

Técnicas y Metodologías de Análisis de Edad en Recursos Pesqueros Chilenos

Serie 1: Peces de importancia comercial

2008



Técnicas y Metodologías de Análisis de Edad en Recursos Pesqueros Chilenos

Serie 1: Peces de importancia comercial

2008



Este libro es parte del proyecto INNOVA 05CN11IPT-16
"Actualización y perfeccionamiento de metodologías científicas de
determinación de edad en peces para la sustentabilidad de recursos
pesqueros nacionales"

Instituto de Fomento Pesquero
División de Investigación Pesquera (Sección Edad y Crecimiento)
financiado por INNOVA CHILE (CORFO) - SUBPESCA e IFOP

INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO, 2008
"derechos reservados"
Registro de Propiedad Intelectual N° 173096
(26 agosto de 2008)

Derecho exclusivo para todos los países.

No se podrá reproducir ninguna parte de esta publicación, ni almacenado
en un sistema de recuperación de datos o transmitirla en cualquier forma
o por cualquier procedimiento (electrónico, mecánico, fotocopia, etc.), sin
la autorización previa del titular de los derechos de autor. Las peticiones
para obtener tal autorización, especificando la extensión de lo que se
desea reproducir y el propósito que con ello persigue, deberán enviarse a
la Dirección Ejecutiva del IFOP, Blanco 839, Valparaíso, Chile.

Jefe Proyecto

Vilma Ojeda Cerda

Autores

Vilma Ojeda Cerda
Lizandro Muñoz Rubio

Colaboradores

Amalia López A., Angélica Villalón C., Carla Labrín Z., Cecilia Machuca R.,
Héctor Hidalgo V., José Cerna T., Juan Olivares C., Karen Hunt J.,
Leopoldo Vidal B., Leyla Miranda O., Luis Cid M., María Miranda P.,
Rudelinda Bravo P., y Víctor Bocić W.

Editores

Relaciones Corporativas
Unidad Ediciones y Producción
IFOP

Diseño Gráfico

Mario Recabal Marambio

Impresión

Imprenta Miranda Hermanos
Impreso en Valparaíso, Chile

PRESENTACIÓN

El estudio de las estructuras calcificadas, para reconstruir la historia de vida de los organismos hidrobiológicos, ha sido el tema de interés que ha desarrollado el Laboratorio de la Sección de Edad y Crecimiento del Instituto de Fomento Pesquero (IFOP) desde la fundación de la Institución, en el año 1964. En esos años destacados investigadores de trayectoria nacional e internacional, introdujeron el estudio de las estructuras duras generando con ello una corriente de investigación y análisis que originó tal interés, manteniendo su vigencia metodológica hasta la fecha.

El quehacer de la biología pesquera que ha desarrollado y perfeccionado esta Sección, posibilita la transferencia de conocimientos de valor público científico sobre el estudio de especies hidrobiológicas de importancia comercial para el país, potenciando el rol estratégico que cumple el Instituto de Fomento Pesquero en el desarrollo sustentable y administración del sector pesquero y acuicultor nacional.

Bajo tales principios, la presente publicación tiene por objeto entregar al lector, de forma sencilla y resumida, el conocimiento de las estructuras calcificadas, las técnicas y métodos que se emplean en IFOP para estudiar la edad en las principales especies hidrobiológicas del país. Estas técnicas y metodologías, si bien han sido aplicadas por décadas en nuestro Laboratorio, están en constante evaluación y mejoramiento a través de los adelantos tecnológicos y de equipamiento que se han incorporado en el quehacer institucional.

Con la finalidad de transferir el conocimiento de valor público, es de interés institucional dejar un registro impreso de las estructuras calcificadas u otolitos en 17 Fichas Descriptivas para cada recurso pesquero. En cada Ficha, se señala la secuencia, estructura y procedimiento en que se basa el trabajo para identificar y estudiar la edad en estas especies marinas.

El Laboratorio de Edad y Crecimiento de IFOP es una unidad formada especialmente en el Instituto, única en su género en el país y, cuyo desarrollo y formación de personal entrenado ha permitido un sostenido perfeccionamiento en la lectura y análisis de miles de muestras, que han servido de base en la identificación, composición por edad y número de los stock de peces además de otros recursos, apoyando el conocimiento, la administración y manejo de los mismos.

El valor científico de esta información, está respaldado por el permanente intercambio y contribución de conocimientos y pasantías con entidades de países que desarrollan el tema, tales como Canadá, Nueva Zelanda, España, Argentina, Ecuador, Estados Unidos, y Perú, entre otros países.

En la actualidad, el enfoque de esta Sección apunta a la Calidad, lo que ha generado la construcción e implementación de un sistema de gestión de calidad en el Laboratorio, el que tiene contemplado numerosos aspectos, siendo uno de ellos propender a un mayor contacto con los usuarios y, como primera actividad concreta, compartir la presente publicación bilingüe con la comunidad científica nacional e internacional.

ÍNDICE GENERAL

Presentación	3
Agradecimientos	5
Glosario de Términos y Abreviaturas	6

LA EDAD EN LAS ESPECIES HIDROBIOLÓGICAS 7

Antecedentes	7
--------------	---

Obtención de las muestras	7
---------------------------	---

Metodologías según técnica de lectura y tipo de estructura	8
--	---

Otolitos	8
----------	---

Escamas	10
---------	----

Vértebras	11
-----------	----

Espinas	11
---------	----

Equipamiento del laboratorio	12
------------------------------	----

FICHAS POR RECURSO 14

Peces Demersales

1 Alfonsino (<i>Beryx splendens</i>)	15
--	----

2 Bacalao de profundidad (<i>Dissostichus eleginoides</i>)	16
--	----

3 Besugo (<i>Epigonus crassicaudus</i>)	17
---	----

4 Congrio dorado (<i>Genypterus blacodes</i>)	18
---	----

5 Merluza común (<i>Merluccius gayi gayi</i>)	19
---	----

6 Merluza de cola (<i>Macruronus magellanicus</i>)	20
--	----

7 Merluza de tres aletas (<i>Micromesistius australis</i>)	21
--	----

8 Merluza del sur (<i>Merluccius australis</i>)	22
---	----

9 Orange roughy (<i>Hoplostethus atlanticus</i>)	23
--	----

Peces Pelágicos Pequeños

10 Anchoqueta (<i>Engraulis ringens</i>)	24
--	----

11 Caballa (<i>Scomber japonicus</i>)	25
---	----

12 Jurel (<i>Trachurus murphyi</i>)	26
---------------------------------------	----

13 Sardina común (<i>Strangomera bentincki</i>)	27
---	----

14 Sardina fueguina (<i>Sprattus fueguensis</i>)	28
--	----

Peces Pelágicos Grandes

15 Pez espada (<i>Xiphias gladius</i>)	29
--	----

16 Tiburón azulejo (<i>Prionace glauca</i>)	30
---	----

17 Tiburón marrajo (<i>Isurus oxyrinchus</i>)	31
---	----

SITIOS DE INTERÉS 32



AGRADECIMIENTOS

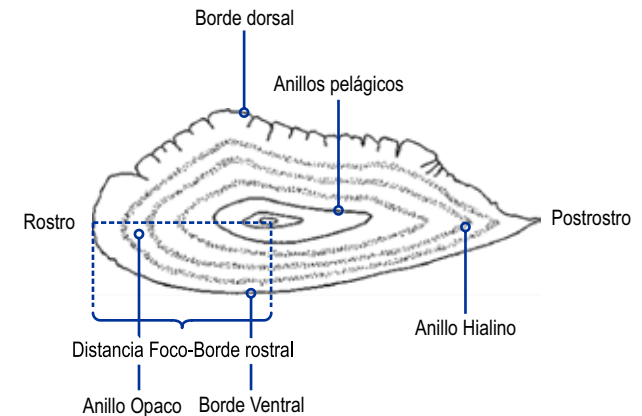
En 1964, destacados investigadores de trayectoria nacional e internacional, introdujeron el estudio de las estructuras duras generando con ello una corriente de temas de análisis que generó tal interés que se mantiene hasta el presente.

