

ESTIMACIÓN DE LA EDAD Y EL CRECIMIENTO DE LA MERLUZA AUSTRAL
Merluccius australis (HUTTON, 1872) DEL MAR ARGENTINO*

por

FEDERICO L. GORINI¹, VIVIANA E. ABACHIAN y ANALÍA R. GIUSI

Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero (INIDEP),
Paseo Victoria Ocampo N° 1, Escollera Norte, B7602HSA - Mar del Plata, Argentina

¹correo electrónico: fgorini@inidep.edu.ar

SUMMARY

Age and growth of southern hake *Merluccius australis* (Hutton, 1872) of the Argentine Sea. Southern hake (*Merluccius australis*) age and growth were estimated using *sagittae* otoliths obtained in research cruises and observers' programs. The only annual growth ring observed, formed by two bands, one hyaline and another opaque, corresponded to winter and summer growth, respectively. According to the analysis of otoliths edge, birthday was established on 1st July. Within the age range observed, that comprised 3-18 year old specimens, age groups 7, 8 and 9 were the most frequently identified in both sexes. Growth parameters estimates showed significant differences between them.

RESUMEN

Se presenta un análisis del crecimiento y una estimación de la edad de la merluza austral (*Merluccius australis*) del Mar Argentino realizados utilizando otolitos *sagittae* provenientes de campañas de investigación y del muestreo realizado por observadores. El único anillo de crecimiento anual que se observó, formado por dos bandas, una hialina y otra opaca, correspondió al crecimiento de invierno y verano, respectivamente. De acuerdo con el análisis de borde, la fecha de cumpleaños se fijó el 1° de julio. Dentro del rango de edad observado, que abarcó especímenes de entre 3 y 18 años, las edades 7, 8 y 9 fueron las que se identificaron con mayor frecuencia en ambos sexos. La estimación de los parámetros de crecimiento permitió observar diferencias significativas entre ellos.

Key words: *Merluccius australis*, age, growth, Southwest Atlantic Ocean.

Palabras clave: *Merluccius australis*, edad, crecimiento, Océano Atlántico Sudoccidental.

INTRODUCCIÓN

El género *Merluccius* está representado por dos especies en el Océano Atlántico Sudoccidental, *M. hubbsi* y *M. australis*. La primera se distribuye principalmente desde los 34° S hasta los 48° S y está integrada por dos unidades demográficas (Bezzi *et al.*, 2004). Además, constituye el principal recurso íctico de la región, tanto por su rol en el ecosistema como por su importancia social y económica. La segunda se encuentra al sur de dicha latitud, bordeando el continente americano y continuando su distribución en el Océano Pacífico, donde se halla su principal área de concentración (Aguayo-Hernández, 1995; Giussi *et al.*, 2004). Se conoce muy poco acerca de la biología de esta especie. La misma presenta hábitos demersales y se relaciona directamente con aguas frías de la corriente de Malvinas. Se alimenta principalmente de merluza de cola (*Macruronus magellanicus*), polaca (*Micromesistius australis*) y de algunos cefalópodos como *Loligo gahi* e *Illex argentinus* (García de la Rosa *et al.*, 1997; Giussi *et al.*, 2004). Sus áreas de puesta y época de reproducción en el Mar Argentino no están identificadas, pero se estima que pueden ocurrir durante los meses de julio a septiembre, en sectores localizados entre 51° S y 55° S y desde los 200 m a 400 m de profundidad (Ciechowski *et al.*, 1975; Cotrina, 1981). En aguas chilenas, la merluza austral desova principalmente entre los meses de junio y agosto (Aguayo-Hernández, 1995) y los primeros indicios de puesta se registran en el rango de 45-49 cm de longitud total para ambos sexos (Ojeda y Aguayo, 1986).

Ojeda y Aguayo (1986) y Horn (1997) proporcionaron información sobre los parámetros de crecimiento de los individuos capturados en aguas chilenas y neozelandesas, mientras que no existen antecedentes sobre los que habitan en el Mar Argentino. Por esta razón, y dada la relevan-

cia que tiene el conocer el crecimiento específico, se propone observar la periodicidad de las marcas presentes en los otolitos, determinar la edad y estimar los parámetros de crecimiento de la merluza austral.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se analizó un total de 883 pares de otolitos *sagitta* de merluza austral provenientes de ejemplares capturados en diferentes campañas de investigación pesquera y de los muestreos obtenidos por los observadores a bordo de la flota comercial. El rango de longitudes totales (LT) de los ejemplares fue de 37 cm a 93 cm para los machos y de 41 cm a 110 cm para las hembras.

