrum* se utiliza como el área de confirmación.



**Figura 11.** Otolito entero de *Trachurus trachurus* con el eje principal de lectura (línea roja).

Las secciones de los otolitos se analizan también utilizando una lupa binocular. La mejor orientación de los otolitos para el análisis es la zona central a lo largo de cada lado del *sulcus* (Figura 12) hacia abajo. De esta manera los anillos oscuros se pueden contar como anillos de crecimiento translúcidos.



**Figura 12.** Sección del otolito de *Trachurus trachurus* con los principales ejes de lectura a lo largo de cada lado de sulcus (línea roja).

#### 4. Control de calidad de las lecturas de edad

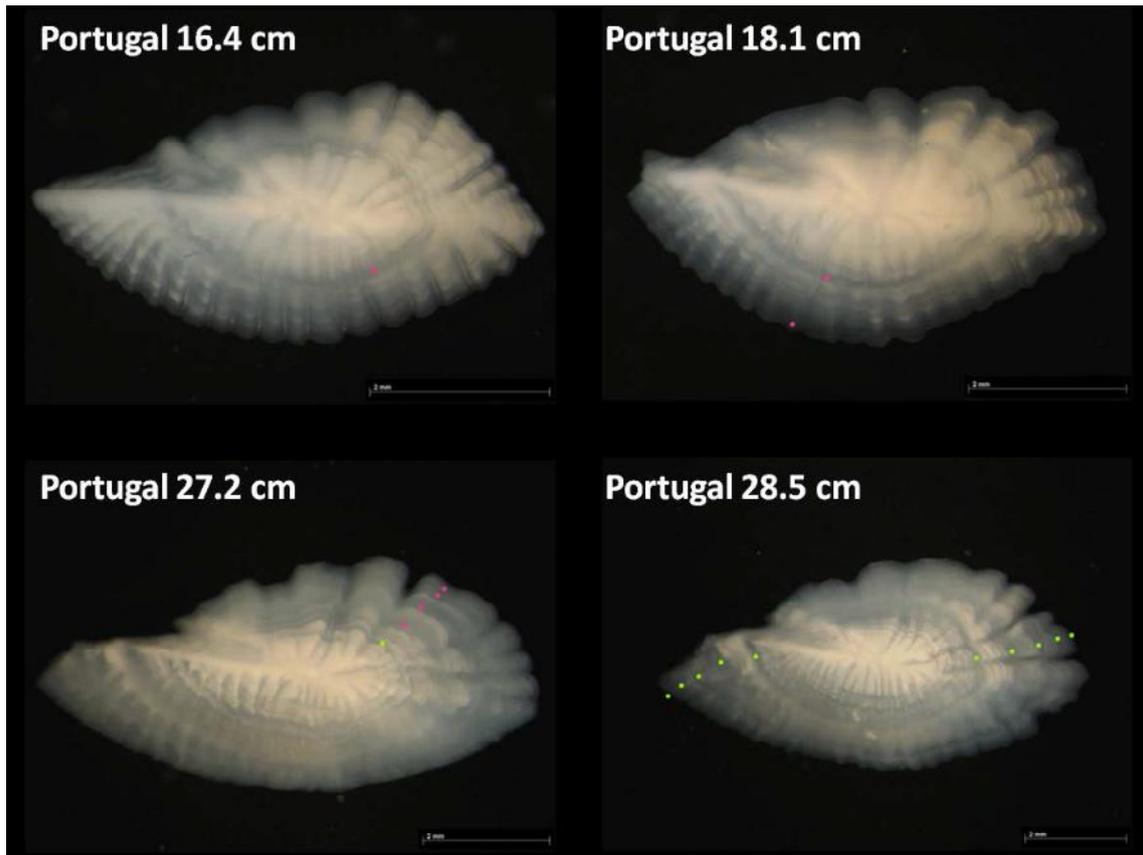
La interpretación y conteo de los anillos de crecimiento (lectura de edad) en cada otolito se realiza dos veces, en ocasiones separadas. Las lecturas para un otolito dado se aceptan sólo si resultan coincidentes en las dos ocasiones. Si existen discrepancias entre las dos lecturas se realiza una tercera. Otolitos difíciles de interpretar se descartan.