La suma de todos estos eslabones, han hecho posible el soporte histórico que ha permitido elaborar y proveer los antecedentes técnicos y las bases científicas para la regulación de las actividades y conservación de los recursos hidrobiológicos marinos chilenos.....
vayan para todos ellos nuestros más sinceros agradecimientos.

GLOSARIO DE TÉRMINOS y ABREVIATURAS

Términos frecuentes

TERMINO	EQUIVALENTE EN INGLES	DEFINICION
Annulus	Annulus	Anillo concéntrico formado con periodicidad fija y que permite determinar la edad. Estos anillos tienen apariencia opaca o hialina (translúcida) dependiendo de su refringencia óptica y generalmente se atribuyen a períodos de crecimiento rápido y lento, respectivamente.
Edad	(Age)	Medida del tiempo transcurrido desde el nacimiento (en días, meses o años).
Foco	(Focus)	Origen: El punto hipotético o real del otolito donde se considera que se inicia la estructura y que es utilizada como origen de las medidas.
Líquido clarificante	(Clear media)	Agua, aceite transparente, glicerina, alcohol.
Núcleo	(Nucleus)	Zona del otolito formada previamente al primer anillo.
Otolitos	(Otoliths)	Los otolitos de los peces son unos cuerpos calcáreos situados en el interior del aparato vestibular (oído interno de los peces teleósteos).
Escama	(Scales)	Las escamas de los peces crecen en la capa exterior de la piel, son delgadas, a menudo lisas y suelen tener muchas salientes finas que atraviesan la superficie, lo cual produce el efecto como de una huella digital.
Vértebra	(Vertebrae)	Los peces, óseos, como todos los vertebrados, poseen un esqueleto que le da forma y solidez al cuerpo. La columna vertebral se compone de un número variable de vértebras unidas entre sí. Las vértebras presentan sobre el centro un orificio por el que pasa el sistema nervioso central, la médula espinal.
Espinas	(Spines)	Estructuras óseas de forma alargada, delgada y puntiaguda que forma parte del esqueleto de los peces. Cada una se nombra según la aleta y lugar que enfrenta (1ª dorsal, 2ª anal, etc)
Peces demersales	(Demersal fish)	Se consideran peces demersales los que viven en o cerca del fondo de las zonas litoral y plataforma continental.
Peces pelágicos pequeños	(Small pelagic fish)	Son especies de peces distribuidas en las columnas de agua oceánicas y costeras. Los peces pelágicos pequeños se caracterizan por su alta y variable productividad.
Peces pelágicos grandes	(Big pelagic fish)	Los peces pelágicos grandes son especies distribuidas en las columnas de agua oceánicas y costeras.



Abreviaturas utilizadas

BD	: Base de Datos.
EHL	: Escama Hidratada y Limpia.
IVE	: Imagen Vértebra Entera.
LFL	: Lámina Fina Longitudinal.
LFT	: Lámina Fina Transversal.
OD	: Otolito Derecho.
OE	: Otolito Entero.
OEH	: Otolito Entero Hidratado.
OI	: Otolito Izquierdo.
OMRSL	: Otolito inmerso en Molde de Resina y Seccionado Longitudinal (en foco).
OTMRST	: Otolito Tostado inmerso en Molde de Resina y Seccionado Transversal (en foco).
SAI	: Sistema de Análisis de Imágenes.
SPT	: Seccionado, Pulido y Tostado.

La edad en las especies hidrobiológicas

Antecedentes

Existen una serie de técnicas y metodologías para realizar las lecturas de los anillos de crecimiento en las estructuras calcificadas de las especies hidrobiológicas, en este caso se detallarán algunas técnicas y metodologías referentes a los peces.

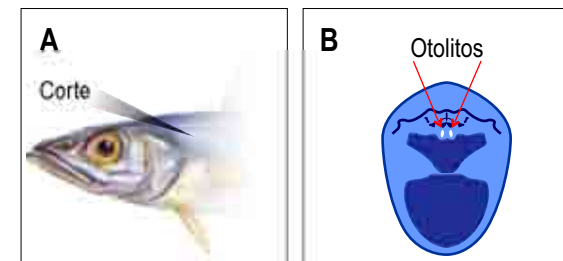
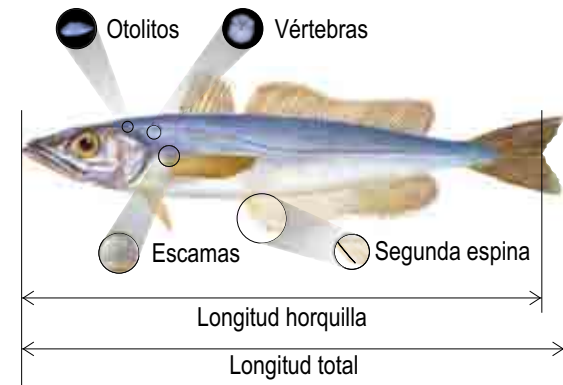
Cada técnica es probada, individualmente, en cada nueva especie a estudiar, con la experiencia desarrollada y numerosas pruebas requeridas se determina el uso de una técnica por sí sola o una combinación de ellas. Muchas veces, y dada las habilidades científicas desarrolladas en IFOP, se debe crear una nueva técnica dependiendo de las características individuales de cada estructura, dureza, tamaño, claridad u opacidad de las mismas, y de la especie.

La dilatada trayectoria, destrezas y experiencia del Laboratorio de Edad y Crecimiento del Instituto de Fomento Pesquero, ha permitido definir, en la práctica, una serie básica de técnicas y metodologías de preparación para las lecturas y determinación de la edad de las especies hidrobiológicas.

A continuación, se detallan estas técnicas y metodologías primordiales de preparación para cada una de las estructuras duras estudiadas: otolitos; escamas, vértebras y espinas. Luego, en el capítulo siguiente, se encuentran las Fichas de cada especie, con el detalle exacto de la técnica y metodología o combinación de ellas, utilizada en particular para cada pez.

Obtención de las muestras.

Las muestras de otolitos, escamas, vértebras y espinas se obtienen según se muestra en los esquemas.



En la figura A se muestra la línea imaginaria en donde se realiza el corte. En la figura B se ilustra cómo se presentan los otolitos para ser extraídos.

Metodologías según la técnica de lectura y tipo de estructura

OTOLITOS

Otolito Entero. OE

- a) Se reciben los otolitos en sobres de papel (timbrados con data de referencia) o en dispensadores de cartón. Se realiza un submuestreo proporcional a la distribución de frecuencia de tallas o según colecta.
- b) El Otolito Izquierdo se observa entero bajo microscopio estereoscópico, con aumento 10X en general y aumentos mayores para observación de detalles.
- c) Se emplea líquido clarificante sobre la muestra al momento de la observación.



Otolito Entero Hidratado. OEH

- a) Se reciben los otolitos en sobres de papel (timbrados con data de referencia).
- b) Se realiza un submuestreo proporcional a la distribución de frecuencia de tallas o según colecta.
- c) Se ordenan en lotes al azar para hidratación (desvinculados de datos biológicos).
- d) Cada lote de muestras es hidratado en cápsulas numeradas, con agua durante el tiempo necesario requerido para cada especie.
- e) Las muestras son analizadas bajo microscopio estereoscópico con luz reflejada o transmitida, según requerimiento.
- f) Se emplea aumento 10X.
- g) Se sumerge la muestra en líquido clarificante.
- h) Los datos obtenidos de la lectura son ingresados en BD.
- i) Se emplea el SAI para comparaciones y registros especiales.



Otolito Tostado inmerso en Molde de Resina y Seccionado Transversal (en foco). **OTMRST**

- a) Se reciben los otolitos en sobres de papel (timbrados con data de referencia).
- b) Se realiza un submuestreo proporcional a la distribución de frecuencia de tallas.
- c) Se selecciona el OD y se homean para obtener tono marrón, $t^{\circ} 250^{\circ}\text{C} \times 10$ a 15 minutos.
- d) Se confeccionan moldes de resina que contienen los otolitos.
- e) Se seccionan transversalmente los moldes de resina a nivel de foco de los otolitos.
- f) Se extraen láminas de grosor necesario con máquina de corte de precisión.
- g) Las muestras son analizadas bajo microscopio estereoscópico con luz reflejada. Se emplea aumento 10X - 20X.
- h) Se emplea líquido clarificante sobre la muestra al momento de la observación.
- i) Se emplea SAI para comparaciones y registros especiales.
- j) Los datos obtenidos de la lectura son ingresados en BD.



