

# Criterios de Interpretación de la Edad en los Otolitos del Lirio o Bacaladilla del Atlántico Nordeste (*Micromesistius poutassou*)



Begoña Villamor, Rosendo Otero, Ana Antolínez, R. Dominguez-Petit,  
Lorena Rodríguez, Carmen Hernández

Proyecto BIOPEL, Junio 2020



*Versión 2, año 2020 (actualización del año 2016)*

Formato recomendado con fines de citación:

Villamor, B., Otero, R., Antolínez, A., Dominguez-Petit, R., Rodríguez, L., Hernández, C. 2020. Criterios de Interpretación de la Edad en los Otolitos del Lirio o Bacaladilla (*Micromesistius poutassou*) del Atlántico Nordeste. Documento Interno del IEO, Proyecto BIOPEL, Versión 2, junio 2020 (actualización del año 2016). Santander, Junio 2020. Repositorio del IEO. <http://hdl.handle.net/10508/10163>

## **Contenido**

1. Introducción .....	5
2. Breves notas biológicas .....	5
3. Revisión de trabajos sobre determinación de la edad e Información adicional de apoyo en la lectura de edad del Lirio (ICES WKBLUE 2013; 2017).....	7
4. Protocolo (WKARBLUE 1, 2013; WKARBLUE2, 2017).....	11
5. Colección de Otolitos de Referencia .....	19
6. Referencias.....	21



## 1. Introducción

La determinación de la edad de los organismos marinos requiere un continuo proceso de revisión y validación 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 lirio o bacaladilla (*Micromesistius poutassou*, Risso 1810). 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 sólo, 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 lirio del Atlántico Nordeste. Este manual tiene como finalidad servir de referencia para los lectores de edad del lirio en los laboratorios del IEO y pretende también ser una guía para el entrenamiento de los nuevos lectores en la determinación de la edad en los otolitos del lirio, para suplementar y complementar el entrenamiento que reciben del lector experto asignado para instruirlos. 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 internacional. Este manual se basa en los últimos intercambios, talleres y publicaciones sobre la determinación de la edad del lirio realizados dentro del ICES (ICES, 2005; 2013; 2017). 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

El lirio o bacaladilla (*Micromesistius poutassou*) es un gadoideo meso-pelágico que se distribuye ampliamente en el Atlántico Norte. En aguas orientales, las concentraciones más altas se encuentran durante la época de puesta a lo largo del borde de la plataforma continental al oeste de las Islas Británicas y en la plataforma del Banco de Rockall, donde se distribuye en grandes bancos a profundidades que oscilan entre 300 y 600 metros, pero también está presente en casi todos los demás áreas del Atlántico Nordeste, entre el mar de Barents y el estrecho de Gibraltar y al oeste del mar de Irminger (Sureste de la Isla de Groenlandia).

Realiza largas migraciones anuales desde las zonas de alimentación a las zonas de puesta (Bailey, 1982). Las rutas de migración de la bacaladilla en el Atlántico Norte se muestran en la Figura 1. La mayor parte del desove tiene lugar entre marzo y abril, a lo largo del borde de la

plataforma al oeste de las Islas Británicas, aunque se sospecha que la puesta pueda extenderse más hacia el sur en años de gran abundancia (Hatun et al., 2009) o incluso se habla de la posible existencia de dos stocks reproductores (Bartsch and Coombs 1997; Skogen et al., 1999). Los juveniles abundan en muchas áreas del Atlántico Nordeste, y se cree que un área importante de cría es el Mar de Noruega, al menos en épocas de gran abundancia. Investigaciones sobre la morfología, fisiología y genética del lirio en el Atlántico Nordeste sugieren la existencia de dos stocks (norte y sur) que se mezclan en mayor o menor grado en el área de puesta al oeste de las Islas Británicas. Sin embargo, a pesar de que el grupo de identificación de stocks del ICES (SIGWG. ICES, 2014) recomienda evaluar los dos stocks por separado, la falta de información sobre las dos unidades de población obliga a seguir evaluando y gestionando el stock como uno solo (ICES, 2019). Debido al gran tamaño de la población, sus considerables capacidades migratorias y su amplia distribución espacial, la composición del stock y la dinámica requieren un monitoreo continuo.