Para realizar la lectura de los anillos de crecimiento, se empleó uno de los métodos propuestos por Malaspina *et al.* (2008). El método consiste en tostar el otolito en horno eléctrico a 270 °C, incluirlo en resina epoxi incolora y cortarlo transversalmente a través del núcleo mediante una cortadora Buehler Iso Met.

Los otolitos empleados para la estimación de los parámetros de crecimiento (N = 649) fueron leídos dos veces por dos lectores, dejando transcurrir un tiempo prudencial entre las lecturas, de modo de mantener su independencia. En los casos en que no hubo coincidencia, se realizó una lectura conjunta discutiendo las diferencias. Cuando las discrepancias persistieron, el otolito fue descartado.

Validación de las marcas de crecimiento para la asignación de la edad

La validación de la edad se llevó a cabo mediante la selección de una submuestra de 234 pares de otolitos, los cuales cubrieron el período anual. La observación se realizó empleando un microscopio estereoscópico de discusión con un aumento de 16x, luz incidente y fondo oscuro. En

las secciones se observaron los anillos opacos como bandas claras y los hialinos como bandas oscuras.

La lectura se efectuó principalmente en el lóbulo inferior de la zona ventral interna, donde la alternancia de bandas hialinas y opacas fue más conspicua. Asimismo, se identificó el anillo marginal, a los efectos de estimar la variación en el porcentaje de borde hialino (H) y opaco (O) a lo largo del año y de esta forma validar la edad.

Crecimiento

La estimación de los parámetros de crecimiento del modelo de von Bertalanffy (1938) se realizó con la información de las longitudes medias, la varianza y el número de individuos por grupo de edad, datos obtenidos a partir de la lectura de los otolitos. El ajuste de dichos parámetros para cada sexo, se llevó a cabo mediante el método de máxima verosimilitud, comparándose estadísticamente la igualdad en las curvas de crecimiento (Aubone y Wöhler, 2000). Se utilizó una planilla de cálculo realizada con el programa Excel y se empleó la prueba de Fisher para la comparación de los parámetros.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Descripción del otolito *sagitta*

El otolito *sagitta* de la merluza austral es delgado y de forma oblonga, con cantos serrados y estrías a lo largo de sus bordes dorsal y ventral. Presenta un rostro prominente, el cual, en individuos adultos, finaliza como una proyección en punta. En la zona ventral, se observa una depresión longitudinal flanqueada por las crestas, la cual se prolonga en forma paralela al eje mayor de la estructura, denominada *sulcus acusticus* (Figura 1).

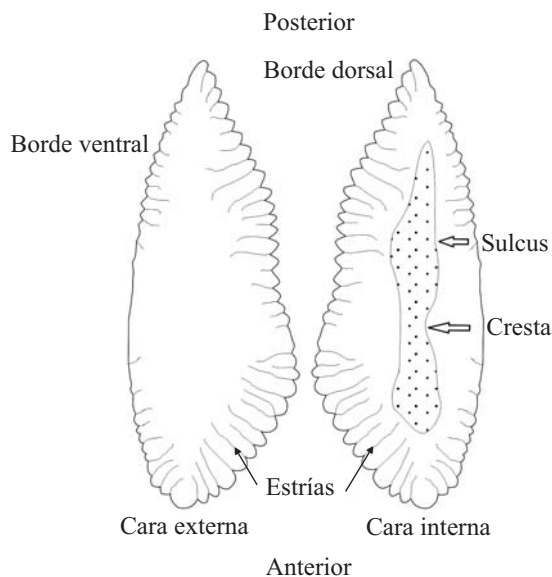


Figura 1. Morfología del otolito *sagitta* de *Merluccius australis*.

Figure 1. Morphology of *Merluccius australis sagitta* otolith.