Otolito Seccionado, Pulido y Tostado. **SPT**

- a) Se reciben los otolitos en sobres de papel (timbrados con data de referencia) o en dispensadores de cartón.
- b) Se realiza un submuestreo proporcional a la distribución de frecuencia de tallas.
- c) OD se prepara SPT, con un corte transversal a nivel de foco de los otolitos.
- d) Los otolitos ya preparados con SPT, se ordenan secuencialmente, hasta su análisis, y al momento de la observación se ubican sobre plasticina para fijar las muestras en la posición deseada.
- e) Se emplea líquido clarificante en la muestra al momento de la observación.
- f) Las muestras son analizadas bajo microscopio estereoscópico con luz reflejada.
- g) Usualmente se emplea aumento de 10 a 20X o superior si se requiere.
- h) Se emplea SAI para comparaciones y registros especiales.
- i) Los datos obtenidos de la lectura son ingresados en BD.



Otolito inmerso en Molde de Resina y Seccionado Longitudinal (en foco). **OMRSL**

- Se reciben los otolitos en sobres de papel (timbrados con data de referencia).
- Se realiza un submuestreo proporcional a la distribución de frecuencia de tallas.
- Se emplean láminas de grosor necesario pulidas, que se montan en portaobjetos rotulados.
- Se utiliza para la lectura un microscopio con luz transmitida.
- Se emplea aumento desde 100 a 1000X.
- Se emplea SAI para comparaciones y registros especiales.
- Los datos obtenidos de la lectura son ingresados en BD



ESCAMAS

Escama Hidratada y Limpia. **EHL**

- Se reciben las escamas en sobres de papel (timbrados con data de referencia).
- Se realiza un submuestreo proporcional a la distribución de frecuencia de tallas.
- Se ordenan en lotes para hidratación (desvinculados de datos biológicos). Cada lote de muestras es hidratado en agua durante 24 horas en cápsulas rotuladas, distribuidas en bandejas contenedoras.
- Se limpian y seleccionan las escamas para análisis.
- Se adosan a portaobjetos recubiertos y rotulados.
- Se analizan en Proyector de Perfiles. Se emplea aumento 10X. Las muestras son analizadas con luz reflejada o transmitida, según requerimiento.
- Se emplea SAI para comparaciones y registros especiales.
- Los datos obtenidos de la lectura son ingresados en BD.



VÉRTEBRAS

Imagen Vértebra Entera. **IV**

- Las vértebras de interés son obtenidas mediante una incisión por delante de la primera aleta dorsal, en un sector inmediatamente superior a las hendiduras branquiales.
- Esta porción de muestreo es etiquetada y congelada.
- En el laboratorio, a las muestras de columna vertebral se les extrae su musculatura y tejido conectivo.
- Se registra imágenes de las vértebras enteras las cuales son de utilidad en el proceso de determinación de edad, especialmente en los ejemplares jóvenes.



Lámina Fina Longitudinal. **LFL**

- Se extrae lámina longitudinal de cada vértebra (de espesor según requerimiento), empleando máquina de corte de precisión y posteriormente se somete a máquina pulidora, si la muestra lo requiere.
- Se almacenan en portaobjetos seriados y se analizan usando microscopio estereoscópico, a 10X provisto de luz transmitida.
- Los datos obtenidos de la lectura son ingresados a base de datos de imágenes.



ESPINAS

Lámina Fina Transversal. **LFT**

- Se emplean láminas obtenidas de la segunda espina de la aleta anal.
- Las secciones transversales son tomadas con un tamaño específico de espesor, usando una máquina de corte de precisión.
- Se almacenan las muestras en sobres rotulados y en envases que permiten conservar las secciones intactas en el tiempo.
- Para el análisis, las muestras se sumergen bajo líquido clarificante, utilizando en la observación microscopio estereoscópico con luz reflejada y aumento 10X.
- En ocasiones, se utilizan mayores aumentos para la observación de detalles.
- Se emplea SAI para generar registros de referencia.
- Los datos obtenidos de las lecturas son ingresados en BD.



Equipamiento de laboratorio

Para desarrollar las tareas de investigación en base al estudio de los recursos pesqueros, se requiere de una amplia y especializada infraestructura.

El Laboratorio de Edad y Crecimiento cuenta con la infraestructura necesaria para llevar a cabo sus estudios.

Consta de un laboratorio totalmente equipado y con oficinas donde se realiza el análisis de los datos, la elaboración de informes, para la toma de decisiones, los cuales conllevan a una planificación y coordinación para el desarrollo de los estudios requeridos.

Horno

De convección natural, temperatura regulable y programable hasta 300 °C. Con capacidad de 115 litros, lo que permite hornear una gran cantidad de muestras de otolitos a la vez.



Pulidora

De dos platos donde es posible realizar un tratamiento de pulimento de las láminas de las estructuras que permite ir variando desde mayor a menor grosor de los paños. Dando a las láminas de muestras una excelente calidad.



Balanza Analítica

Permite realizar gravimetría de otolitos con una exactitud de 0,0001 g. Implementada con Software que permite una rápida colección y procesamiento de las medidas registradas.



Cortadoras de baja velocidad

Se dispone de dos cortadores de baja velocidad, alta precisión, las que posibilitan la obtención de secciones o láminas de otolitos u otra estructura para análisis de edad según requerimientos.



Cortadora de alta velocidad

El laboratorio de la Sección Edad y Crecimiento también cuenta con una cortadora de alta velocidad y alta precisión. Permite realizar cortes masivos de muestras previamente preparadas y dispuestas en forma secuencial en moldes de resina.



Lector de Escamas

Equipo que entrega la proyección aumentada del tamaño de las muestras de escamas que se encuentra sobre portaobjetos y que son trabajadas en un cuarto oscuro dentro del laboratorio destinado a este efecto. Así la interpretación de las marcas de crecimiento no se ven perjudicadas por factores de luz externos.



Campana extractora de gases

Posee un sistema de filtro y un motor impulsor que permiten un flujo de aire limpio para la mejor protección de los operadores, extrayendo los gases que resultan de la utilización de compuestos para la preparación de resinas o por la utilización de líquidos volátiles.



Sistemas de análisis de imágenes

Los sistemas de análisis de imágenes están compuestos esencialmente por: Microscopio o Microscopio Estereoscópico con montura en "C"; Cámara; PC; Software.

Cada uno de sus componentes reúne características que permiten el buen desempeño del trabajo con imágenes.



Microscopio

El uso de microscopio es necesario para la visualización de estructuras muy pequeñas, microincrementos de crecimiento o estructuras que presentan áreas de crecimiento complejas, dando la posibilidad de realizar observaciones desde 40 a 1000 aumentos.




Sonicador

Equipo de limpieza ultrasónica que permite la disolución de burbujas durante la preparación de las resinas para la posterior elaboración de moldes con los otolitos inmersos.