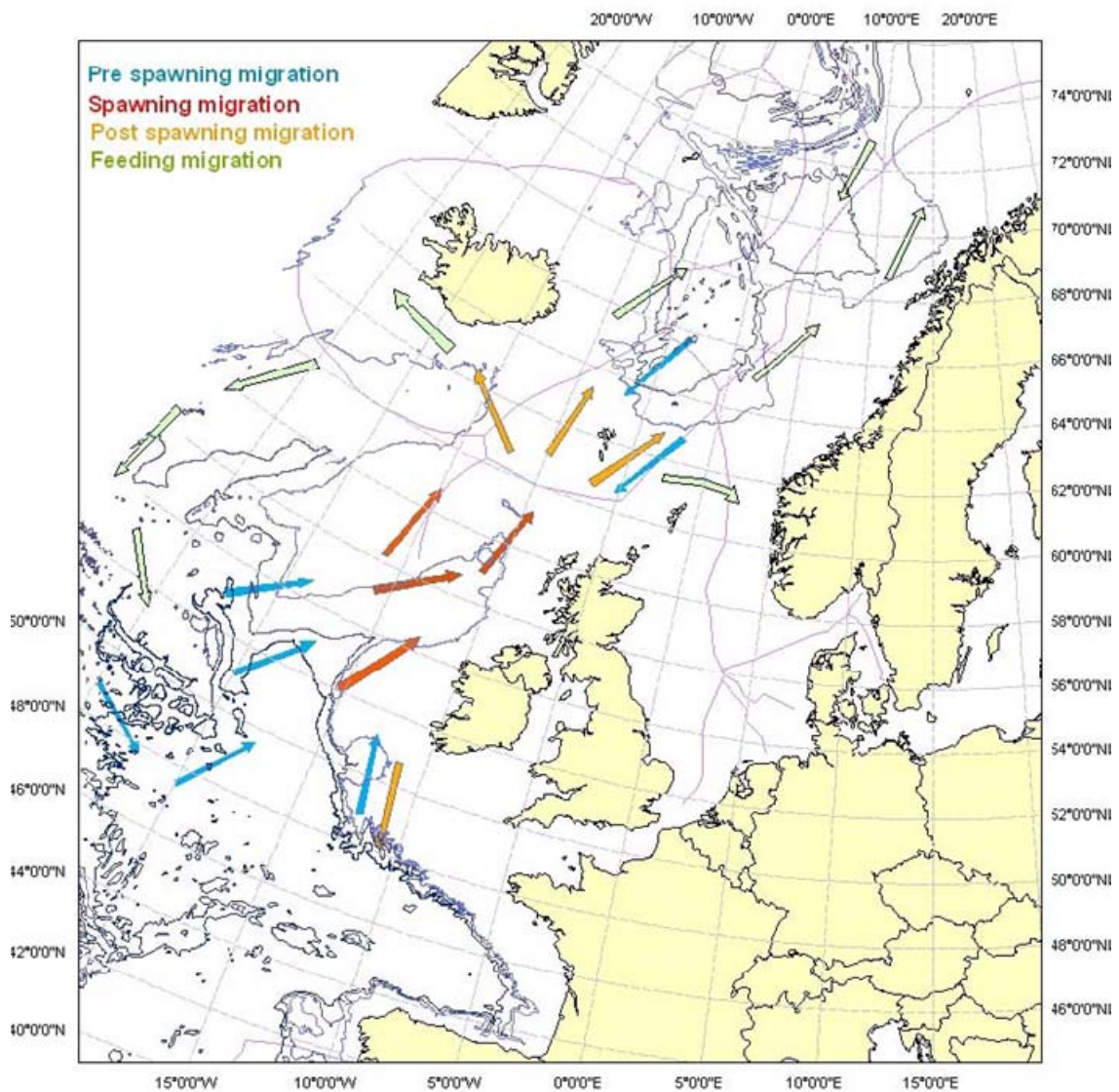


Figura 1. Rutas migratorias de la bacaladilla en el Atlántico Norte (ICES, 2005)

El lirio alcanza hasta 50 cm de longitud, con una talla media de 25-30 cm, es un pez de vida media, que llega a alcanzar los 20 años de edad (Cohen et al., 1990), aunque por lo general el grueso de la población corresponde a individuos de 4-5 años de edad, y los individuos mayores de 10 años de edad son escasos. Alcanza la madurez sexual entre los 1 y 3 años (ICES 2013a). El desove es gradual en la época de puesta, desovando del Sur hacia el Norte. Comienza más temprano en el área Sur (Península Ibérica) en febrero, y el pico de la puesta ocurre un mes más tarde en el norte (Islas Británicas) terminando en abril. Dadas estas fechas de nacimiento (febrero-abril), la formación del anillo del primer invierno se puede producir a partir de octubre y hasta enero del año siguiente.

El lirio es una especie gonocórica (sexos separados) que presenta dimorfismo sexual, creciendo las hembras más rápido que los machos, es decir, a similar longitud, los machos son más jóvenes que las hembras. Por lo tanto, la determinación de la edad se ve influida por el sexo de los individuos y es importante tenerlo en cuenta para la estimación de la edad.

### **3. Revisión de trabajos sobre determinación de la edad e Información adicional de apoyo en la lectura de edad del Lirio (ICES WKBLUE 2013; 2017)**

La interpretación de los otolitos del lirio es generalmente difícil. Incluso en los anillos de los otolitos bien marcados, hay decisiones subjetivas, que son altamente dependientes de la experiencia de cada lector.

Esto se puede observar en la serie de intercambios y talleres. Durante los talleres el acuerdo entre lectores aumenta, pero esto no se mantiene en el tiempo, ya que cuando se repite el intercambio un tiempo después, las discordancias entre lectores vuelven a ser altas. Esto se debe al grado de subjetividad de las lecturas y a la incorporación de nuevos lectores. Por todo ello, es importante llevar a cabo intercambios y talleres con regularidad, así como establecer una "Colección de Referencia".

Algunos estudios se han centrado en el **análisis del primer anillo visible en el otolito del lirio, que puede ser un anillo anual verdadero o un anillo falso** que puede formarse en la banda invernal del anillo (zona de Bailey; Bailey, 1970). El **anillo llamado de zona de Bailey** fue identificado por Roger Bailey (Bailey, RS 1970) en lirios pequeños, capturados con redes de arrastre de malla fina en junio de 1967. Bailey encontró dos grupos modales de tamaño, uno de ellos alrededor de 8.9 cm y el otro 13 a 15 cm sin los anillos de crecimiento de invierno claramente definidos en los otolitos. Sin embargo, consideró que era poco probable alcanzar una longitud de 13-15 cm a finales de junio en estas áreas, por lo que propone que, mientras que el grupo de menor tamaño puede haber sido generado ese año, los más grandes eran más propensos a ser de 1 año de edad. También encontró que la mayoría de los otolitos del segundo grupo modal (13-15 cm) mostraban un anillo muy confuso cuando se ve en la sección

transversal y esto podía ser un check (anillo falso) de crecimiento del primer invierno débilmente desarrollado. Esa zona se llamó a partir de entonces la zona de Bailey.

Jakupsstovu (1979) sugirió que esta zona puede estar asociada con un cambio de hábitat o profundidad; en este caso, sería equivalente a la "Zona Bowers" que se encuentra en otolitos del merlán (Gambell y Messtorff, 1964). Esta primera zona se forma cuando los peces son de 4-10 cm de longitud. Bailey (1982) llega a la conclusión de que es difícil explicar cómo el grupo de edad más joven de bacaladilla podría haber pasado totalmente inadvertido durante su primer invierno y la primavera, sobre todo si se tiene en cuenta su abundancia. Por lo tanto, la interpretación de Jakupsstovu parece más creíble, y por coherencia es probable que sea mejor seguir la interpretación de Jakupsstovu (1979) en el que la edad está dada por el número de anillos de invierno en el otolito.

Gjosaeter et al. (1979) contó y midió **anillos diarios** con el fin de validar la formación anual del primer anillo del otolito de lirio y estableció la relación entre el crecimiento de los otolitos y el crecimiento de los peces en el primer año de vida. En base a estudios sobre otras especies de peces de zonas templadas y al número de anillos contados confirmaron que las primeras zonas de crecimiento en otolitos (anillos primarios) se forman todos los días, y llegaron a la conclusión de que **la bacaladilla puede alcanzar un tamaño de 20-25 cm en el primer año de vida**. En este trabajo observaron que hay otolitos que presentan una zona hialina formada en otoño (zona de Bowers) que no corresponde con la banda de invierno, por eso algunos individuos menores de un año pueden presentar más de una zona hialina. A partir del conteo del número de anillos diarios establecieron la fecha de nacimiento de los ejemplares y llegaron a la conclusión de que el tiempo de eclosión se extendía sobre gran parte del año (noviembre a agosto del año siguiente), aunque no pudieron explicar si se debía a la existencia de diferentes componentes del stock reproductor.