Además de la edad estimada, también se asigna una calidad (o credibilidad) de la interpretación de la edad, de acuerdo al “3 point grading system” recomendado en WKNARC (ICES, 2011 y 2013). Se distinguen 3 posibles resultados de calidad de la interpretación (AQ):

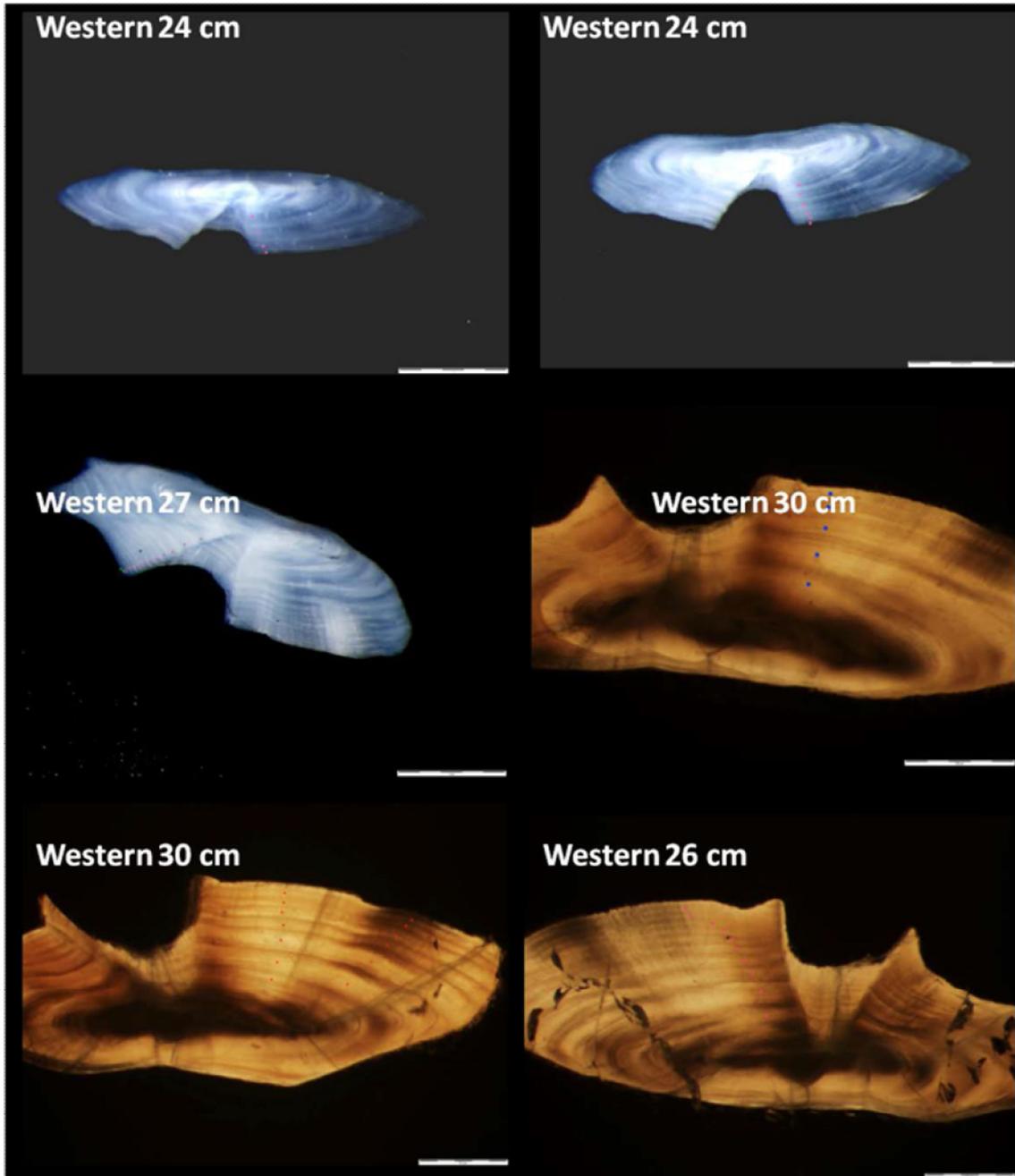
- AQ1. **Otolitos fáciles de leer**, cuya interpretación no resulta dudosa en una primera lectura. La edad estimada se considera como la edad final del individuo;
- AQ2. **Otolitos difíciles de leer**, cuya interpretación resulta dudosa en una 1ª lectura y que hay examinarlos nuevamente. Si la edad estimada en la 2ª lectura es la misma que en la 1ª, se asigna dicha edad como edad final del individuo. Si persisten las dudas entre las dos edades, se lee una 3ª vez, asignándose la edad más frecuente de las tres o bien dejándose la edad con dos valores (ej. 5/4). De cara a la elaboración de las claves talla-edad, estos otolitos cuya interpretación presenta dudas entre dos edades, se asigna como perteneciente a la edad que presente una cierta mayor confianza (que es el valor situado en primer lugar de los dos, ej. 5 para la edad 5/4);
- AQ3. **Otolitos cuya interpretación es prácticamente imposible** o muy dificultosa, con dudas entre 3 edades o más. Esos otolitos son excluidos de análisis posteriores.