FICHAS POR RECURSO

 Peces Demersales

 Peces Pelágicos Pequeños

 Peces Pelágicos Grandes

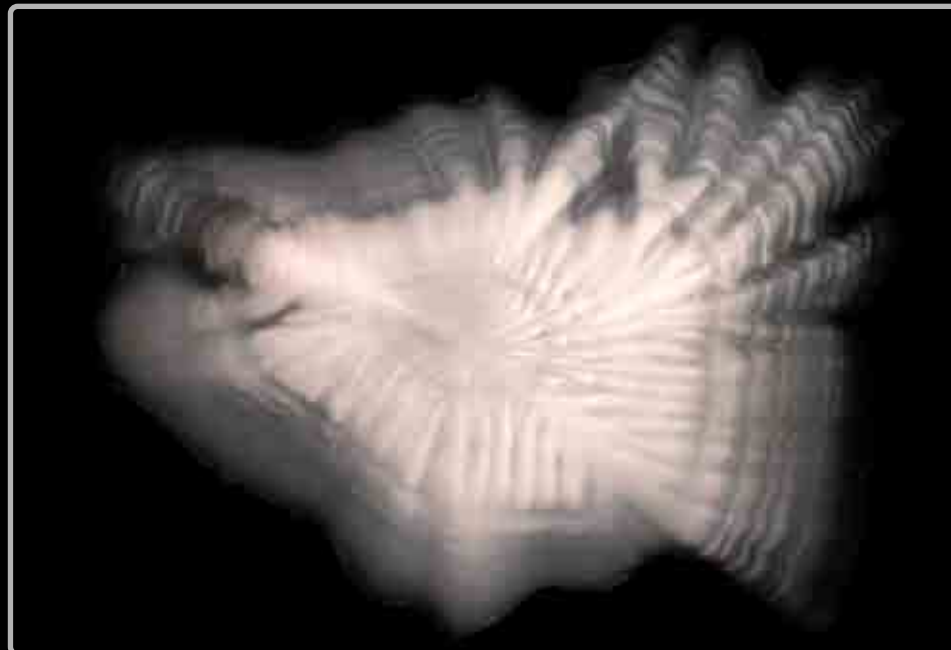


Metodología

OEH-OTMRST

- Se reciben los otolitos en sobres de papel (timbrados con data de referencia).
- Se realiza un submuestreo proporcional a la distribución de frecuencia de tallas.
- Se ordenan en lotes para hidratación (desvinculados de datos biológicos).
- Cada lote de muestras es hidratado en agua durante una hora en cápsulas.
- Las muestras son analizadas bajo microscopio estereoscópico con luz reflejada o transmitida, según requerimiento. Se emplea aumento 10X.
- Se sumerge la muestra en líquido clarificante.
- Los datos obtenidos de la lectura son ingresados en BD.
- Se emplea SAI para comparaciones y registros especiales.
- Se encuentra en desarrollo aplicación de técnica de OTMRST.

Alfonsino



Otolito de alfonsino, longitud horquilla 32 cm.

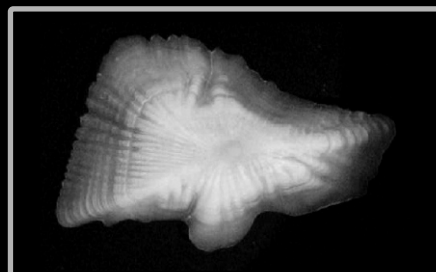


Imagen de otolito de alfonsino.



Imagen ampliada de una región de rostro del otolito.

Nombre Común: Alfonsino

Nombre Científico: ***Beryx splendens***

Estructura: Otolitos

Técnica para Lectura: OEH - OTMRST





Metodología

EHL

- Se reciben las escamas en sobres de papel (timbrados con data de referencia).
- Se realiza un submuestreo proporcional a la distribución de frecuencia de tallas.
- Se ordenan en lotes para hidratación (desvinculados de datos biológicos).
- Cada lote de muestras es hidratado en agua durante 24 horas en cápsulas rotuladas distribuidas en bandejas contenedoras.
- Se limpian y seleccionan las escamas para análisis.
- Se adosan a portaobjetos recubiertos y rotulados.
- Se analizan en Proyector de Escamas. Se emplea aumento 10X.
- Las muestras son analizadas con luz reflejada o transmitida, según requerimiento.
- Se emplea SAI para comparaciones y registros especiales.
- Los datos obtenidos de la lectura son ingresados en BD.

OTMRST

- Se reciben los otolitos en sobres de papel (timbrados con data de referencia).
- Se realiza un submuestreo proporcional a la distribución de frecuencia de tallas.
- Se hornean para obtener tono marrón, tº 250°C x10 minutos.
- Se confeccionan moldes que contienen los otolitos.
- Se seccionan transversalmente los moldes a nivel de foco.
- Se extraen láminas de 0,7 mm con máquina de corte de precisión.
- Las muestras son analizadas bajo microscopio estereoscópico con luz reflejada. Se emplea aumento 10X - 20X.
- Se emplea aceite sobre la muestra al momento de la observación.
- Se emplea SAI para comparaciones y registros especiales.
- Los datos obtenidos de la lectura son ingresados en BD.

Bacalao de profundidad



Imagen de otolito entero de bacalao de profundidad, longitud total 87cm.

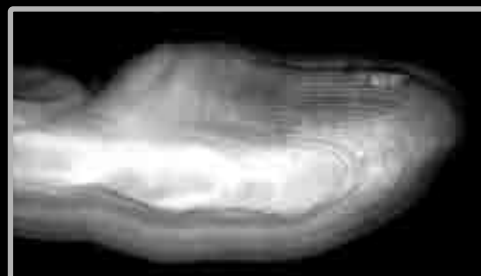


Lámina de otolito tostado inmerso en molde de resina de bacalao de profundidad visto bajo microscopio estereoscópico con aumento de 20X.



Escama de bacalao de profundidad.

Nombre Común: Bacalao de pofundidad

Nombre Científico: *Dissostichus eleginoides*

Estructuras: Escamas y Otolitos

Técnica para Lectura: EHL - OTMRST





Besugo

Metodología

OE

- Se reciben los otolitos en sobres de papel (timbrados con data de referencia).
- Se limpian con agua y pincel y se secan en el horno por 8 hr. a 60°C.
- Se mantienen en un desecador con silicagel hasta realizar el pesaje de los otolitos enteros.
- Se registra peso de ambos otolitos.
- El OI se observa entero bajo microscopio estereoscópico con aumento 10X en general, y aumentos mayores para observación de detalles.
- Se emplea aceite transparente sobre la muestra al momento de la observación.

OTMRST

- Se selecciona el OD y se homean para obtener tono marrón, tº 250º x 10 a 15 minutos.
- Se confeccionan moldes que contienen los otolitos.
- Se seccionan transversalmente a nivel de foco.
- Se extraen láminas de 0,5 mm, con máquina de corte de precisión.
- Se emplea aceite transparente sobre la muestra al momento de la observación.
- Las muestras son analizadas bajo microscopio estereoscópico con luz reflejada. Se emplea aumento 20X.
- Se emplea SAI para comparaciones y registros.
- Los datos obtenidos de la lectura son ingresados en BD.



Otolito de besugo observado bajo microscopio estereoscópico, longitud horquilla 23 cm.



Sección transversal otolito de besugo, longitud horquilla 34 cm.



Vista de anillos de crecimiento del otolito (longitud horquilla 34 cm) observados con aumento 45X.

Nombre Común:	Besugo
Nombre Científico:	<i>Epigonus crassicaudus</i>
Estructura:	Otolitos
Técnica para Lectura:	OE - OTMRST





Metodología

OEH

- Se reciben los otolitos en sobres de papel (timbrados con data de referencia).
- Se realiza un submuestreo proporcional a la distribución de frecuencia de tallas.
- Se ordenan en lotes para hidratación (desvinculados de datos biológicos).
- Cada lote de muestras es hidratado en agua durante 24 horas en cápsulas rotuladas, distribuidas en bandejas contenedoras.
- Se emplea pulido por la cara interna para distinguir mejor los anuli.
- El grano de lija es según necesidad y se emplea desde 600 hasta 1500.
- En ocasiones se emplea tinción negra para facilitar contraste en la observación.
- Las muestras son analizadas bajo microscopio estereoscópico con luz reflejada. Se emplea aumento 10X.
- Se sumerge la muestra en líquido clarificante.
- Se emplea SAI para comparaciones y registros especiales.
- Los datos obtenidos de la lectura son ingresados en BD.
- En subgrupos se emplea técnica de preparación OTMRST, lo que permite comparación.

OTMRST

- Se reciben los otolitos en sobres de papel (timbrados con data de referencia).
- Se realiza un submuestreo proporcional a la distribución de frecuencia de tallas.
- Se hornean los otolitos para obtener tono marrón, $t^{\circ} 200^{\circ} - 250^{\circ}C$ x 10 a 15 minutos.
- Se confeccionan moldes de resina que contienen los otolitos.
- Se seccionan, transversalmente, los moldes a nivel de foco.
- Se extraen láminas de 0,7 mm con máquina de corte de precisión.
- Las muestras son analizadas bajo microscopio estereoscópico con luz reflejada. Se emplea aumento 10X - 20X.
- Se emplea aceite transparente sobre la muestra al momento de la observación.
- Se emplea SAI para comparaciones y registros especiales.
- Los datos obtenidos de la lectura son ingresados en BD.