Hasta el día de hoy, solo existe un **estudio de validación** de los criterios de la edad del lirio publicado por Hanchet and Uozumi (1996) en el lirio de aguas de Nueva Zelanda, donde valida la determinación de la edad de los juveniles aplicando frecuencias de tallas y de la edad de los adultos hasta los 10 años aplicando seguimientos de cohortes fuertes. En aguas del Atlántico, en los últimos dos años se ha realizado un estudio utilizando los otolitos de lirio de la costa portuguesa para determinar el tamaño del primer anillo en los otolitos (Dores and Gonçalves, 2017; ICES, 2017). Los resultados mostraron una mayor correlación de la edad modal con el grosor del otolito y la longitud del otolito y que el tamaño del primer anillo en los otolitos de la costa portuguesa (componente sur) era de entre 8.5 y 11 mm, diferente al tamaño descrito en la literatura basada en otolitos de lirio recogidos en las áreas del norte (8.3 – 9.3 mm). Esta diferencia podría deberse a diferencias en las tasas de crecimiento entre los individuos del norte y el sur o a una identificación incorrecta del primer anillo, ya que en la zona primaria de crecimiento (cerca del núcleo del otolito) suelen aparecer anillos falsos que podrían confundirse con anillos anuales. También se ha realizado un análisis de incrementos marginales utilizando los otolitos del taller WKARBLUE2 2017 (Elleboode and Chantre, 2017) para comparar los patrones de crecimiento del otolito del lirio entre grandes áreas (componentes del Mediterráneo, Norte y Sur), pero no se obtuvieron resultados claros, por lo que se repetirá el mismo estudio con una muestra mayor en el próximo intercambio de 2020.



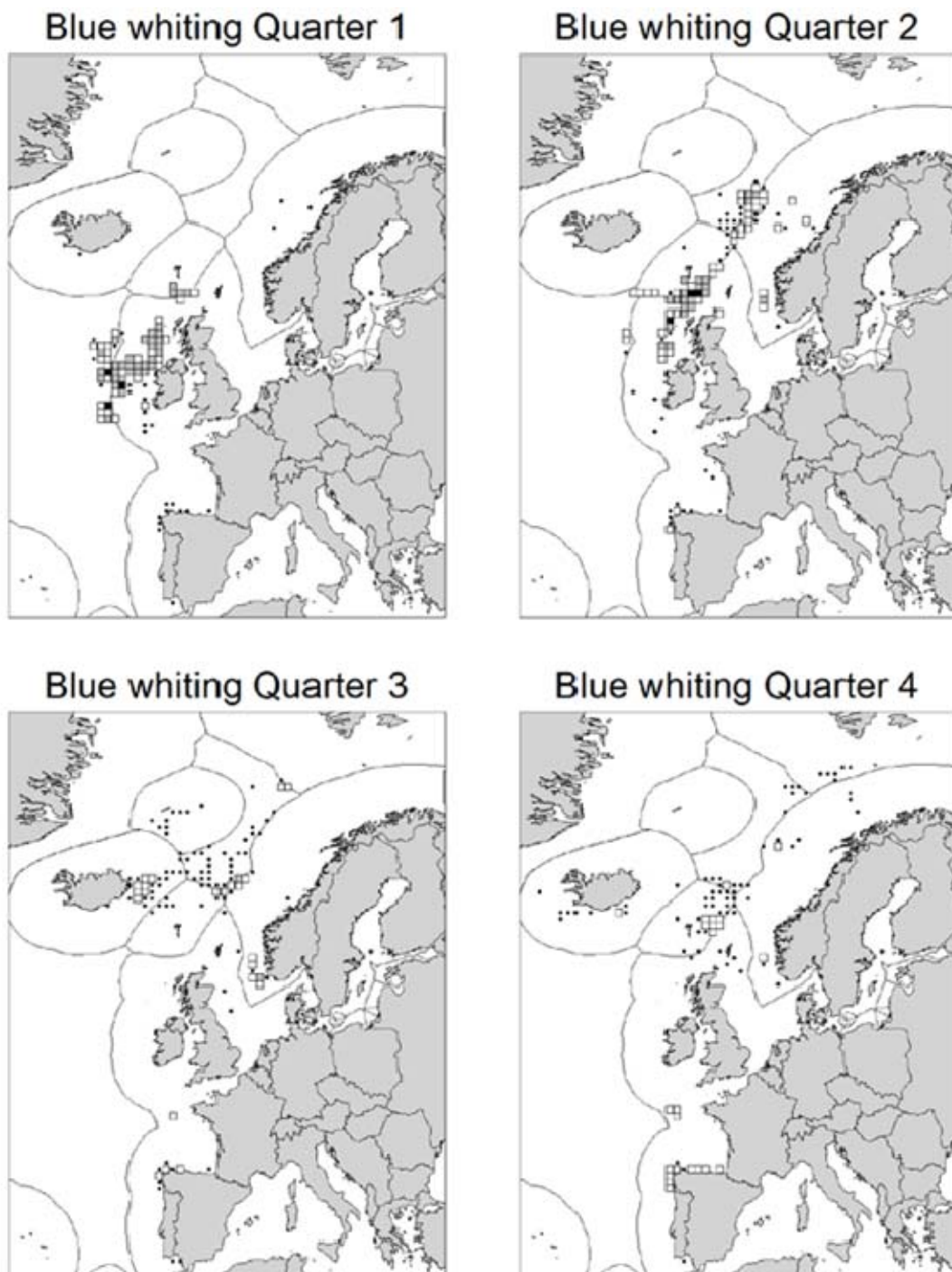
Respecto al **ciclo de crecimiento anual**, los individuos maduros comienzan a alimentarse activamente más tarde en el año (mayo) que los inmaduros (marzo) ya que durante los primeros meses del año destinan gran parte de la energía a la **maduración gonadal y migración reproductiva**, mientras que los juveniles utilizan toda su energía para el crecimiento somático. Investigaciones previas han demostrado que la bacaladilla puede comenzar a madurar alrededor de la edad 1 (Heino, 2013). Así que, cuando sea posible, se debe tener en cuenta al asignar la edad si la fecha de captura coincide con la estación reproductiva. En nuestras aguas (Mar Cantábrico y Galicia) la época de puesta es entre febrero y abril, con el pico de puesta en marzo.

La formación de la banda opaca del anillo anual, que corresponde con el periodo de mayor crecimiento somático, comienza cuando los peces empiezan a alimentarse activamente después del invierno y/o el periodo de puesta y termina cuando el alimento escasea en el medio y/o comienzan a derivar energía para el desarrollo gonadal para la siguiente estación reproductiva (otoño/invierno). Por tanto, la banda traslúcida del anillo anual posiblemente comience a formarse en el último trimestre del año. Por lo tanto el **índice de repleción estomacal** se podría utilizar como referencia adicional para afinar la lectura.

La bacaladilla tiene una **amplia distribución y un ciclo de vida aún desconocido** en aguas del Atlántico. Esto se refleja en todas las fases del crecimiento de los peces, y consecuentemente en el otolito. La amplia distribución espacial se refleja en las capturas, como se muestra en el mapa que el WGWISE incluye cada año es su informe (Figura 2). El mapa también muestra las concentraciones de individuos que se produce al oeste de las Islas Británicas (Porcupine y Rockall Bank) para el desove. Es decir, durante el invierno, se asume que no se alimentan y destinan toda la energía acumulada durante el periodo de alimentación al desove y a las migraciones de prepuesta y post-puesta (Figura 1). En estas épocas casi no habría calcificación en los otolitos, lo que se traduce en que estaría formándose el anillo translúcido.