Validación de las marcas de crecimiento y asignación de la edad

De acuerdo con los resultados obtenidos, se observó que al cabo del ciclo anual se forma un único anillo de crecimiento conformado por una banda hialina y otra opaca. Durante todos los meses se observaron otolitos con bordes translúcidos mientras que los opacos se detectaron sólo en los meses de verano, otoño y primavera (Figura 2). En los meses fríos (abril-septiembre) existió un alto porcentaje de margen hialino, reflejando el crecimiento lento, mientras que el material opaco fue escaso o ausente. En cambio, en los meses de mayor temperatura (noviembre-marzo), los porcentajes se invirtieron, con valores máximos de material opaco (crecimiento rápido) y bajo o nulo de material hialino.

Probablemente, la ausencia de bordes opacos durante algunos meses se deba a que sólo individuos adultos están presentes en el Mar Argentino, en los cuales la visualización de este tipo de mar-

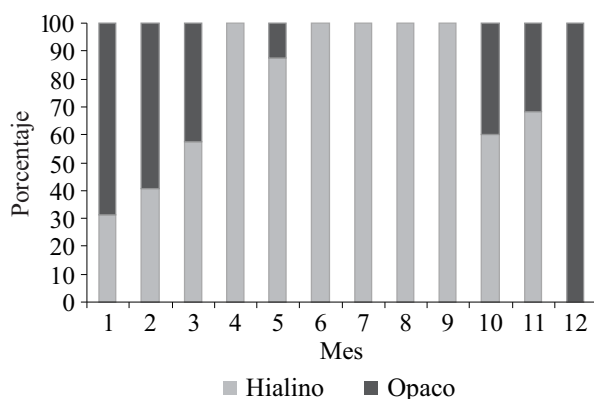


Figura 2. Variación mensual del porcentaje de borde marginal hialino u opaco observado en los otolitos de *Merluccius australis*.

Figure 2. Monthly variation of opaque or hyaline edge percentage observed in *Merluccius australis* otoliths.

gen se dificulta. En cambio, Ojeda y Aguayo (1986) y Horn (1997) que analizaron ejemplares provenientes del Océano Pacífico Sudoriental y Sudoccidental, respectivamente, siempre destacaron la presencia de bordes opacos aunque observaron altos porcentajes de bordes translúcidos durante los meses fríos.

Un aspecto fundamental de la asignación de la edad en los peces lo constituye el establecimiento de la fecha de cumpleaños. Parece evidente que las zonas hialinas se completan durante junio-

agosto, meses en los cuales los peces estarían en condiciones de reproducirse, de acuerdo con las observaciones realizadas en la plataforma argentina (julio a septiembre) (Ciechowski *et al.*, 1975; Cotrina, 1981). Por tales razones, se estableció como fecha de cumpleaños el 1° de julio.

Al momento de realizar la asignación de la edad, se consideró el número de anillos hialinos y la fecha de captura de los ejemplares. Si los mismos fueron capturados durante el primer semestre, la edad era igual al número de anillos hialinos, restándose el que se encontraba en el borde del otolito. Para aquellos capturados entre los meses de julio a diciembre, el grupo de edad adjudicado era igual al número de anillos hialinos presentes.

Interpretación de las marcas de crecimiento en los otolitos

En el centro del otolito cortado transversalmente se identificó el núcleo, rodeado por una zona opaca ancha delimitada por un fino anillo hialino que conforman el denominado primordio y que delimita la llamada zona pelágica (Figura 3). Si bien en la merluza austral no se realizaron estudios referentes al crecimiento diario, los disponibles para otras especies del mismo género, como la

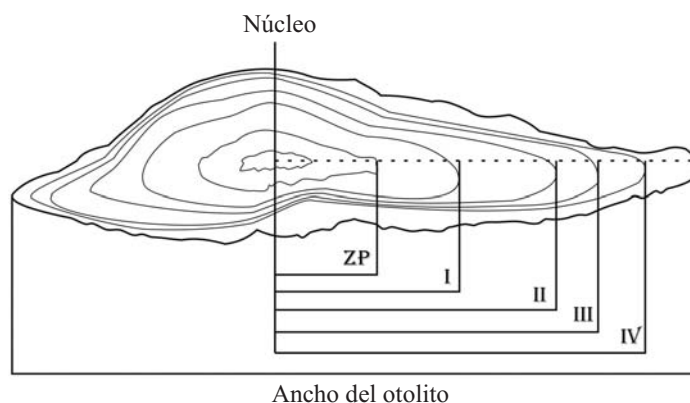


Figura 3. Esquema del corte transversal de un otolito e identificación del patrón de crecimiento: zona pelágica (ZP) y anillos de crecimiento.