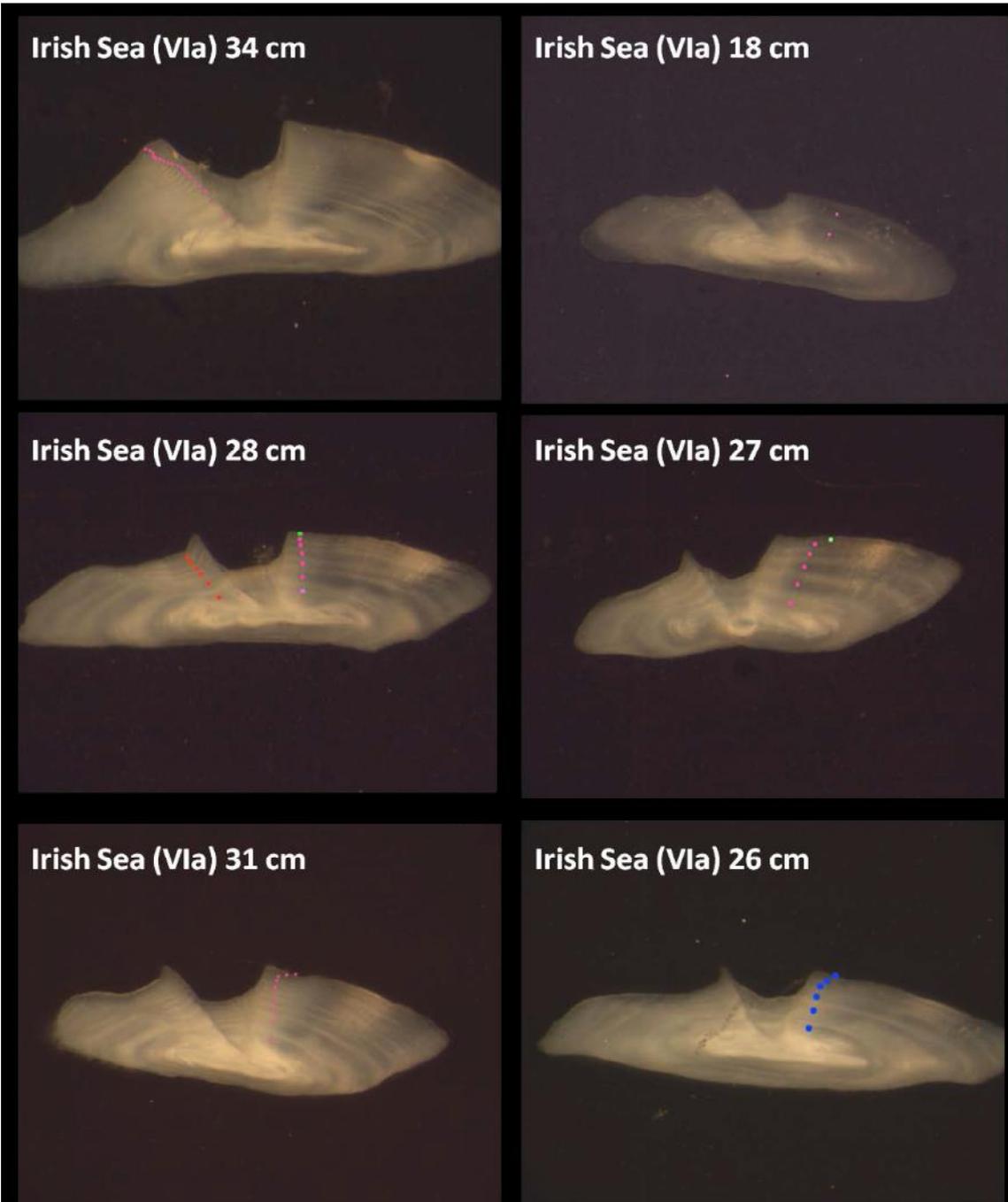
## 5. Colección de otolitos de referencia (ICES WKARHOM2)