Después de eso, la mayor parte de los huevos y las larvas derivan hacia el norte, aunque una parte deriva hacia el sur, reclutándose en las zonas de cría del norte (principalmente Mar de Noruega) y el sur (principalmente en el Golfo de Vizcaya). Al mismo tiempo, la bacaladilla adulta migra hacia las zonas de alimentación (las mismas áreas que las zonas de cría). Se propagan por todo el Mar de Noruega, y la distribución de la población en algunas zonas es tan dispersa que el stock no puede ser detectado ni por los barcos comerciales ni por las campañas de investigación (mapas del Q3 y Q4 de la Figura 2). En el área de alimentación, los peces crecen activamente y en el otolito marca un gran anillo opaco.

Otro factor que afecta al crecimiento de los otolitos es la **fuerza del reclutamiento**. El stock de bacaladilla alterna periodos de alto y bajo reclutamiento. Esto afecta el crecimiento de los individuos y, por tanto, al de los otolitos, así como a cualquier otra característica densidad-dependiente.



**Figura 2.** Capturas totales (t) de la Bacaladilla en 2012 por trimestre y rectángulo ICES. Clasificación de los símbolos: puntos negros = 10 a 100 t, cuadrados blancos = 100-1000 t, cuadrados grises = 1000-10 000 t y cuadrados negros > 10 000 t. Las capturas por debajo de 10 t no se muestran en el mapa. Las capturas en el mapa constituyen el 98% de las capturas totales (ICES 2013b)

#### 4. Protocolo (WKARABLUE 1, 2013; WKARBLUE2, 2017)

Preparación: Los **otolitos enteros** se deben sumergir en agua 24 horas antes de la lectura. El otolito no debe sumergirse en agua durante más de 48 horas cada vez, ya que posiblemente podría afectar a la estructura de los anillos de crecimiento debido a la composición del agua dulce (Anon, 1992). No se necesita ninguna otra manipulación. Es, sin embargo, importante leer los otolitos, poco después del muestreo, ya que los otolitos están más claros.

Observación: Los **otolitos enteros** deben leerse **sumergidos en agua** sobre una **superficie de color negro** bajo una lupa binocular.

Iluminación: Luz **reflejada** (usando iluminadores de fibra óptica).

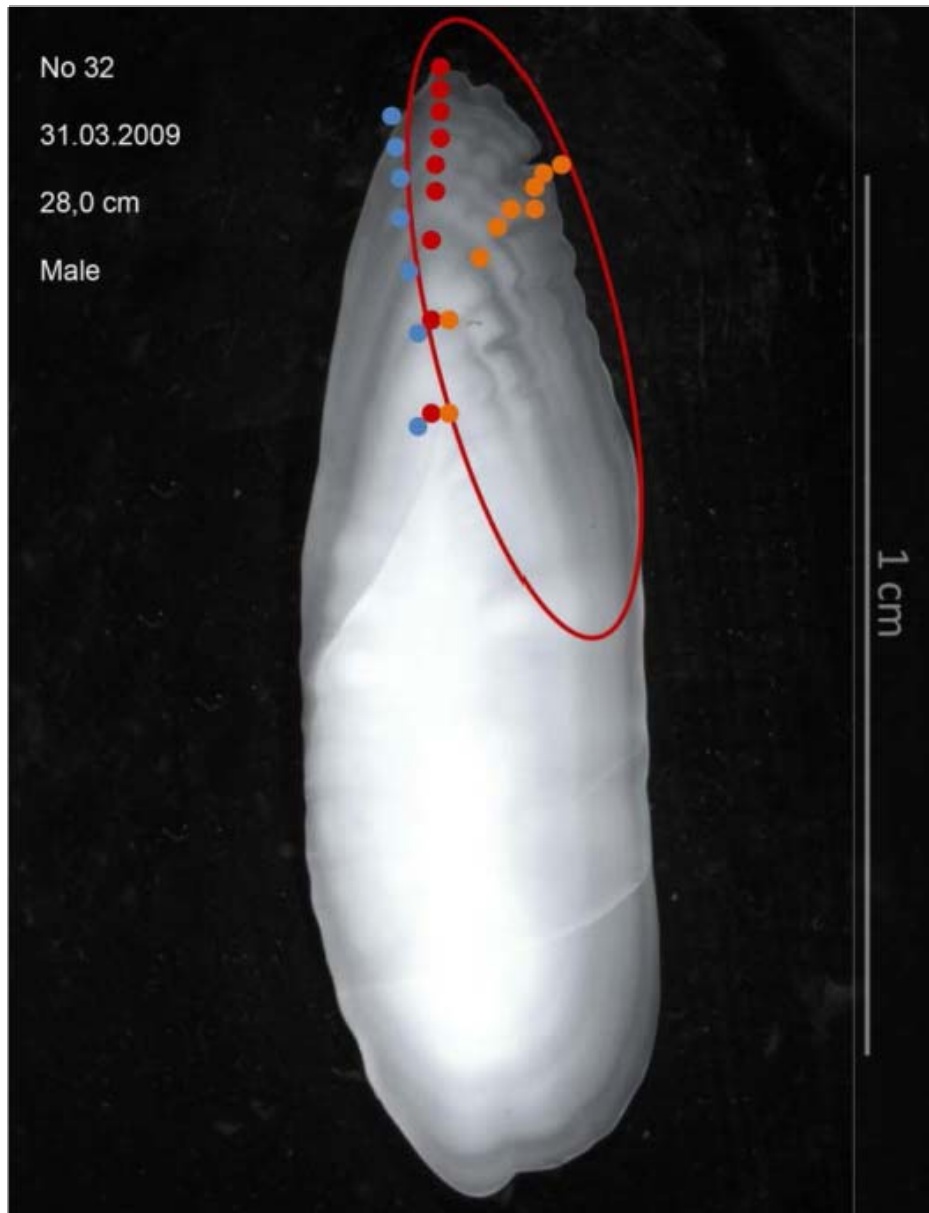
Aumentos: 6 / 6.4x aumentos contra un fondo negro, donde 12 EPU (unidades oculares) son iguales a 2 mm. Los aumentos y la intensidad de la luz se pueden ajustar por cada lector. Los aumentos se incrementan con el tamaño de los otolitos.

En el caso de obtener imágenes, el **aumento de las imágenes** debe ser siempre el mismo (x 0.64), y es necesario incluir una barra de medición en todas las imágenes de los otolitos de la bacaladilla para poder determinar correctamente la zona interior y la zona de Bailey.