Figure 3. Cross section scheme of an otolith and identification of the growth pattern: pelagic zone (ZP) and growth rings.

merluza común, han permitido determinar el momento de formación de los primeros anillos de crecimiento. En *M. hubbsi* estaría relacionado tanto con la metamorfosis de las larvas y el posterior asentamiento en el fondo, que ocurriría pasados los dos meses de vida (Buratti, 2003), o bien con la disminución de la tasa de crecimiento diario, que ocurre durante la etapa juvenil y se asociaría tanto con el cambio de hábitat, de pelágico a demersal, como con la dieta (Santos y Renzi, 2006). Estos análisis permiten suponer una formación similar en la merluza austral. En otras especies se han detectado anillos secundarios similares, usualmente denominados anillo demersal, pelági-

co o de reclutamiento (ICSEAF, 1983; Orsi Relini *et al.*, 1989; Renzi y Pérez, 1992; Torres *et al.*, 1996; Morales-Nin *et al.*, 1998). Análogamente, en la merluza austral, la ancha banda opaca y la delgada translúcida anterior al primer anillo anual podría considerarse como el límite del primordio o el anillo demersal o pelágico.

La identificación del primer anillo anual no resultó sencilla en muchos de los otolitos observados, debido a su aspecto difuso y poco notorio, por tanto, se tomó como primer anillo verdadero aquel que no presentaba interrupciones en su forma y se encontraba claramente visible a continuación del anillo demersal (Figura 4).

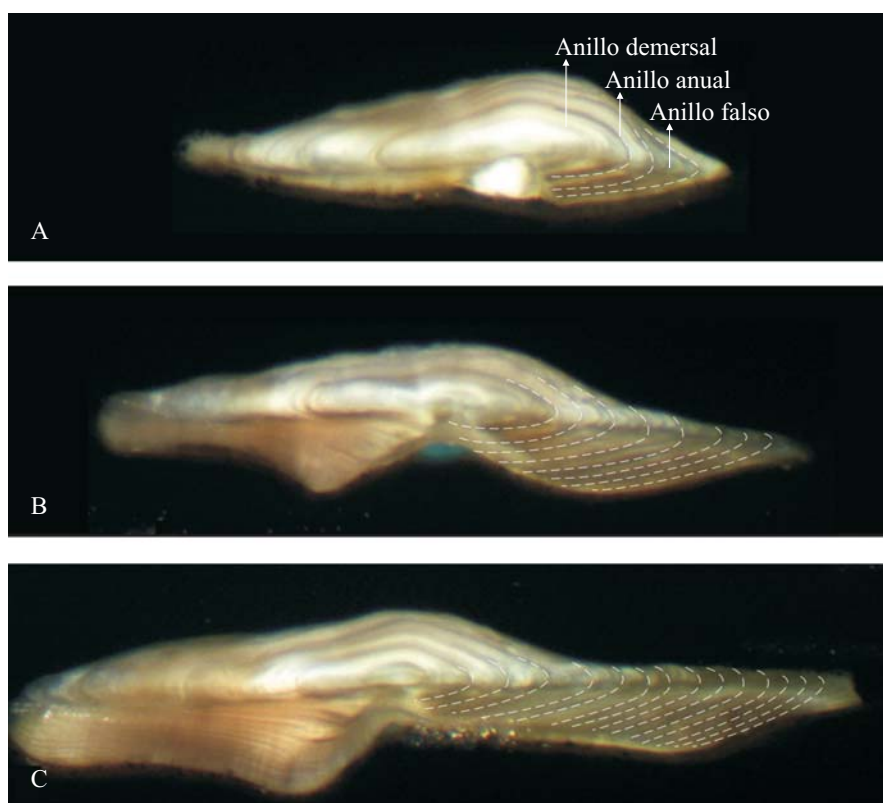


Figura 4. Secciones transversales de otolitos de *Merluccius australis* observadas mediante microscopio estereoscópico con un aumento de 16x. Los otolitos corresponden a peces adultos de distintos tamaños con identificación de: 3 anillos, LT 44 cm (A); 8 anillos, LT 69 cm (B) y 14 anillos, LT 83 cm (C).