Congrio dorado



Sección otolito de congrio dorado con aumento 10X.



Otolito entero de congrio dorado, longitud total 52 cm.



Otolito entero de congrio dorado, longitud total 99 cm.

Nombre Común: Congrio dorado

Nombre Científico: *Genypterus blacodes*

Estructura: Otolitos

Técnica para Lectura: OEH - OTMRST





Merluza común

Metodología

OEH

- Se reciben los otolitos en sobres de papel (timbrados con data de referencia).
- Se realiza un submuestreo proporcional a la distribución de frecuencia de tallas.
- Se ordenan en lotes para hidratación (desvinculados de datos biológicos).
- Cada lote de muestras es hidratado en agua durante 24 horas en cápsulas rotuladas, distribuidas en bandejas contenedoras.
- Las muestras son analizadas bajo microscopio estereoscópico con luz reflejada. Se emplea aumento 10X.
- Se emplea luz transmitida para ubicación del foco.
- Se sumerge la muestra en líquido clarificante.
- Emplea SAI.
- Los datos obtenidos de la lectura son ingresados en BD.



Otolito entero de merluza común, longitud total 35 cm.



Otolito entero de merluza común, longitud total 29 cm.



Otolito entero de merluza común, longitud total 31 cm.

Nombre Común: Merluza común

Nombre Científico: *Merluccius gayi gayi*

Estructura: Otolitos

Técnica para Lectura: OEH



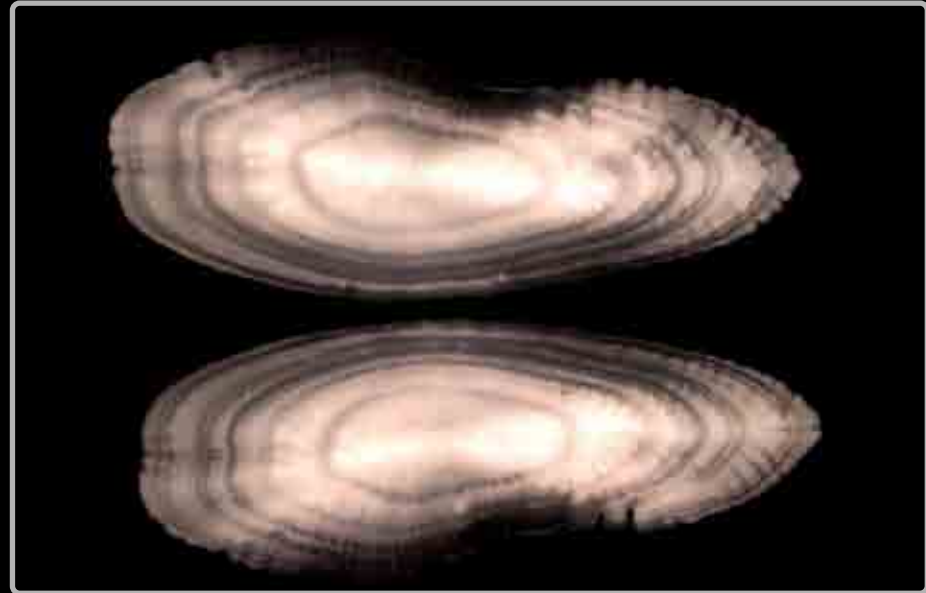


Metodología

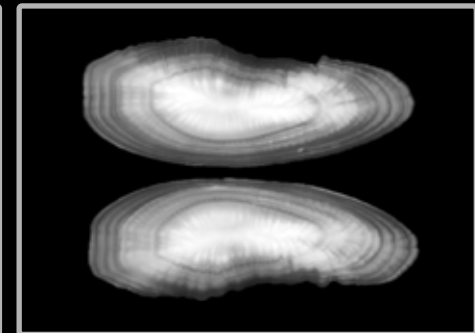
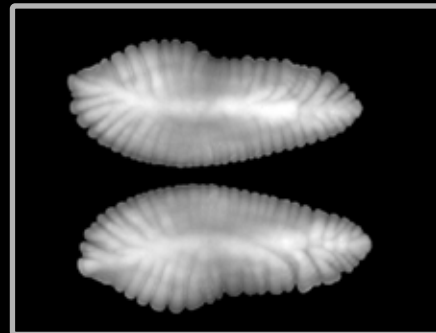
OEH

- Se reciben los otolitos en sobres de papel (timbrados con data de referencia).
- Se realiza un submuestreo proporcional a la distribución de frecuencia de tallas.
- Se ordenan en lotes para hidratación (desvinculados de datos biológicos).
- Cada lote de muestras es hidratado en agua durante 24 horas en cápsulas rotuladas, distribuidas en bandejas contenedoras.
- Se emplea pulido en caso necesario para distinguir mejor los anuli.
- El grano de lija empleado es según necesidad y se emplea desde 600 hasta 1500.
- Se emplea tinción negra para facilitar contraste en la observación.
- Las muestras son analizadas bajo microscopio estereoscópico con luz reflejada. Se emplea aumento 10X.
- Se emplea luz transmitida para ubicación del foco.
- Se sumerge la muestra en líquido clarificante.
- Se emplea SAI.
- Los datos obtenidos de la lectura son ingresados en BD.

Merluza de cola



Otolito entero de merluza de cola, longitud total 63 cm.



Otolito entero de merluza de cola, longitud total 20 cm. Otolito entero de merluza de cola, longitud total 52 cm.

Nombre Común: Merluza de cola

Nombre Científico: ***Macrurus magellanicus***

Estructura: Otolitos

Técnica para Lectura: OEH



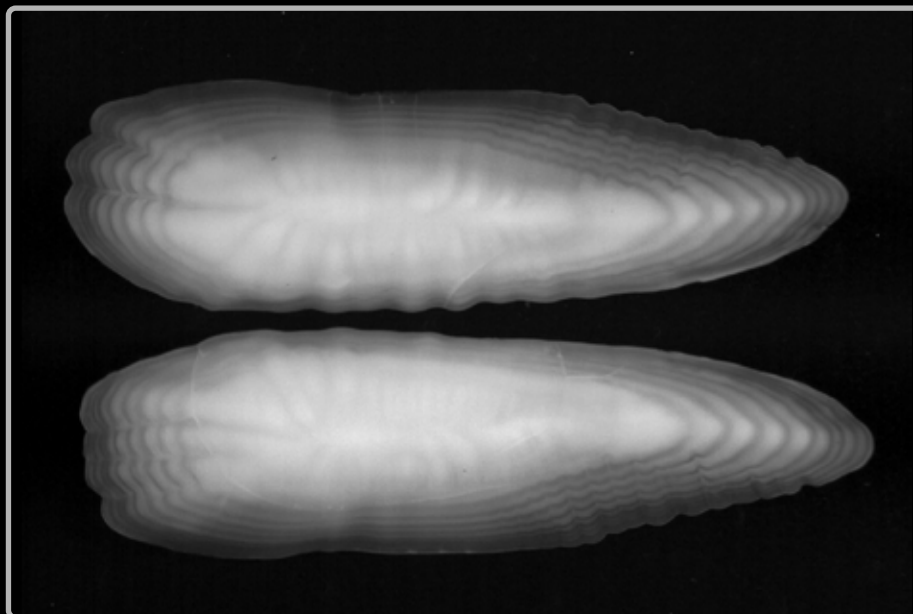


Metodología

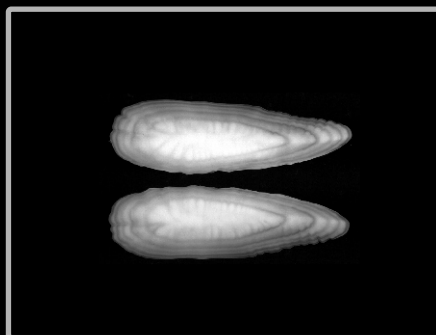
OEH

- Se reciben los otolitos en sobres de papel (timbrados con data de referencia).
- Se realiza un submuestreo proporcional a la distribución de frecuencia de tallas.
- Se ordenan en lotes para hidratación (desvinculados de datos biológicos).
- Cada lote de muestras es hidratado en agua durante 24 horas en cápsulas rotuladas, distribuidas en bandejas contenedoras.
- Se emplea pulido para distinguir mejor los annuli.
- El grano de lija empleado es según necesidad y se emplea desde 600 hasta 1500.
- En ocasiones se emplea tinción negra para facilitar contraste en la observación.
- Las muestras son analizadas bajo microscopio estereoscópico con luz reflejada. Se emplea aumento 10X.
- Se sumerge la muestra en líquido clarificante.
- Se emplea SAI para comparaciones y registros. Los datos obtenidos de la lectura son ingresados en BD.