Eje de lectura: los otolitos de la bacaladilla se interpretan contando los anillos translúcidos (hialinos) en la zona del *rostrum* y utilizando todo el patrón de crecimiento del otolito como guía.

Hay que tener en cuenta qué lado del otolito se lee mejor: se recomienda **leer desde el centro (núcleo) hasta el borde puntiagudo del otolito, y leer en la cara dorsal** (al revés de como está colocado en el oído interno de los peces (Härkönen, 1986). Por lo general, el patrón más claro se ve cuando la parte convexa (lado del surco) de los otolitos esté orientada hacia abajo. Sin embargo, es útil manejar los otolitos en varias direcciones, para asegurar la edad estimada. Con otolitos difíciles, se recomienda la observación en ambos lados de los otolitos (cóncavas y convexas) para obtener una mejor estimación de la edad.

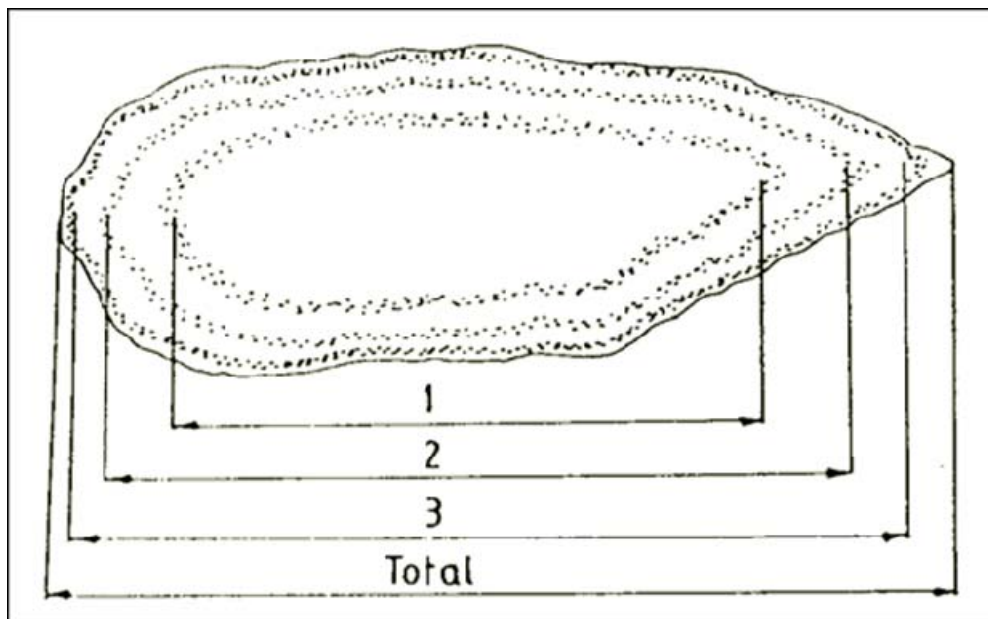
A menudo, los anillos sólo se pueden seguir desde el centro y hacia uno de los lados del otolito porque los anillos se fusionan muy cerca del borde puntiagudo del mismo (Figura 3).



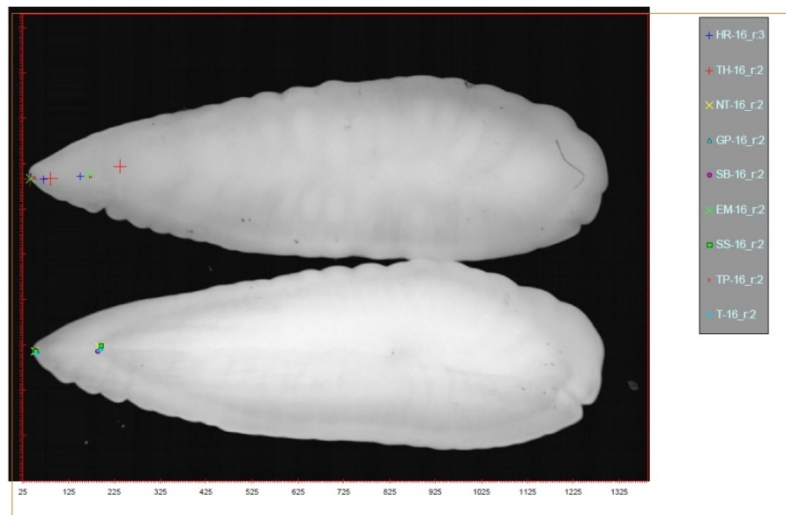
**Figura 3:** ¿En qué parte del otolito se debe leer?: Es importante ser consciente de la zona en donde se lee. Los puntos rojos indican la dirección correcta de lectura. Sin embargo, es importante tener en cuenta que también es posible identificar los anillos a lo largo de otros transeptos, por ejemplo, en la imagen se identifican claramente todos los anillos en el transepto naranja, pero al leer a lo largo del transepto azul se pierden dos anillos (se estimaría una edad de 7 años en lugar de 9). El círculo rojo indica la zona que se considera apta para identificar correctamente los incrementos anuales.

Criterios para la estimación de la edad: los criterios de estimación de la edad de la bacaladilla se recomendaron en los últimos talleres del ICES (2005; 2013; 2017).

- La **fecha de nacimiento** se considera el **1 de enero**.
- Hay que tener en cuenta el área de la captura del pez, ya que puede haber diferencias en el patrón de crecimiento entre áreas, especialmente para los peces capturados en el área de NAFO y el Mediterráneo.
- 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.
- La edad se asigna contando el número de zonas translúcidas (anillos de invierno) en el otolito (Jakupsstovu 1979).
- La **identificación correcta del primer anillo anual** se puede ayudar mediante la medición del tamaño del anillo interior (primer anillo) (Figura 4). De ese modo será posible evitar la inclusión de la **zona de Bailey** (Bailey, 1970) como el primer anillo anual (Figura 5). Para minimizar este error, se considera que si el primer anillo visible tiene un radio menor de 48 EPU es falso (corresponde a la zona de Bailey). Por lo general, **un anillo en el rango de tamaño de 48 a 56 EPU (correspondiente a 8.00 a 9.33 mm)** puede ser considerado el primer anillo anual (ICES 2005). Sin embargo, se puede encontrar que el primer anillo anual pueda medir 12 mm de diámetro (esto puede depender del área y del crecimiento individual de los peces).