Figure 4. Transversal sections of *Merluccius australis* otoliths observed using a stereoscopic microscope with a 16x magnification. Otoliths correspond to adult fish of different sizes with identification of: 3 rings, TL 44 cm (A) and 14 rings, TL 83 cm (C).

El resto de los anillos hialinos presentaron formas similares aunque estuvieron mejor definidos y con coloración más oscura. La presencia de bandas falsas generó incertidumbre en la lectura al identificar cuales de ellas deberían ser consideradas como anillos verdaderos. Las diferencias más notorias se presentaron tanto en la coloración, que resultó mucho más clara, como en la discontinuidad en algunos sectores de los anillos (Figura 4).

Si bien la distancia entre anillos anuales no fue registrada, se observó una disminución de la

misma en dirección al borde de los otolitos. En los ejemplares más longevos las bandas opacas, cercanas al borde, fueron más estrechas a medida que se alejaban del primordio.

Crecimiento

El rango de edades observado en las muestras analizadas se situó entre 3 y 18 años. La edad máxima registrada entre los machos fue 14, siendo los grupos de edad 5 a 9 los más frecuentes. Entre las hembras, las edades 7, 8 y 9 fueron las

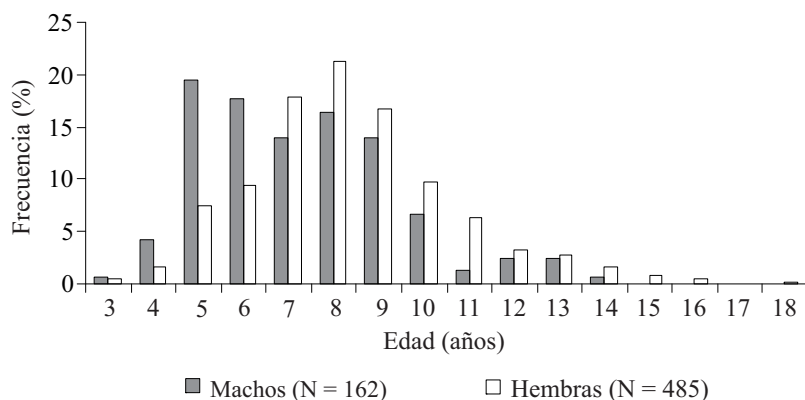


Figura 5. Distribución de frecuencia de edades por sexo de *Merluccius australis*.
Figure 5. *Merluccius australis* age frequency distribution per sex.

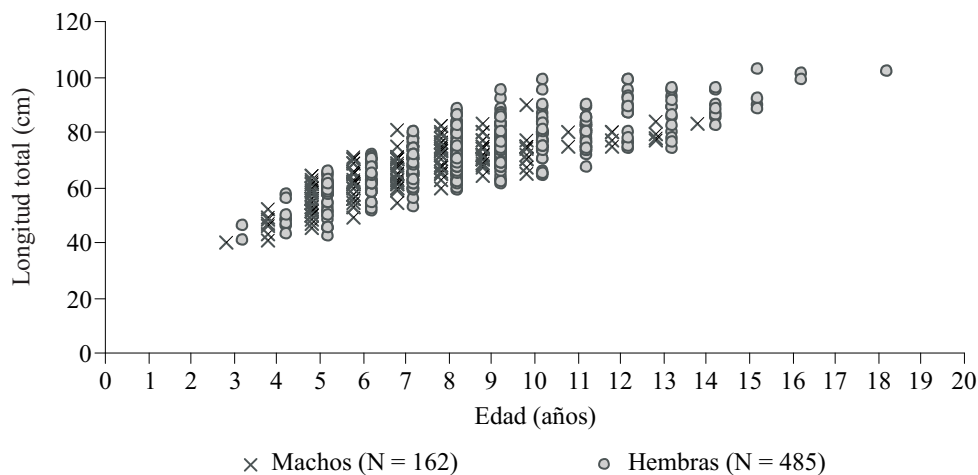


Figura 6. Longitud total y edad asignada a ambos sexos considerando la fecha de cumpleaños y la de captura.
Figure 6. Total length and age assigned to both sexes considering the birthday and catch date.