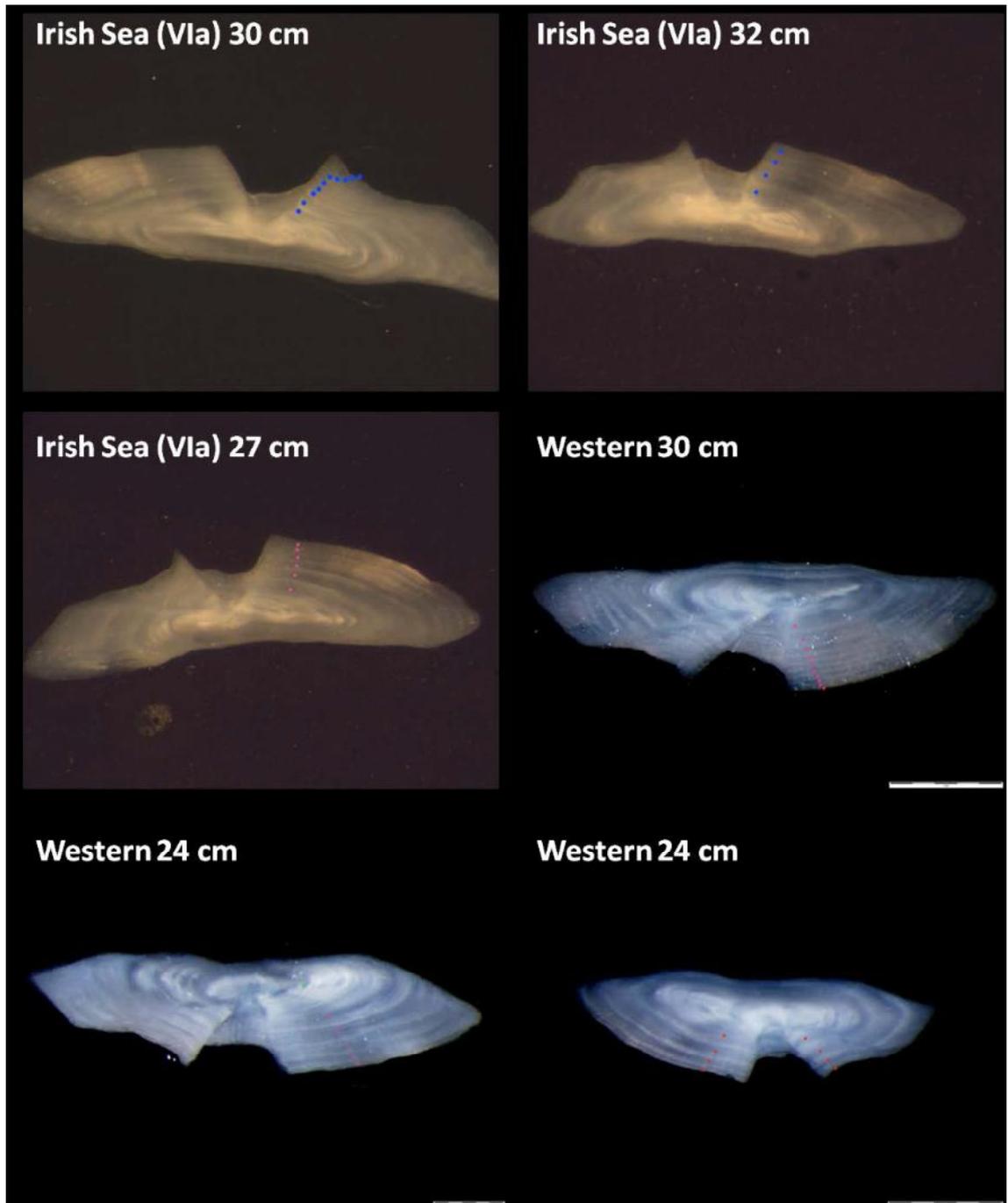
### 5.1 OTOLITOS ENTEROS



5.2 SECCIONES DE OTOLITOS







## 6. Referencias

Abaunza P., Gordo L., Karlou-Riga C., Murta A., Eltink A.T.G.W., García Santamaría M.T., Zimmermann C., Hammer C., Lucio P., Iversen S.A., Molloy J., and Gallo, E. 2003. Growth and reproduction of horse mackerel, *Trachurus trachurus* (Carangidae). *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 13(1): 27-61.

- Fariña Perez, A. C. 1983. Age and growth of the Galician shelf horse mackerel (*Trachurus trachurus* L). ICES C.M. 1983/ G:26 pp (mimeo).
- ICES 1999. Report of the Horse Mackerel Otolith Workshop, Lowestoft, UK, 15-19 January 1999, ICES CM 1999/G:16, 86p.
- ICES, 2012. Workshop on Age Reading of horse mackerel, Mediterranean horse mackerel and blue jack mackerel (WKRHOM). ICES CM 2012/ACOM.
- ICES, 2015. Report of the Workshop on Age reading of Horse Mackerel, Mediterranean Horse Mackerel and Blue Jack Mackerel (*Trachurus trachurus*, *T. mediterraneus* and *T. picturatus*) (WKRHOM2). 26–30 October 2015 Santa Cruz de Tenerife, Canary Islands, Spain. ICES SSGIEOM COMMITTEE, SSGIEOM:14.
- Kerstan, M. and Waldron, M.E. 1995. Age validation in Horse Mackerel (*Trachurus trachurus*) otoliths from the NE and SE Atlantic Ocean. ICES CM 1995/H:23.