**Figura 4.** Toma de las medidas de los anillos anuales en los otolitos de lirio (figura tomada de ICES, 2005)

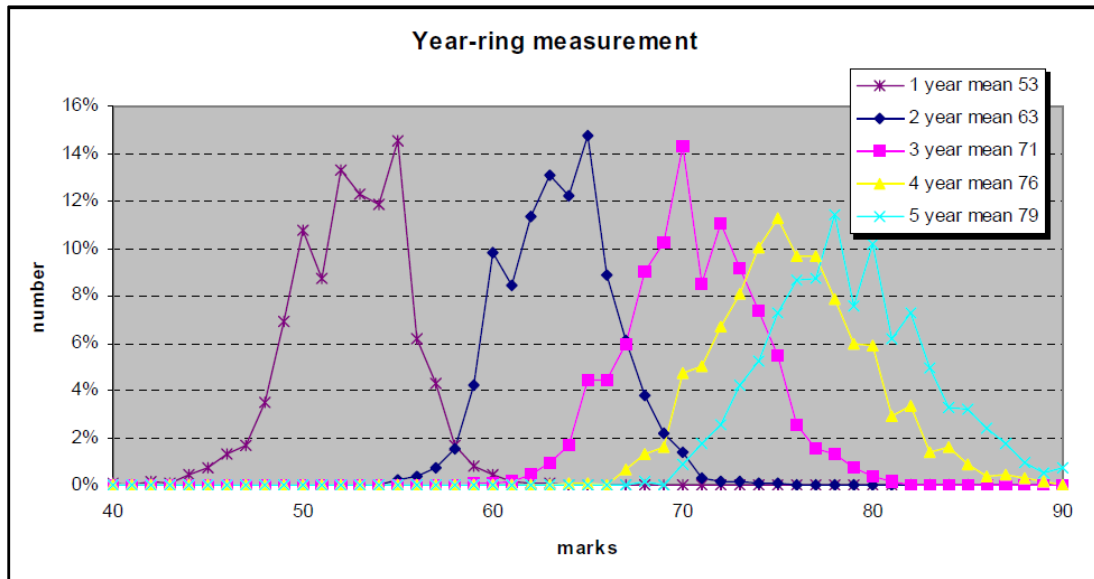


**Figura 5.** Ejemplo de "zona de Bailey" donde la posición del primer anillo varía entre los lectores (ICES, 2005).

- Cuando se utiliza **la escala de medición** del micrómetro de los oculares de la lupa (EPU) se puede aplicar la siguiente tabla equivalencia como referencia para saber cuál es aproximadamente la medida de cada anillo anual en milímetros de (también ver Figura 6):

Edad	Talla ejemplar (mm)	media EPU
1	18-23	50+
2	23-26	60+
3	25-28	70+
4	27-30	(76)
5	29-33	(79)

Para las edades mayores (4 +) las distancias entre los anillos puede variar con el sexo, ya que las hembras crecen más rápido que los machos, por lo que el sexo debe tenerse en cuenta a la hora de utilizar la media EPU como aproximación para establecer la ubicación de cada anillo de crecimiento anual (ver tabla anterior). Las distancias entre los anillos se miden al borde exterior de la zona translúcida (Figura 4). Si el borde es opaco (es decir, se ha empezado a formar el siguiente anillo), se debe medir también la distancia entre la última zona translúcida y el borde. Como medida adicional, se debe tomar la longitud total del otolito.



**Figura 6:** Medidas (EPU) de los anillos de crecimiento anuales (1 a 5 años) en los otolitos de lirio. La longitud media para cada anillo anual se detalla en la leyenda de la figura. (Figura tomada de ICES, 2005)

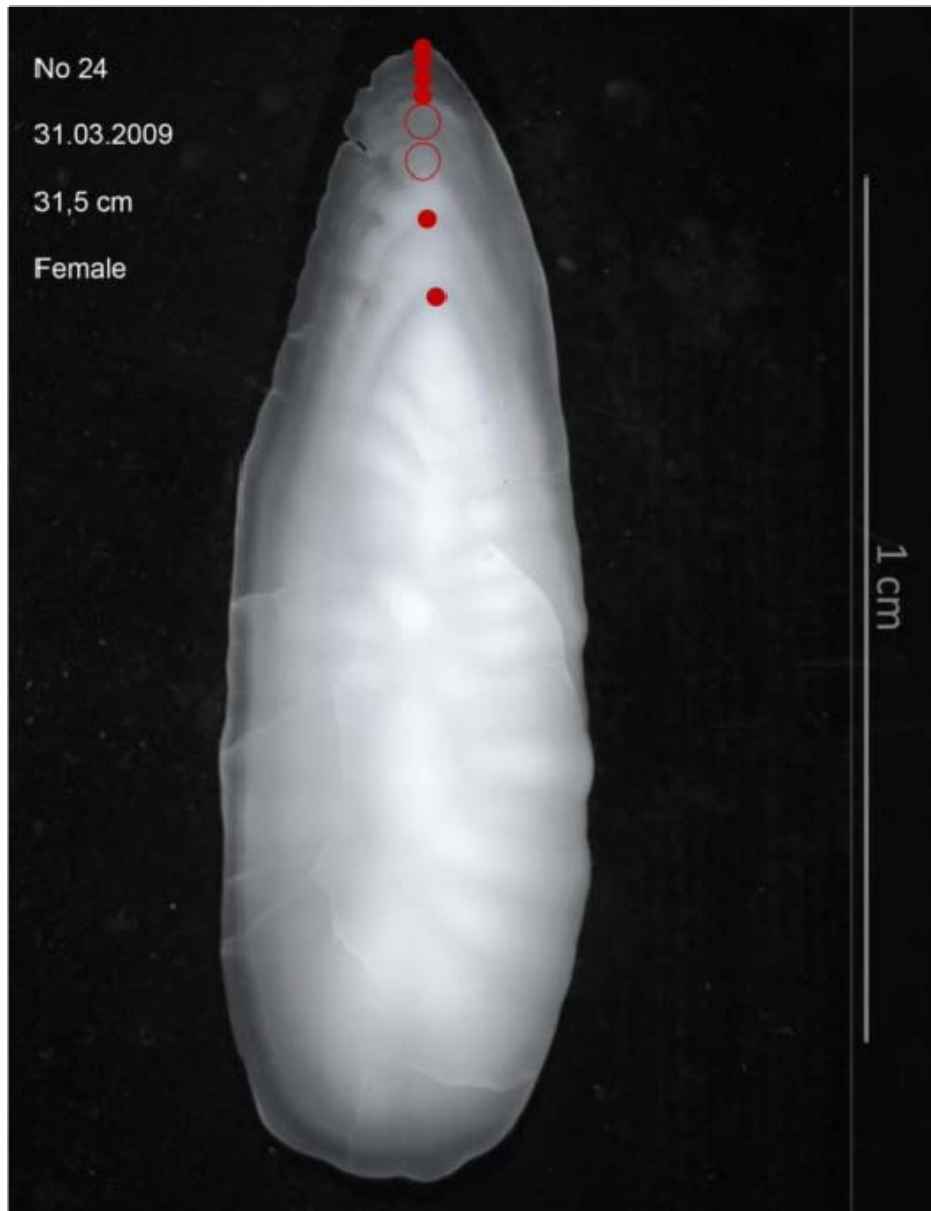
- **Anillos falsos:** son un problema común en los otolitos de la bacaladilla. Al contar los verdaderos anillos anuales, es importante tener en cuenta toda la estructura del otolito y seguir la secuencia de crecimiento anual (Figura 7). El ancho de los anillos anuales de crecimiento disminuye a medida que los peces son más viejos (los anillos del borde son más estrechos que los cercanos al núcleo). Cuando a un anillo anual estrecho le sigue uno muy ancho, debería considerarse un anillo falso (Figura 7). Sin embargo, a veces el grosor del anillo varía dentro de los otolitos, y un anillo de invierno puede aparecer muy delgado pero encontrarse en una buena secuencia, y podría ser un corto período de invierno y no un anillo falso.



