

Criterios para la determinación de la edad del Jurel blanco (*Trachurus mediterraneus*)



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

(Proyecto BIOPEL), Junio 2020



Version 2, año 2020 (Actualización del 2016)

Formato recomendado con fines de citación:

Villamor, B., López, E., Dueñas-Liaño, C., Antolinez, A., Hernández, C. 2020. Criterios de Interpretación de la Edad en los Otolitos del Jurel blanco (*Trachurus mediterraneus*) del Atlántico Nordeste. Instituto Español de Oceanografía, Proyecto BIOPEL. Versión 2, año 2020 (actualización del año 2016). Santander, Junio 2020. Repositorio del IEO. <http://hdl.handle.net/10508/10177>

Contenido

1. Introducción	5
2. Breves notas biológicas	5
3. Protocolo de lectura de edad (ICES WKARHOM 2015 y 2018).....	6
3.1 Almacenamiento y Preparación de los otolitos	6
3.2 Observación de los otolitos y eje de lectura	8
3.3 Criterios para la determinación de la edad anual	9
3.4 Diagrama de interpretación de los otolitos	10
3.5 Dificultades de interpretación.....	11
3.5.1 Anillos falsos y crecimiento	12
4. Control de calidad de las lecturas de edad	16
5. Colección de otolitos de referencia (ICES WKARHOM2, 2015).....	17
5.1 Otolitos enteros.....	17
6. Referencias	18

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 blanco (*Trachurus mediterraneus*, 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 en un manual publicado tanto en inglés como en castellano (Villamor et al., 2015; 2016). Este manual, 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 blanco del Atlántico Nordeste. Este manual tiene como finalidad servir de referencia para los lectores de edad del jurel blanco 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 blanco, 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 es la actualización (versión 2) del descrito por Villamor et al. (2016) y se basa en los últimos intercambios, talleres y publicaciones sobre la determinación de la edad del jurel blanco (ICES, 1999; 2012; 2015; 2018). 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 más, como la forma del cuerpo, número de branquias, etc.

El jurel blanco (*Trachurus mediterraneus*) es una especie pelágica de tamaño medio. Es un pez migratorio en grandes bancos. Hay muy pocos estudios de jurel blanco en el Golfo de Vizcaya. Solamente hay un estudio sobre biología (principalmente crecimiento y reproducción) realizado por Lucio en 1996. Basado en este estudio, la máxima actividad reproductora de esta especie se encuentra entre el final de la primavera y el verano, de junio a agosto, y julio probablemente sea el mes de máxima puesta. La estación de puesta del jurel blanco tiene

lugar más tarde (aproximadamente 2 meses) que la del jurel negro. Los machos maduran antes que las hembras, los machos a los 28 cm y las hembras a los 30 cm.

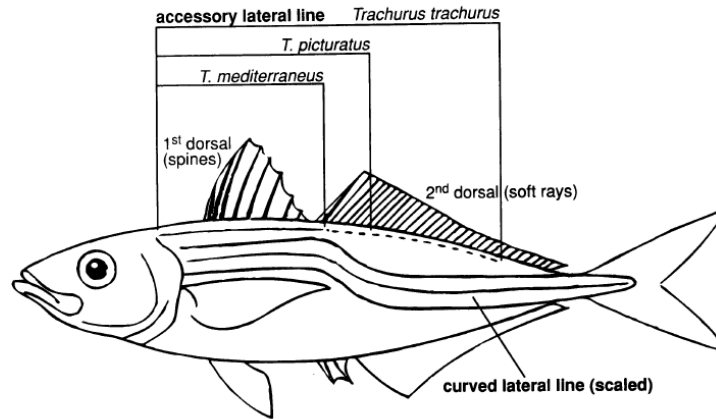


Figura 1. Principales características para diferenciar las tres especies del Atlántico Norte del género *Trachurus* (ICES, 1999)

El jurel blanco es relativamente longevo (>25 años). El primer año alcanza los 17 cm de media, el segundo año 23 cm y a los 6 años tienen una talla media de alrededor de 40 cm.

El borde hialino del otolito aparece dominante en julio-agosto (época de puesta) en peces adultos (4 años de edad y más viejos). En peces jóvenes (1 año de edad) el borde hialino se encuentra dominante en invierno (febrero-marzo).

3. Protocolo de lectura de edad (ICES WKARHOM 2015 y 2018)

3.1 ALMACENAMIENTO Y PREPARACIÓN DE LOS OTOLITOS

Almacenamiento: Después de su extracción, los otolitos son limpiados para retirar los posibles restos orgánicos y una vez secos guardados en microtubos.