Merluza de tres aletas



Otolito entero de merluza de tres aletas, longitud total 48cm.



Otolito entero de merluza de tres aletas, longitud total 42 cm.



Otolito entero de merluza de tres aletas, longitud total 41 cm.

Nombre Común: Merluza de tres aletas

Nombre Científico: *Micromesistius australis*

Estructura: Otolitos

Técnica para Lectura: OEH



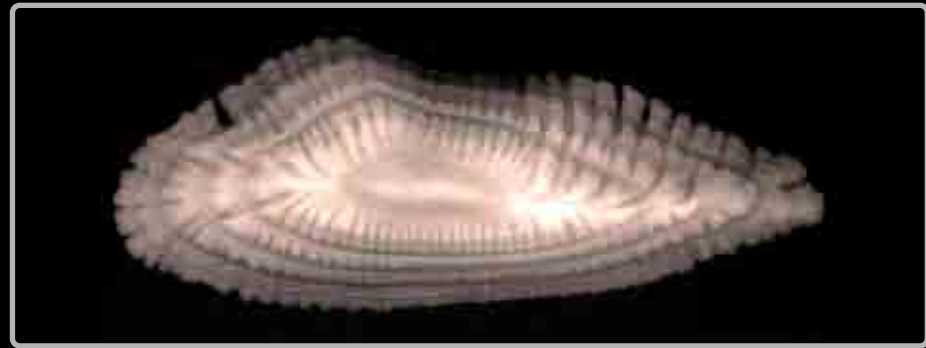


Merluza del sur

Metodología

SPT-OEH

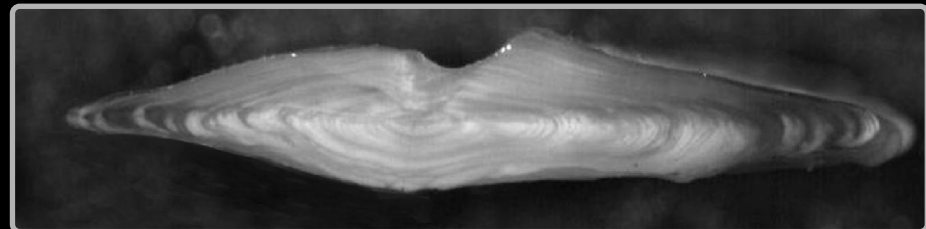
- Se reciben los otolitos en sobres de papel (timbrados con data de referencia).
- Se realiza un submuestreo proporcional a la distribución de frecuencia de tallas.
- Se ordenan en lotes para hidratación (desvinculados de datos biológicos).
- OI se prepara con hidratación.
- OD se prepara SPT, con un corte transversal a nivel de foco.
- Se emplea líquido clarificante sobre la muestra al momento de la observación.
- Los otolitos ya preparados con SPT, se ubican secuencialmente sobre plasticina, lo que se emplea para fijar las muestras en la posición deseada.
- Las muestras son analizadas bajo microscopio estereoscópico con luz reflejada.
- Se utiliza aumento de 10X a 20X.
- Se emplea SAL.
- Los datos obtenidos de la lectura son ingresados en BD.



Otolito entero de merluza del sur, longitud pez 54 cm.



Sección rostro del otolito derecho observado bajo microscopio estereoscópico con aumento 10X, longitud total 88 cm.



Sección rostro del otolito derecho observado bajo microscopio estereoscópico con aumento 10X en escala de grises, longitud total 68 cm.

Nombre Común:	Merluza del sur
Nombre Científico:	<i>Merluccius australis</i>
Estructura:	Otolitos
Técnica para Lectura:	SPT - OEH





Metodología

OMRSL

- Se reciben los otolitos en sobres de papel (timbrados con data de referencia).
- Se realiza un submuestreo proporcional a la distribución de frecuencia de tallas.
- Se emplean láminas de 0.7- 0,9 mm, se tratan en la pulidora hasta obtener el espesor requerido, se montan en portaobjetos rotulados.
- Se utiliza, para la lectura, un microscopio con luz transmitida. Se emplea aumento desde 100 a 1000X.
- Se emplea SAI para comparaciones y registros especiales.
- Los datos obtenidos de la lectura son ingresados en BD.

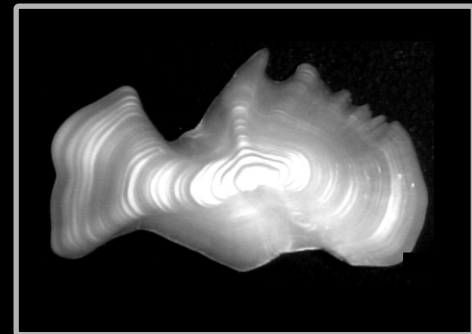
Orange roughy



Otolito orange roughy, longitud horquilla 45 cm.



Lámina de otolito de orange visto al microscopio.



Otolito entero de Orange roughy, longitud horquilla 30 cm.

Nombre Común: Orange roughy

Nombre Científico: *Hoplostethus atlanticus*

Estructura: Otolitos

Técnica para Lectura: OMRSL



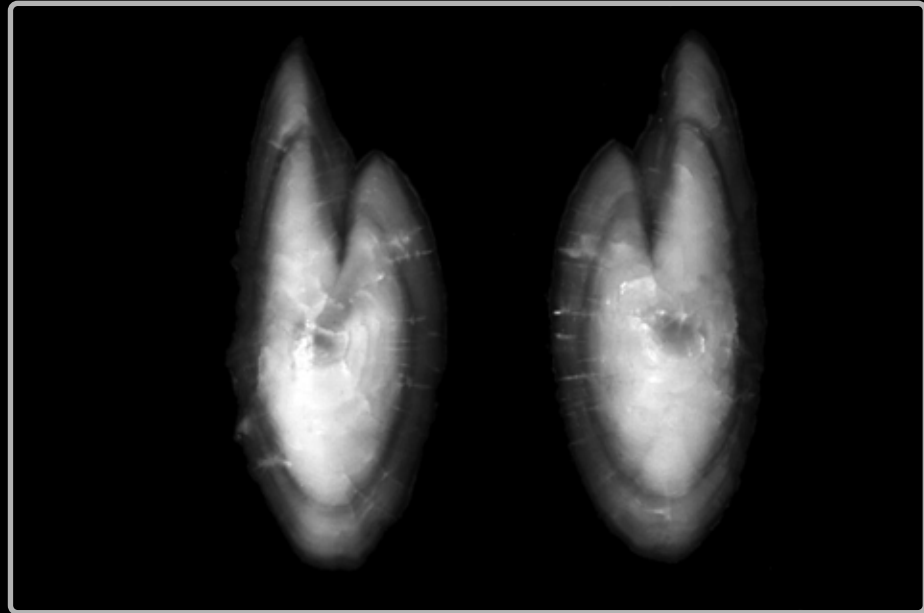


Anchoveta

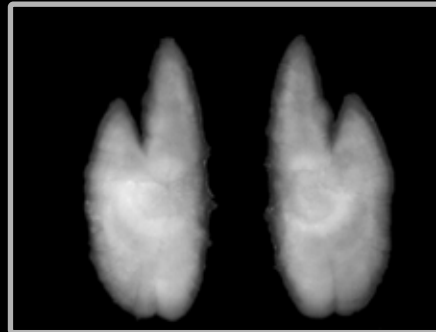
Metodología

OE

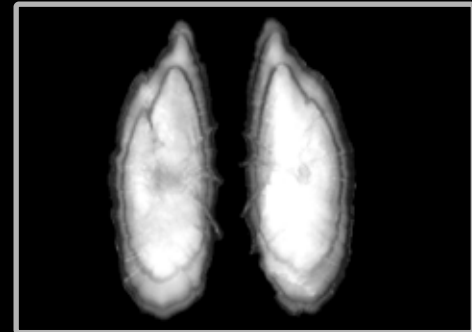
- Las muestras se almacenan en dispensadores denominados comúnmente "cartones" los cuales, básicamente, son confeccionados de cartón piedra, en tablillas de 10 x 14 cm. Contienen 24 cavidades con fondo de color negro, en donde se almacenan de forma correlativa los pares de otolitos.
- Depositados los otolitos, se cubren con cinta adhesiva transparente.
- Por el anverso del cartón trae registrado el número correlativo en cada orificio. Por el reverso está la información de procedencia.
- Al momento de la observación, bajo microscopio, los otolitos se sumergen en aceite, para lo cual se emplea una placa de Petri con fondo negro.
- Las muestras son analizadas con luz reflejada y aumento de 20X.
- Se emplea SAI para generar imágenes de referencia.
- Los datos son ingresados en BD.