**Figura 7:** Progresión en la estructura de crecimiento. Se debe esperar que la anchura de los incrementos sea progresivamente menor a medida que el otolito crece. La variación puede esperarse debido a la variación en la alimentación, el desove etc.

- Un caso particular de los falsos anillos son los **Anillos divididos (Anillos Dobles)**: En muchos casos pueden ser fácilmente identificados porque se juntan cuando se intenta seguir alrededor de todo el otolito. Es importante seguir los anillos, en la medida de lo posible en todas las zonas del otolito (Figura 8). Disminuyendo la magnificación se obtiene una perspectiva más general de los anillos, lo que disminuye la posibilidad de contar anillos dobles. En caso de duda, verifique el patrón de crecimiento esperado.

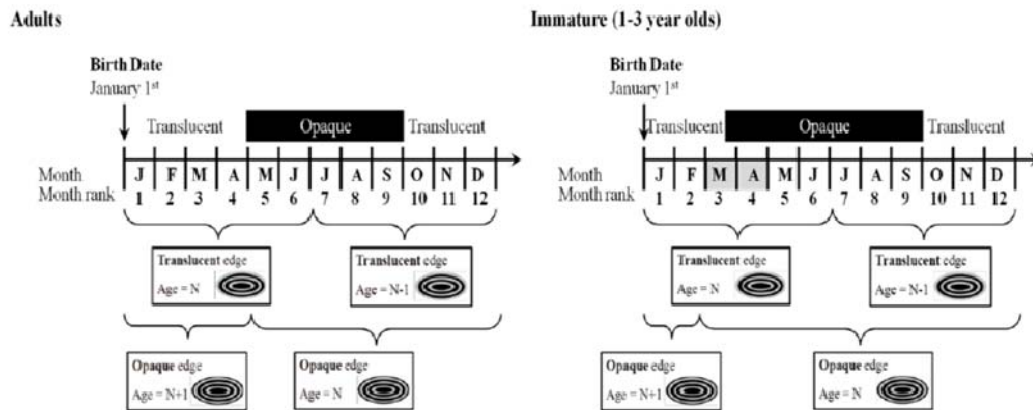




**Figura 8:** Anillos dobles: Los círculos vacíos indican donde hay anillos dobles. Cada círculo vacío se debe contar como un solo año.

- La **interpretación del borde del otolito** se determina teniendo en cuenta el momento de la captura de los peces y la edad de los peces (los inmaduros <3 años comienzan antes la formación del borde opaco, en marzo, mientras que en los adultos comienza en mayo). Por convención internacional (Williams and Bedford, 1974), la fecha de nacimiento de los peces se ha asignado el 1 de enero, independientemente de la fecha de eclosión. Un lector de edad de peces debe asignar la edad a un pez de acuerdo con la fecha de captura y con referencia a esta fecha de nacimiento. El **criterio del cumpleaños el 1 de enero** debe ser utilizado para determinar cuándo un anillo hialino en el borde se debe contar o no. El crecimiento de peces inmaduros varía de la de los adultos, ya que se pueden alimentar durante un período mucho más largo, por lo que la zona opaca se puede empezar a formar

mucho antes (Figura 9). La determinación de la edad de un pez con un borde opaco, dependerá de la madurez. **A los otolitos con borde translúcido de la primera mitad del año, se les asigna la edad contando todos los anillos translúcidos, incluyendo el borde. En el segundo semestre, se ignora el borde translúcido si está presente. Este "borde translúcido" es el inicio del anillo de invierno.** Este inicio también variará con el tiempo y la ubicación geográfica. Este esquema (Figura 9) se debe aclarar y validar en el futuro. Este esquema modificado está hecho para el lirio durante el taller en 2013 utilizando la figura de WKACM2.



**Figura 9:** Interpretación del borde: La alimentación de la bacaladilla se inicia en momentos diferentes dependiendo de la edad y estado de madurez. Los adultos por lo general comienzan a alimentarse en mayo, mientras que los individuos inmaduros pueden comenzar a comer mucho antes, y la formación del anillo opaco pueden comenzar ya en marzo (WD WGWIDE2013).

- Para **calcular las claves talla-edad (ALKL)** de la bacaladilla deben evitarse los otolitos clasificados como ilegibles o muy difíciles de interpretar (0-25% de fiabilidad de la lectura) de acuerdo con la escala de 3 puntos de calidad de lectura de edad recomendada por el WKNARC para la evaluación de stocks (ICES 2011).

AQ1: Fácil asignar la edad con alta precisión.

AQ2: Difícil asignar la edad con precisión aceptable.

AQ3: ilegible o muy difícil asignar la edad con una precisión aceptable.

- Se deben utilizar **Colecciones de Referencia** pues son una herramienta valiosa para mantener la exactitud de los criterios de lectura de los lectores de otolitos a lo largo del tiempo.

- El **dimorfismo sexual** está presente en la bacaladilla, las hembras crecen más rápido que los machos, por lo tanto son más jóvenes, en general, en condiciones similares a los peces machos (ICES 2005). Esto se puede observar en los patrones de los anillos en los **otolitos de los peces machos que tienden a tener incrementos más pequeños** debido a un crecimiento más lento y se observa especialmente en peces después de la primera madurez, en los peces mayores de 3 años de edad. Por lo tanto **el conocimiento del sexo de los peces puede ser utilizado como un factor adicional cuando se asigne la edad**.