Preparación: Los otolitos del jurel blanco son muy gruesos e impiden una correcta observación de sus características estructurales, por lo que es necesario para ello realizar una preparación previa adecuada.

Los otolitos se sumergen en agua de mar para analizarlos. Por lo general, los otolitos de *T. mediterraneus* necesitan la **fase de clarificación con hidratación antes de la interpretación de la edad**. El tiempo de permanencia de la hidratación, depende del tamaño de los otolitos y de cada laboratorio (de 3 a 24 horas).

Para incrementar el contraste entre la zona oscura translúcida y la zona opaca, **los otolitos pueden ser quemados** en un horno un mínimo de 24 horas a 190-200°C, dependiendo de la talla del ejemplar para conseguir mejorar la visibilidad de la alternancia en los anillos de crecimiento.

También 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.

En el IEO en el laboratorio de Vigo se sigue el siguiente proceso:

Los otolitos **menores de 27 cm se leen enteros** directamente, ambos, sumergidos en agua de mar bajo un microscopio binocular con luz reflejada y sobre un fondo negro.

Los otolitos **iguales o mayores a 27cm son quemados** en una mufla a 190-200°C durante 24 horas y después hidratados para su lectura. En una primera lectura se introducen en agua de mar dejándolos un mínimo de 4-6 horas hidratándose en ese medio, pero en una segunda lectura los otolitos son sumergidos en agua destilada siguiendo el mismo tiempo de hidratación, para lograr la mejor alternancia de los anillos de crecimiento (Figura 2).

También, cuando es posible, en los ejemplares mayores de 26 cm se realizan **cortes de los otolitos** y así poder comparar las lecturas con las del otolito entero.



Figura 2. Otolitos de *Trachurus mediterraneus* quemados al horno. Autor de las fotos Eduardo López Díaz.

3.2 OBSERVACIÓN DE LOS OTOLITOS Y EJE DE LECTURA

Observación: Los otolitos se introducen en agua de mar y se examinan con una lupa binocular con luz reflejada sobre un fondo negro. 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.

Los otolitos enteros se analizan bajo una lupa binocular con luz reflejada sobre un fondo negro. La mejor orientación para el análisis es en la superficie distal con el *sulcus acusticus* hacia abajo (Figura 3). De esta manera los anillos oscuros se pueden contar en la zona posterior del otolito (*post-rostrum*) como anillos de crecimiento translúcidos. La zona opaca (blanco- crecimiento rápido) más el anillo hialino se considera como un incremento anual (anillo anual). La zona del *rostrum* se utiliza como el área de confirmación.

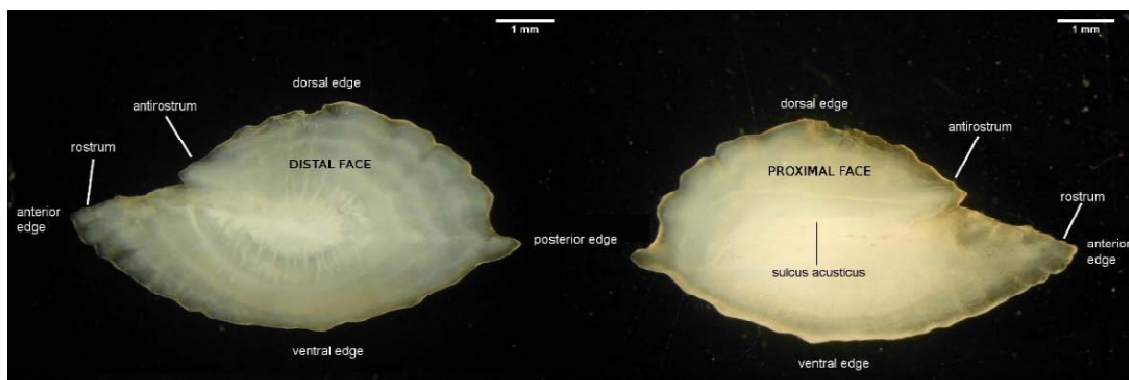


Figura 3. Cara proximal y distal del otolito del *T. mediterraneus*

La distancia desde el núcleo a cada anillo se mide en la zona posterior (*post-rostrum*) a lo largo de un eje desde el núcleo hasta el borde posterior de la cara distal (Figura 4).