- Lucio, P. and Arteche, I. 1990. Proceedings in preparation and reading of *Trachurus trachurus* otoliths. Working Document for ICES Workshop on the horse mackerel otolith reading. Lisbon, 21-27 November 1990.
- Panfili, J., de Pontual, H., Troadec, H. and Wright, P.J. 2002. Manual of Fish Sclerochronology. IFREMER-IRD co-edition, Brest. 464 pp.
- Pipe, R.K. and Walker, P. (1987) The effect of temperature on development and hatching of scad, *Trachurus trachurus* L., eggs. J. Fish Biol. 31, 675–682.
- Smith-Vaniz, W.F. 1986. Carangidae. In Fish of the Northeastern Atlantic and the Mediterranean Volume II (Whitehead, P. J. P., Bauchot, M.-L., Hureau, J.-C., Neilsen, J., and Tortonese, E., eds.) UNESCO, Paris, 815–844.
- Villamor, B., Landa, J., Antolínez, A., Barrado, J., Dueñas, C., Hernández, C., Meijide, M., Navarro, M.R., Riveiro, I. 2015. Age determination procedures for pelagic and benthic species from ICES area in Spanish Institute of Oceanography (IEO). IEO internal Document. Repositorio IEO <http://hdl.handle.net/10508/9095>
- Villamor, B., Landa, J., Antolinez, A., Barrado, J., Dueñas, C., Hernandez, C., Meijide, M., Navarro, M.R., Riveiro, I. 2016. Manual de Determinación de la edad de especies pelágicas y bentónicas del área del ICES. Documento Interno del IEO. Repositorio IEO
- Waldron, M.E. and Kerstan, M. 2001. Age validation in horse mackerel (*Trachurus trachurus*) otoliths. ICES J. Mar. Sci. 58, 806–813.