## 5. Colección de Otolitos de Referencia

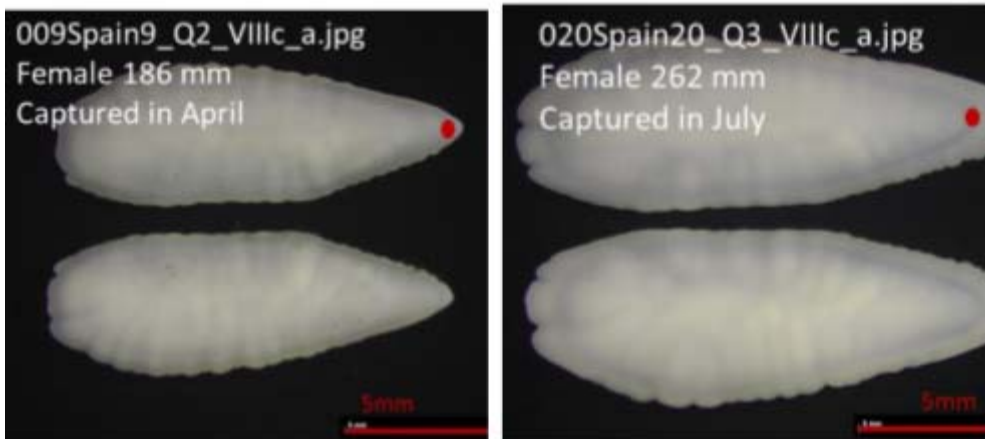
El objetivo de la colección de referencia de los otolitos es elaborar un catálogo que incluya todo los tipos de otolitos de bacaladilla, por lo que es necesario que cubra, en la medida de los posible, todas las edades, épocas de captura y tipos de bordes, así como ejemplos de otolitos problemáticos o difíciles de leer. Los otolitos de esta colección fueron elegidos en el taller WKARBLUE2 (ICES, 2017) por los lectores de otolitos de lirio utilizados en evaluación, y las edades y los anillos hialinos de invierno fueron anotados y acordados en sesión plenaria durante dicho taller.

A continuación se presentan algunos otolitos de la colección de referencia del WKARBLUE2 de la zona 8c y 9a.

### Edad 0:



**Edad 1:**



**Edad 3:**



**Edad 4:**



## 6. Referencias

- Bailey, R.S. 1970. A re-interpretation of age determination in blue whiting *Micromesistius poutassou*, ICES CM 1970/F:3l. 5.
- Bailey, R. 1982. The population biology of blue whiting in the North Atlantic. *Advances in Marine Biology*, 19: 257-355
- Bartsch J, Coombs, S. 1997. A numerical model of the dispersal of blue whiting larvae, *Micromesistius poutassou* (Risso), in the eastern North Atlantic. *Fisheries Oceanography*, 63, 141– 154
- Cohen, D.M., T. Inada, T. Iwamoto and N. Scialabba, 1990. FAO species catalogue. Vol. 10. Gadiform fishes of the world (Order Gadiformes). An annotated and illustrated catalogue of cods, hakes, grenadiers and other gadiform fishes known to date. FAO Fish. Synop. 125(10). Rome: FAO. 442 p.
- Dores, S., Gonçalves, P. 2017. Age reading of Blue whiting (*Micromesistius poutassou*) off the Portuguese coast. Working document presented during the ICES Workshop on Age estimation of Blue Whiting (*Micromesistius poutassou*) WKARBLUE2, 6-9 June 2017, Lisbon, Portugal.
- Elleboode, R., Chantre, C., 2017. Marginal increment analysis on blue whiting otoliths from the northern and the southern stock distribution areas, and from Mediterranean. Working document presented during the ICES Workshop on Age estimation of Blue Whiting (*Micromesistius poutassou*) WKARBLUE2, 6-9 June 2017, Lisbon, Portugal
- Gambell, R. and Messtorff, J. (1964). Age determination in the whiting. *Journal du Conseil International pour l' Exploration de la Mer* 28, 393-404.
- Gjøsæter J. , Beek, I. M. and Monstad, T. (1979). Primary growth rings in blue whiting otoliths. ICES CM 1979/H:32, 12 pp. Gambell y Messtorff, 1964
- Hanchet, S.M. and Uozumi Y. 1996. Age validation and growth of southern blue whiting, *Micromesistius australis* Norman, in New Zealand. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research* 30:57-67.
- Härkönen, T. 1986. Guide to the otoliths of the bony fishes of the Northeast Atlantic. p. 106-107.
- Hatun H, Payne, M.R., Beaugrand, G., Reid, P.C., Sando, A.B., Drange, H., Hansen, B., Jacobson, J.A. and Bloch., D. 2009. Large bio-geographical shifts in the north-eastern Atlantic Ocean: From the Subpolar Gyre, via plankton, to blue whiting and pilot whales. *Progress in Oceanography* 80 (2009b) 149–162.
- Heino. 2013. Revising the maturity ogive for blue whiting. Working document to WG WIDE ICES CM 2013/ACOM
- ICES 1995. Report of the Blue Whiting Assessment Working Group. ICES CM/Assess: 7

ICES 2005. Report of the Blue Whiting Otolith Ageing Workshop. ICES C.M. 2005/ACFM, Hirtshals, Denmark 13-16 June 2005.

ICES 2011. Report of the Workshop of National Age Readings Coordinators (WKNARC), 5-9 September 2011, Boulogne-sur-Mer, France. ICES CM 2011/ACOM:45. 175 pp.

ICES, 2013. Report of the Workshop on the Age Reading of Blue Whiting (WKBLUE). ICES CM 2013/ACOM:53. Bergen, Norway, 10-14 June 2013.

ICES, 2013a. Report of the Working Group on Widely Distributed Stocks (WGWIDE), 27 August to 2 September 2013, Copenhagen, Denmark. ICES CM 2013/ACOM

ICES, 2013c. Report of the Workshop on Age Validation Studies of Gadoids (WKA VSG), 6-10 May 2013, IMEDEA, Mallorca. ICES CM 2013/ACOM:50. 33pp.

ICES. 2014. First Interim Report of the Stock Identification Methods Working Group (SIMWG), by correspondence. ICES CM 2014/SSGSUE:02. 31 pp.

ICES, 2017. Workshop on Age estimation of Blue Whiting (*Micromesistius poutassou*) WKARBLUE2 , 6-9 June 2017, Lisbon, Portugal. ICES CM 2017/SSGIEOM:22. 58 pp

ICES. 2019. Working Group on Widely Distributed Stocks (WGWIDE). ICES Scientific Reports. 1:36. 948 pp. <http://doi.org/10.17895/ices.pub.5574>; [http://ices.dk/sites/pub/Publication%20Reports/Stock%20Annexes/2018/whb.27.1-91214\\_SA.pdf](http://ices.dk/sites/pub/Publication%20Reports/Stock%20Annexes/2018/whb.27.1-91214_SA.pdf)

Jakupsstovu, S.H. (1979). On the formation of the first winter zone in blue whiting otoliths. ICES CM 1979/H: 7, 5 pp

Panfili, J., de Pontual, H., Troadec, H. and Wright, P.J. 2002. Manual of Fish Sclerochronology. IFREMER-IRD co-edition, Brest. 464 pp.

Skogen, M., Monstad, T., Svendsen, E. 1999. A possible separation between a northern and a southern stock of Northeast Atlantic blue whiting. Fisheries Research 41 (1999) 119–131.

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., Antolínez, A., Barrado, J., Dueñas, C., Hernández, 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