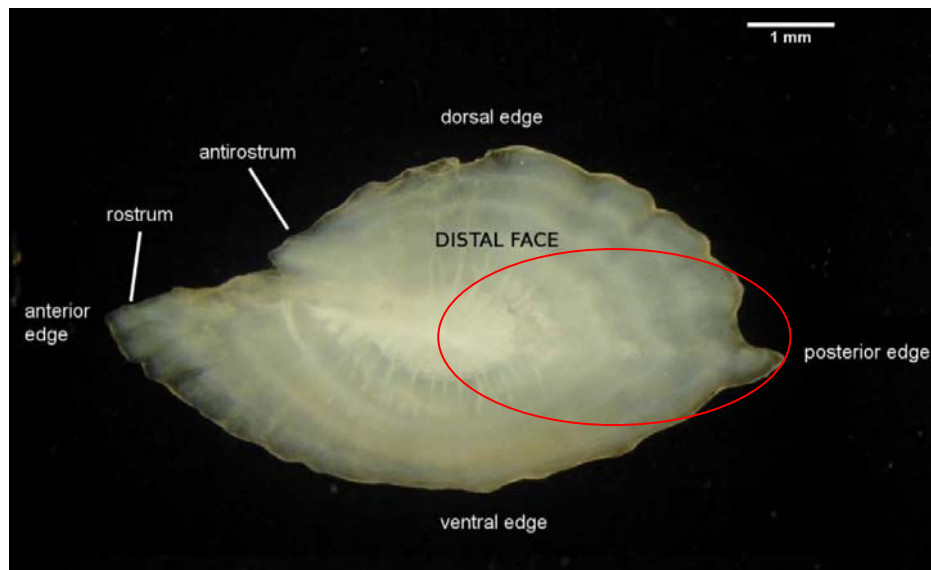


Figure 4. Área del post-rostrum donde se mide la distancia desde el núcleo hasta cada anillo.

3.3 CRITERIOS PARA LA DETERMINACIÓN DE LA EDAD ANUAL

Se siguen los recomendados en ICES (2015 y 2018):

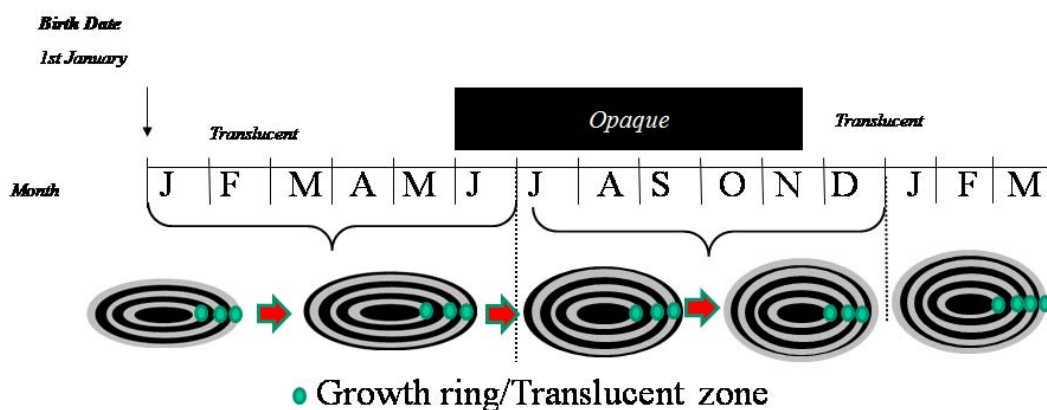
- La fecha del cumpleaños se considera el **1 de enero** para el **área del Atlántico**.
- Se asume que esta especie forma **cada año una zona hialina y una zona opaca**. La formación de las dos zonas tiene lugar durante un año.
- Un **anillo hialino verdadero se debe seguir en todo el otolito**, tanto en el otolito entero como en el otolito cortado.
- Un anillo hialino verdadero 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 (para mayor aclaración **ver diagrama de interpretación de los otolitos**): 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 aplicable? para peces viejos que a menudo no han depositado la zona translúcida antes del 1º trimestre.
- Cuando los otolitos tienen el **borde translúcido o hialino**, se interpreta de la siguiente manera (para mayor aclaración **ver diagrama de interpretación de los otolitos**): 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 del año no se cuenta el borde translúcido como crecimiento del año.

3.4 DIAGRAMA DE INTERPRETACIÓN DE LOS OTOLITOS

La fecha de cumpleaños se considera por convención internacional el **1 de enero para el jurel blanco de las áreas del Atlántico**, y sin embargo se ha fijado el cumpleaños en el **1 de julio para las áreas del Mediterráneo** (ICES, 2015), de acuerdo con el período de desove (Vietti et al., 1997; Karlou-Riga et al., 2000).

La Figura 5 muestra la interpretación esquemática del desarrollo del crecimiento del *Trachurus mediterraneus* 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 que se está desarrollando, no debe ser considerada como un anillo completamente desarrollado hasta el 1 de enero. Si se observa un anillo translucido en el borde del otolito de los ejemplares capturados durante el segundo semestre del año, no se cuenta como anillo anual. Si se observa un anillo translucido en el borde del otolito en el primer semestre del año, el anillo en el borde se considera como el anillo anual formado en el año en curso.