Otolito entero de anchoveta, longitud total 16 cm.



Otolito entero de anchoveta, longitud total 9,5 cm.



Otolito entero de anchoveta, longitud total 18 cm.

Nombre Común: Anchoveta

Nombre Científico: *Engraulis ringens*

Estructura: Otolitos

Técnica para Lectura: OE





Caballa

Metodología

OE

- Las muestras son almacenadas en cartones que presentan 24 cavidades, en cada una de ellas se encuentran los pares de otolitos cubiertos con cinta adhesiva transparente, identificadas con un número correlativo.
- En el análisis de las muestras, se emplea luz reflejada con aumento de 20X y para la visualización del núcleo se utiliza luz transmitida.
- El otolito es depositado en una placa de Petri (fondo negro) con aceite, lo que facilita la visualización de los anillos de crecimiento.
- Finalizada la lectura, son depositados en los mismos cartones y cubiertos con cinta adhesiva transparente.
- Los datos obtenidos son ingresados en BD.



Otolito de caballa, longitud horquilla 29 cm.



Otolito de caballa, longitud horquilla 41 cm.



Otolito de caballa, longitud horquilla 30 cm.

Nombre Común: Caballa

Nombre Científico: *Scomber japonicus*

Estructura: Otolitos

Técnica para Lectura: OE





Jurel

Metodología

OE

- Las muestras se almacenan en dispensadores denominados comúnmente "cartones", los cuales contienen 24 cavidades, en las que se depositan los pares de otolitos cubiertos con cinta adhesiva transparente.
- Por el anverso del cartón trae registrado el número correlativo en cada orificio. Por el reverso está la información de procedencia.
- Al momento de la observación, bajo microscopio, los otolitos se sumergen en aceite, para lo cual se emplea una placa de Petri con fondo negro.
- Las muestras son analizadas con luz reflejada y aumento de 10X.
- Se emplea SAI.
- Los datos son ingresados en BD.

SPT

- Para peces cuya longitud horquilla es mayor a 45 cm, se analiza además el otolito derecho el cual es seccionado por el foco con corte transversal, las secciones son pulidas con lija al agua de grano fino y luego tostadas en mechero Bunzen.
- Se analiza bajo microscopio estereoscópico con 20 aumentos.



Otolito entero de jurel visto con aumento 10X. Longitud horquilla 42 cm.



Sección del otolito derecho observado bajo microscopio estereoscópico con aumento 20X.



Imagen del par de otolitos de jurel.

Nombre Común:	Jurel
Nombre Científico:	<i>Trachurus murphyi</i>
Estructura:	Otolitos
Técnica para Lectura:	OE - SPT



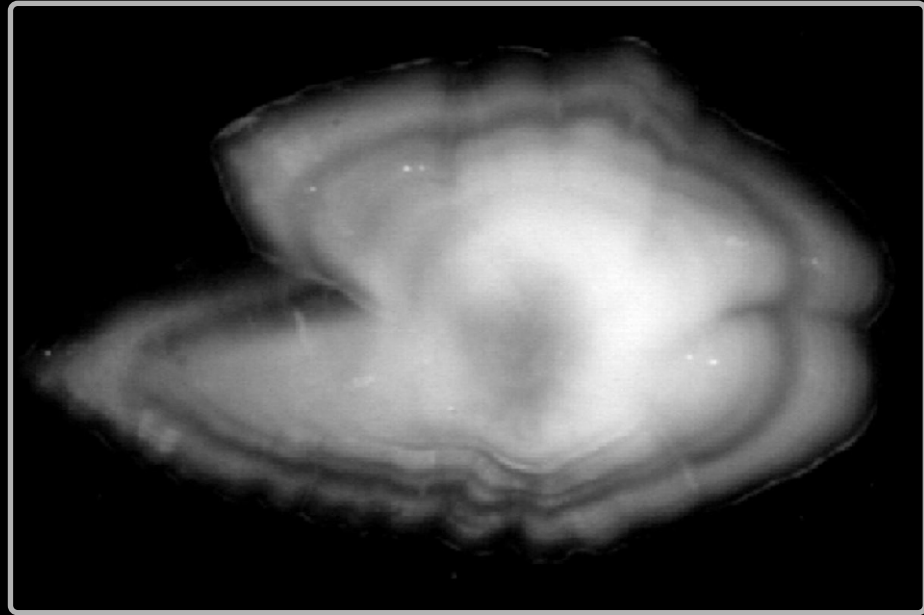


Metodología

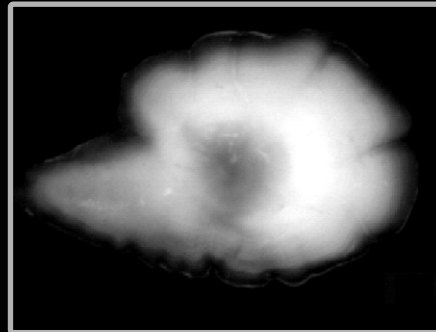
OE

- Las muestras se almacenan en cartones que presentan 24 cavidades, en cada una de ellas se encuentran los pares de otolitos cubiertos con cinta adhesiva transparente para su protección.
- En cada cavidad se registra un número correlativo, y por el reverso del cartón se indica la procedencia del muestreo, lo cual permite asociarlo a la data biológica pesquera.
- Para el análisis, los otolitos se sumergen en una placa de Petri con fondo negro.
- En la observación se emplea microscopio estereoscópico con un aumento 20X y luz reflejada.
- Se emplea SAI para generar registros de imágenes para colección de referencia.
- Los datos obtenidos son ingresados en BD.

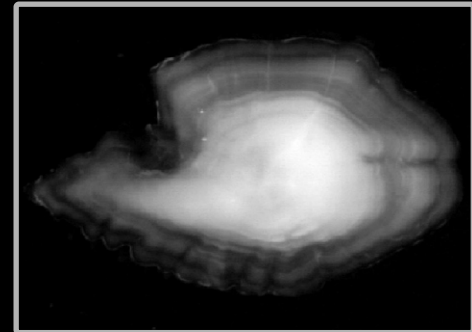
Sardina común



Otolito de sardina común, longitud total 14,5 cm.



Otolito de sardina común, longitud total 10,0 cm.



Otolito de sardina común, longitud total 15,5 cm.

Nombre Común: Sardina común

Nombre Científico: ***Strangomera bentincki***

Estructura: Otolitos

Técnica para Lectura: OE





Sardina fueguina

Metodología

OE

- Las muestras se almacenan en cartones que presentan 24 cavidades, en cada una de ellas se encuentran los pares de otolitos cubiertos con cinta adhesiva transparente para su protección.
- En cada cavidad se registra un número correlativo y por el reverso del cartón se indica la procedencia del muestreo, lo cual permite asociarlo a la data biológica pesquera.
- Para el análisis, los otolitos se sumergen en una placa de Petri con fondo negro y se ubican en un microscopio estereoscópico.
- En la observación se emplea luz reflejada con un aumento 20X.
- Se emplea SAI para generar registros de imágenes para colección de referencia.
- Los datos obtenidos son ingresados en BD.



Otolito de sardina fueguina, longitud total 11 cm.



Otolito de sardina fueguina, longitud total 15,5 cm.



Otolito de sardina fueguina, longitud total 18 cm.