Para las muestras con borde opaco y capturados en la primera parte del año, la edad corresponde al número de los anillos translúcidos, aunque el anillo translucido no esté todavía formado en el borde. Para los ejemplares capturados en la segunda parte del año con el borde opaco, la edad corresponde a los anillos translúcidos (Figura 5).



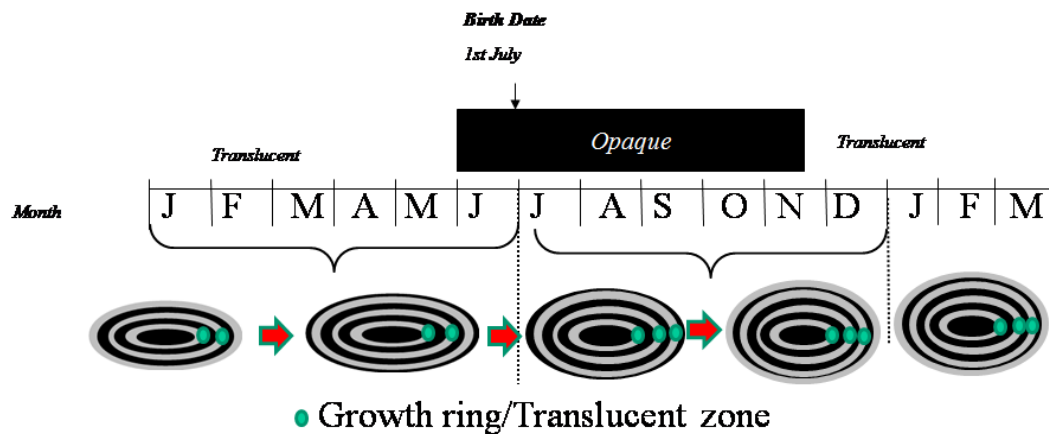
FECHA DE LA CAPTURA	BORDE DEL OTOLITO	EDAD
1 Enero-30 Junio	Translucido	N
	Opaco	N
1 Julio-31 Diciembre	Translucido	N-1
	Opaco	N

Figura 5. Esquema y criterios para la interpretación de la edad de *T. mediterraneus* (Cumpleaños: 1 de Enero). N es el número de anillos translúcidos.

La Figura 6 muestra el diagrama de interpretación en el caso que se tome **el cumpleaños el 1 de julio**. Para aplicar los criterios para la edad de los otolitos que se muestran en la tabla de la Figura 6, hay que tener en cuenta el momento de la formación del anillo (el anillo translucido generalmente se forma durante los meses del invierno y primavera; el área opaca se forma durante los meses de verano y otoño), la fecha de captura, el borde del otolito y el período de desove.

En los ejemplares capturados durante la segunda parte del año, si se observa un anillo translucido en el borde del otolito no se cuenta como anillo anual. De hecho, todavía no está formado el borde opaco, pero ya se ha pasado el cumpleaños. Si se observa un anillo translucido en el borde del otolito en el primer semestre del año, el anillo en el borde no se considera como anillo anual ya que el cumpleaños aún no se ha alcanzado.

Para las muestras capturados en la primera parte del año con el borde opaco, la edad corresponde al número de los anillos translucidos menos 1 (N-1). Para los ejemplares capturados en la segunda parte del año con el borde opaco, la edad corresponde al número de anillos translúcidos. (Figura 6)



FECHA DE LA CAPTURA	BORDE DEL OTOLITO	EDAD
1 Enero-30 Junio	Translucido	N-1
	Opaco	N-1
1 Julio-31 Diciembre	Translucido	N-1
	Opaco	N

Figura 6. Esquema y criterios para la interpretación de la edad de *T. mediterraneus* (Cumpleaños: 1 de Julio). N es el número de anillos translúcidos.

3.5 DIFICULTADES DE INTERPRETACIÓN

De manera similar al *T. trachurus*, la interpretación de la determinación de la edad del *T. mediterraneus* otolitos es difícil, sobre todo para los ejemplares de mayor edad, donde la determinación de la edad es particularmente imprecisa.

Para los otolitos de *T. mediterraneus* existen problemas específicos para asignar también la edad de los especímenes más jóvenes y en especial para interpretar los dos primeros anillos verdaderos (Karlou-Riga, 2000).

Los anillos anuales de los otolitos del jurel blanco son más difíciles de interpretar que los del jurel negro por las siguientes razones (Karlou-Riga, 2000):

- a) Se forma un anillo falso, generalmente identificable en el anti-rostrum, y esto a veces lleva a la confusión de la interpretación del primer anillo.
- b) En general, el área opaca es muy estrecha y no muestra un claro contraste con la translúcida.
- c) Los anillos translúcidos para la misma edad podrían ser zonas de anillo único o múltiple.
- d) Algunos otolitos pueden tener una estructura de anillos múltiples igualmente espaciada.

Karlou-Riga (2000) interpretó que los anillos translúcidos sucesivos eran anillos anuales en función de su formación, a distancias cada vez mayores del núcleo.

3.5.1 ANILLOS FALSOS Y CRECIMIENTO

Como describió Karlou-Riga (2000), algunos anillos falsos se forman antes del primer anillo de invierno. De hecho, los individuos pequeños (5.8 cm) capturados durante los meses de verano y otoño, proceden de la puesta de primavera-verano, presentan un borde translucido (Figura 7). Se trata de un anillo falso probablemente formado cuando los jóvenes cambian de medio ambiente y de dieta.

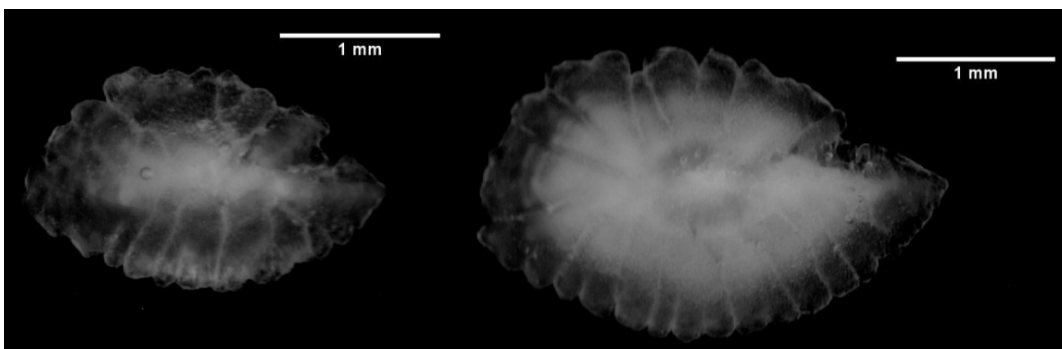


Figura 7. Otolitos de ejemplares pequeños de 5 cm (izquierda) y 7.5 cm (derecha) de longitud total, capturados respectivamente (izquierda) durante el verano (29/07/2011) y (derecha) en otoño (06/10/2011).

Las medidas de estos otolitos (Figura 7) son de alrededor de 2 mm (0.95 mm de radio) y el rastro de este falso anillo, de medidas similares, es visible también en los otolitos de especímenes de mayor edad (Figura 8).

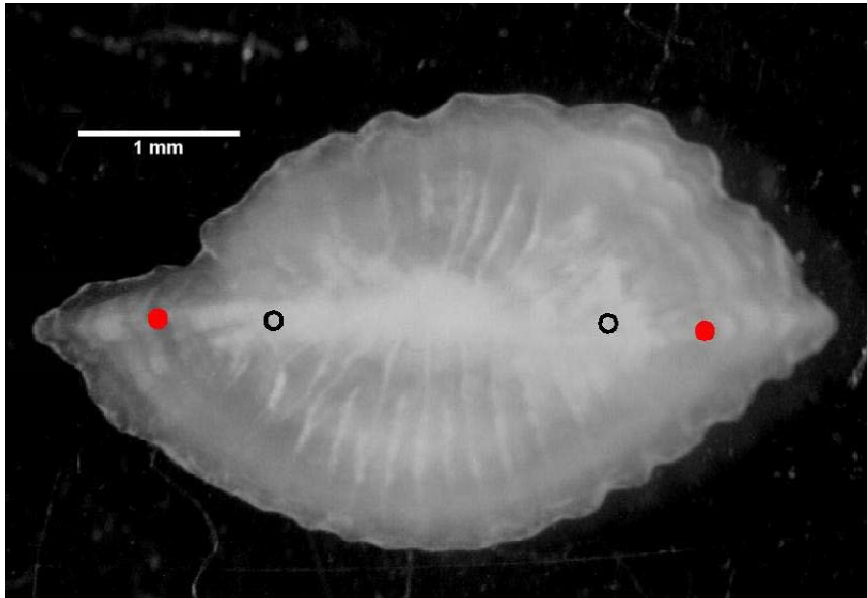


Figura 8. Individuo de *T. mediterraneus* con 14.5 cm de longitud total capturado en el verano (28/07/2011). El círculo negro es un falso anillo y el punto rojo es el primer anillo de invierno.