Nombre Común: Sardina fueguina

Nombre Científico: *Sprattus fuegensis*

Estructura: Otolitos

Técnica para Lectura: OE





Pez espada

Metodología

LFT

- Se emplean láminas obtenidas de la segunda espina de la aleta anal.
- Las secciones transversales son tomadas con 1,5 mm de espesor, usando una máquina de corte de precisión.
- Se almacenan las muestras en sobres rotulados y en envases que permiten conservar las secciones intactas en el tiempo.
- Para el análisis, las muestras se sumergen bajo agua, como líquido aclarador, utilizando en la observación microscopio estereoscópico con luz reflejada y aumento 10X. En ocasiones, se utilizan mayores aumentos para la observación de detalles.
- Se emplea SAI para generar registros de referencia.
- Los datos obtenidos de las lecturas son ingresados en BD.



Espina de pez espada, mandíbula inferior horquilla de 261 cm de longitud.



Espina de pez espada, longitud mandíbula inferior horquilla de 224 cm.



Lámina fina de espina de pez espada.

Nombre Común: Pez espada

Nombre Científico: *Xiphias gladius*

Estructura: Espina

Técnica para Lectura: LFT





Tiburón azulejo

Metodología

- Las vértebras de interés son obtenidas mediante una incisión por delante de la primera aleta dorsal, en un sector inmediatamente superior a las hendiduras branquiales.
- Esta porción de muestreo es etiquetada y congelada.
- En el laboratorio, a las muestras de columna vertebral se les extrae su musculatura y tejido conectivo.

IVE

- Se registran imágenes de las vértebras enteras las cuales son de utilidad en el proceso.

LFL

- Se extrae lámina longitudinal de cada vértebra (0,7 mm de espesor), empleando máquina de corte de precisión. Se aplica pulido en caso necesario.
- Se almacenan en portaobjetos seriados y se analizan empleando microscopio estereoscópico a 10X provisto de luz transmitida, generando base de datos de imágenes.



Vértebra entera de tiburón azulejo, longitud horquilla 184 cm.



Vistas frontal de vértebras enteras de tiburón azulejo.



Vista frontal y lateral de vértebra entera.

Nombre Común: Tiburón azulejo

Nombre Científico: *Prionace glauca*

Estructura: Vértebras

Técnica para Lectura: IVE - LFL





Tiburón marrajo

Metodología

- Las vértebras de interés son obtenidas mediante una incisión por delante de la primera aleta dorsal, en un sector inmediatamente superior a las hendiduras branquiales.
- Esta porción de muestreo es etiquetada y congelada.
- En el laboratorio, a las muestras de columna vertebral se les extrae su musculatura y tejido conectivo.

IVE

- Se registran imágenes de las vértebras enteras, las cuales son de utilidad en el proceso de determinación de edad, especialmente, en los ejemplares jóvenes.

LFL

- Se extrae lámina longitudinal de cada vértebra (0,7 mm de espesor), empleando máquina de corte de precisión y, posteriormente, se somete a máquina pulidora si la muestra lo requiere.
- Se almacenan en portaobjetos seriados y se analizan usando microscopio estereoscópico a 10X provisto de luz transmitida, generando base de datos de imágenes.

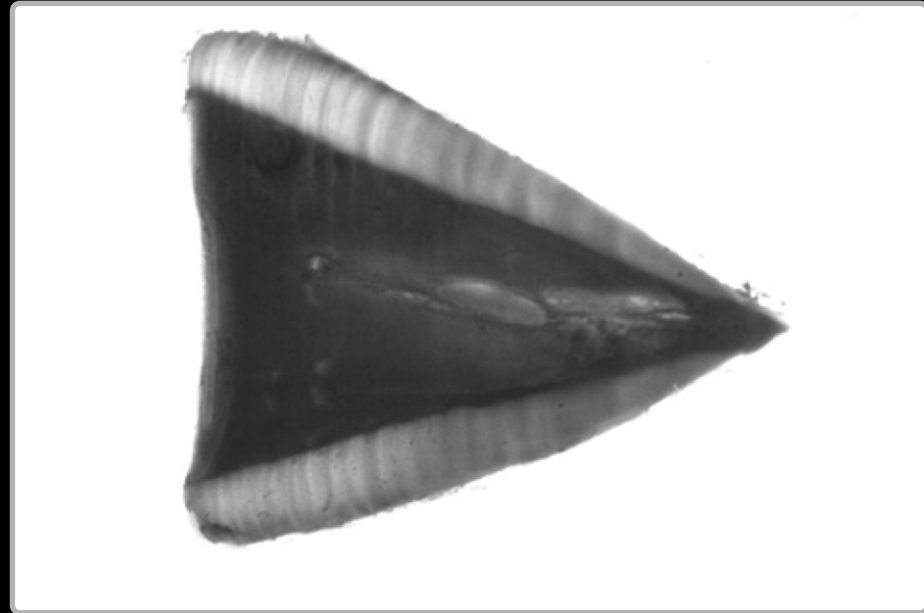


Lámina de vértebra de tiburón marrajo, longitud horquilla 255 cm.

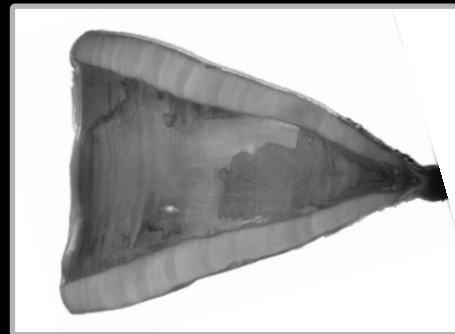


Lámina de vértebra de tiburón marrajo, en escala de grises.



Lámina de vértebra de tiburón marrajo.

Nombre Común:	Tiburón marrajo
Nombre Científico:	<i>Isurus oxyrinchus</i>
Estructura:	Vértebras
Técnica para Lectura:	IVE - LFL



SITIOS DE INTERÉS

Alaska dept of Fish and Game Otolith Processing Laboratory.

Age Determination Unit (ADFG) <http://tagotoweb.adfg.state.ak.us/ADU/default.asp>

Alaska Fisheries Science Center (AFSC) www.afsc.noaa.gov/refm/age/interactive.htm

Centre Mediterrani D'Investigacions Marines I Ambientals (AFORO) www.cmima.csic.es/

Comisión para la Conservación de los Recursos Vivos Marinos Antárticos. (CCAMLR) www.ccamlr.org/default.htm

CRC Reef Research Center www.reef.crc.org.au/research/fishing_fisheries/fishage.htm

Florida Fish and Wildlife Conservation Commission www.floridamarine.org/features/category_sub.asp?id=5573

Gulf States Marine Fisheries Commission www.gsmfc.org

HNortheast Fisheries Science Center <http://www.nefsc.noaa.gov/>

Humboldt State University Department of fisheries Biology www.humboldt.edu/~fish/facilities/agegrowth.html/

Instituto del Mar del Perú (IMARPE) www.imarpe.gob.pe/imarpe/index.php

Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero (INIDEP) www.inidep.gov.ar/

Laboratoire de Sclerochronologie des Animaux Aquatiques (LASAA) www.ifremer.fr/lasaa/index.htm

Larval otolith Microstructure www.astrosurf.com/re/otolith_bio.html

Massachusetts Division of Marine Fisheries www.mass.gov/dfwele/dmf/index.html

Nacional Institute of Water & Atmospheric Research (NIWA) www.niwa.cri.nz/

NOAA Fisheries Service (NOAA) [www.nmfs.noaa.gov/Oceanic Fisheries Programme](http://www.nmfs.noaa.gov/Oceanic_Fisheries_Programme)
www.spc.int/OceanFish/Html/TEB/Otolith/Otolith.htm

Otolith Research Laboratory (ORL) www.marinebiodiversity.ca/otolith/english/home.htm

Pacific Islands Fisheries Science Center (PIFSC) <http://www.pifsc.noaa.gov/>

Pacific States Marine Fisheries Commission (CARE) www.psmfc.org/care/index.htm

Southeast Fisheries Science Center (SEFSC) <http://www.sefsc.noaa.gov/>

The Otolith Page www.iphc.washington.edu/staff/joan/otolith.htm