El verdadero anillo de primer invierno se forma posteriormente, y especímenes con longitud total de alrededor 12-14 cm capturados en invierno y en los primeros meses de primavera presentan en el borde un anillo transparente más evidente que el anterior, con una medida del radio de unos 1.5 mm (medida del otolito entero de alrededor de 3.5 mm) y un falso anillo cerca del borde (Figura 9).

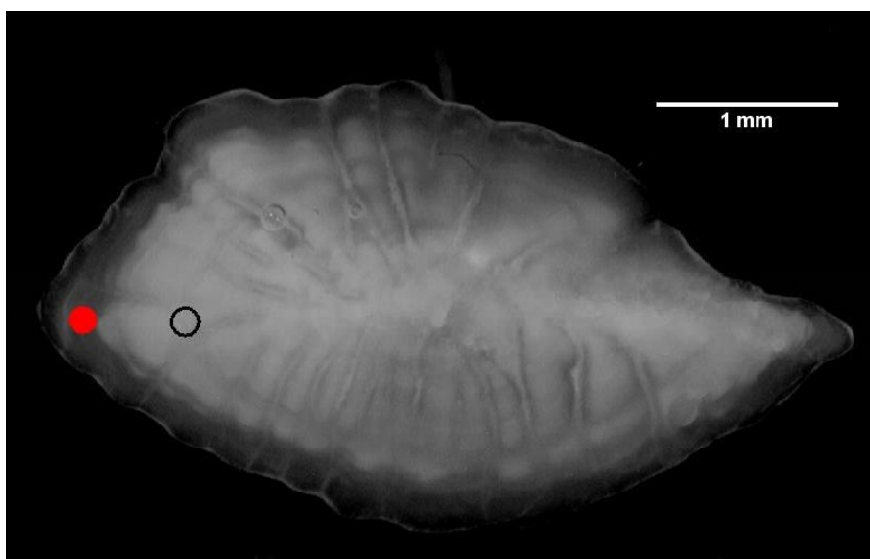


Figura 9. Otolito de *T. mediterraneus* de un individuo de 12,5 cm de longitud total, capturado en el comienzo de la primavera. El círculo negro es un falso anillo y el punto rojo es el primer anillo de invierno.

A veces el primer anillo verdadero no aparece como un solo anillo. De hecho, Karlou-Riga et al. (2000) distinguen cuatro tipos de otolitos en base a la morfología del primer anillo de invierno:

Tipo 1: No se distingue ningún falso anillo alrededor del núcleo. El área opaca claramente delimita el primer anillo anual verdadero.

Tipo 2: La zona opaca alrededor del núcleo está rodeado por un solo falso anillo que se distingue muy bien (Figura 9).

Tipo 3: La zona opaca alrededor del núcleo está rodeado por amplio anillo falso. Este anillo a veces se extiende dentro del *rostrum* (Figura 10)

Tipo 4. El amplio anillo falso esta alrededor del núcleo.

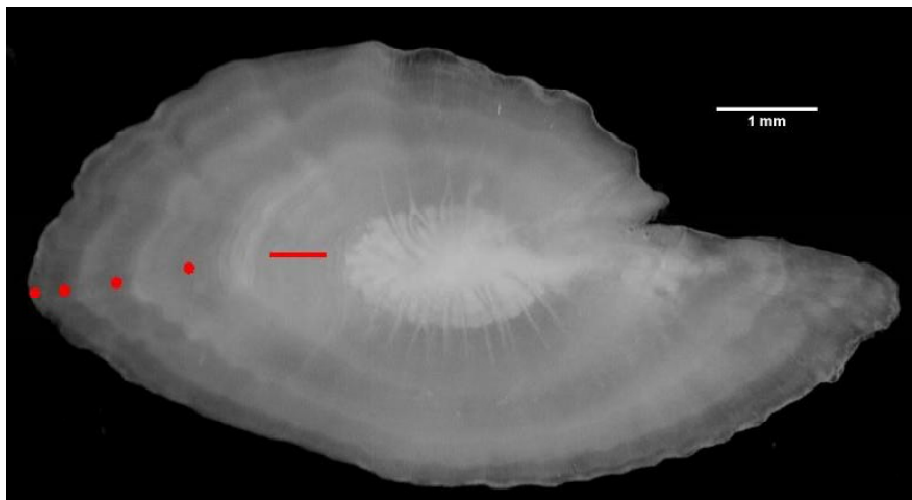


Figura 10. Otolitos (hembra de 29 cm de longitud total capturado en el 15/05/2011) con el primer anillo de invierno como una zona ancha translúcida, ya que los falsos anillos se juntan con el primer anillo verdadero. El punto rojo representa los anillos verdaderos de invierno; la línea roja representa el primer invierno.

Después del primer anillo de invierno, puede formarse otro anillo falso durante el segundo año de vida (Figura 11). Este podría ser la huella de la consecución de la primera madurez. De hecho Vietti et al. (1997) informó para el norte del Adriático la primera madurez a los dos años de edad con 15.6 y 16 cm, como los individuos maduros más pequeños, para macho y hembra respectivamente.

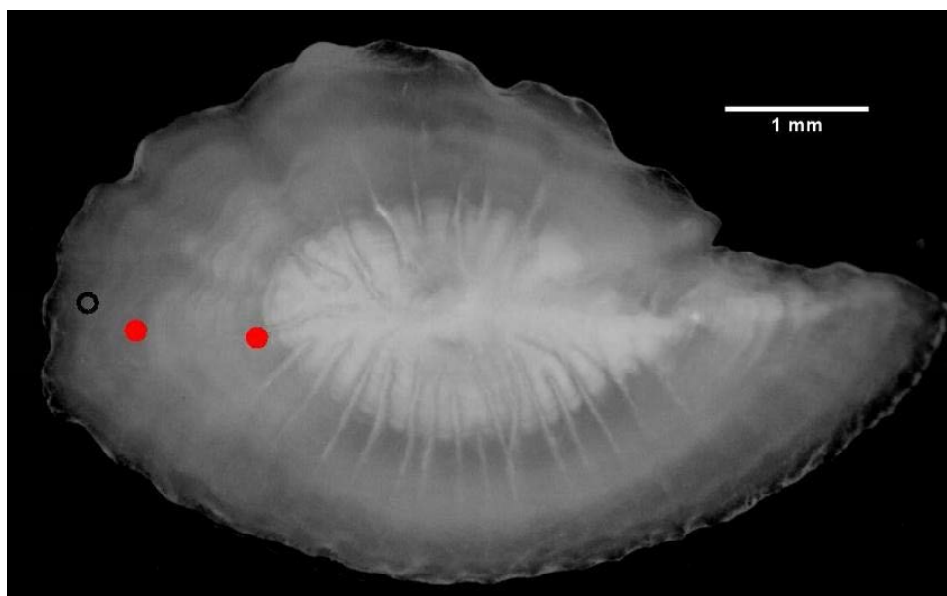


Figura 11. Otolitos de una hembra de 20.5 cm de longitud total y con las gónadas en post-puesta, capturada durante el invierno temprano (15/10/2011). El círculo negro es un falso anillo y el punto rojo el verdadero anillo de invierno.

Después del segundo anillo de invierno, el patrón de deposición del anillo de invierno (translucido) es regular, con una reducción de su distancia (Figura 12).



Figura 12. Otolito de *T. mediterraneus* macho de 35.5 cm capturados en el invierno (24/03/2011). Los círculos negros representan los falsos anillos, mientras que los puntos rojos representan los verdaderos anillos de invierno.

4. Control de calidad de las lecturas de edad

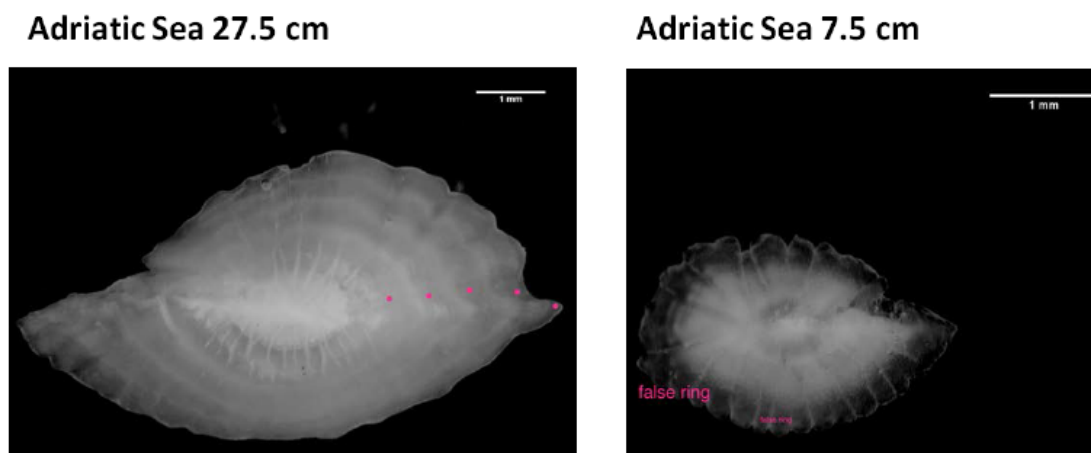
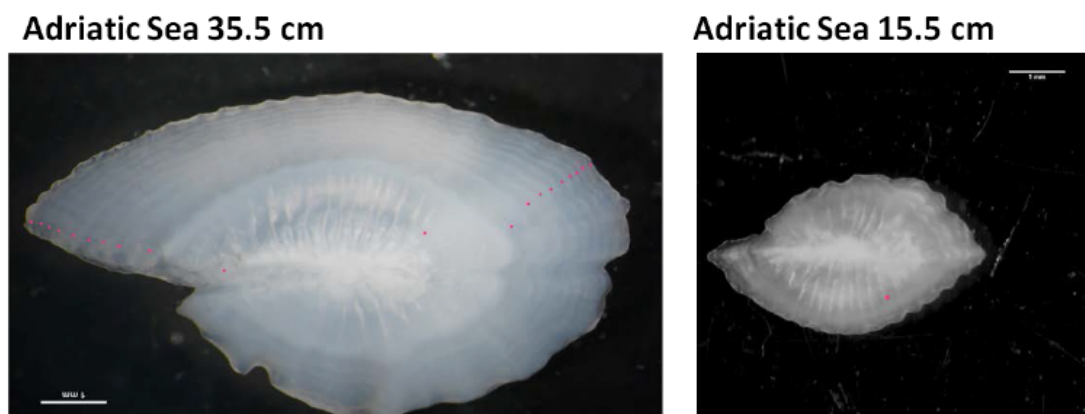
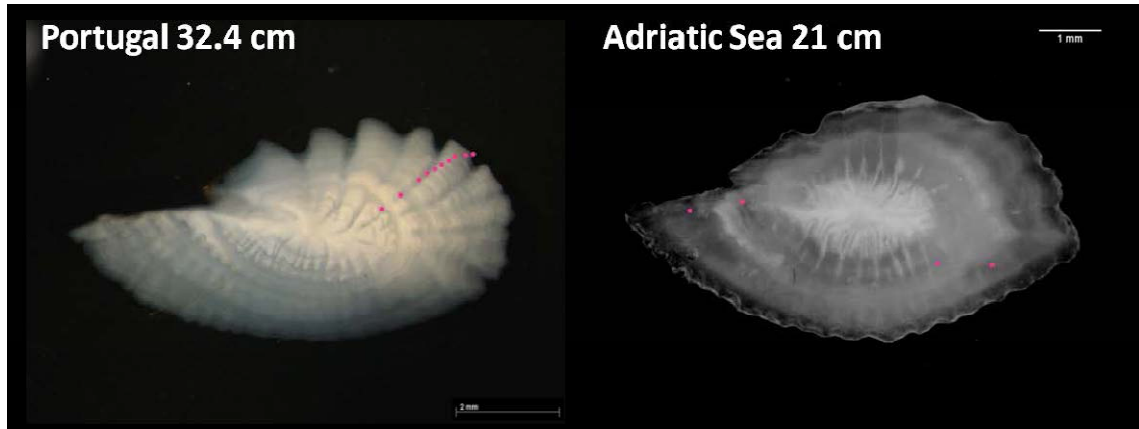
La interpretación y conteo de los anillos de crecimiento (lectura de edad) en cada otolito se realiza dos veces, en ocasiones separadas. Las lecturas para un otolito dado se aceptan sólo si resultan coincidentes en las dos ocasiones. Si existen discrepancias entre las dos lecturas se realiza una tercera. 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, 2015)

5.1 OTOLITOS ENTEROS



6. Referencias

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 (WKARHOM). 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*) (WKARHOM2). 26–30 October 2015 Santa Cruz de Tenerife, Canary Islands, Spain. ICES SSGIEOM COMMITTEE, SSGIEOM:14.

ICES. 2018. Workshop on Age reading of Horse Mackerel, Mediterranean Horse Mackerel and Blue Jack Mackerel (*Trachurus trachurus*, *T. mediterraneus* and *T. picturatus*) (WKARHOM3), 5–9 November 2018. Livorno, Italy. ICES CM 2018/EOSG:28. 186pp.

Karlou-Riga, C. 2000. Otolith morphology and age and growth of *Trachurus mediterraneus* (Steindachner) in the Eastern Mediterranean. Fisheries Research, 46: 69–82.

Lucio, P. 1996. Biological aspects (Growth and Reproduction) of Mediterranean Horse Mackerel (*Trachurus mediterraneus*, Steindachner 1868) in the Bay of Biscay.

Viette, M., Giulianini, P. G., and Ferrero, E. A. 1997. Reproductive biology of scad, *Trachurus mediterraneus* (Teleostei, Carangidae), from the Gulf of Trieste. ICES J Mar Sci, 54: 267–272.