Tabla 1. Longitud total (LT) promedio observada y estimada, varianza y número de individuos por grupo de edad y sexo.
 Table 1. Average total length (LT) observed and estimated, variance and number of individuals per group of age and sex.

Edad	Machos				Hembras			
	LT (cm) observada	Varianza	N	LT (cm) estimada	LT (cm) observada	Varianza	N	LT (cm) estimada
3	-	-	-	-	43,500	12,500	2	43,441
4	46,571	13,619	7	46,420	49,375	23,411	8	50,727
5	55,063	26,190	32	55,050	56,556	38,368	36	57,078
6	61,207	33,884	29	61,590	62,674	29,825	46	62,613
7	65,826	35,150	23	66,547	68,494	35,671	87	67,438
8	72,185	33,464	27	70,303	71,718	42,949	103	71,643
9	72,696	20,403	23	73,149	75,074	45,594	81	75,308
10	73,636	43,255	11	75,307	77,702	52,170	47	78,503
11	77,500	12,500	2	76,941	79,258	27,065	31	81,287
12	78,000	6,000	4	78,180	86,125	73,317	16	83,714
13	79,500	9,667	4	79,119	85,692	52,731	13	85,829
14	-	-	-	-	88,625	23,411	8	87,673
15	-	-	-	-	96,429	38,952	4	89,280

mejores representadas, mientras que la más longeva capturada fue de 18 años (Figuras 5 y 6). En los ejemplares hallados en aguas chilenas, la edad máxima registrada fue de 30 años, y provino de un ejemplar capturado a comienzos de la pesquería (Ojeda y Aguayo, 1986).

Las longitudes medias por grupo de edad fueron mayores en las hembras, permitiendo suponer crecimiento diferencial entre sexos. Si bien esta diferencia se observó en todo el rango de edades, fue más notoria a partir de la edad 9 (Tabla 1, Figura 7).

La estimación de los parámetros de crecimiento, cuyos rangos de edades considerados fueron de 4 a 13 en machos y de 3 a 15 en hembras, corroboraron las diferencias. La constante de crecimiento K de las hembras fue menor que la de los machos, evidenciando que alcanzan más tarde la longitud infinita, aunque ésta es notoriamente mayor que la de los machos (Tabla 2). Similares tendencias en los resultados se observaron tanto en

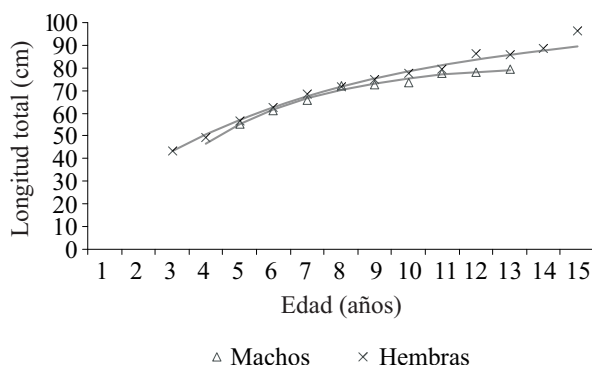


Figura 7. Curva de crecimiento en longitud por sexo de *Merluccius australis*. Los símbolos corresponden a los valores observados.

Figure 7. *Merluccius australis* growth curve in length per sex. The symbols correspond to the values observed.

la merluza austral de aguas neozelandesas (Horn, 1997) como chilenas (Ojeda y Aguayo, 1986).

Las comparaciones estadísticas de los parámetros de crecimiento y de las curvas resultantes, que planteaban la Hipótesis nula de igualdad

Tabla 2. Parámetros de crecimiento en longitud de *Merluccius australis* por sexo estimados utilizando la ecuación de von Bertalanffy.

Table 2. *Merluccius australis* growth parameters in length per sex estimated using the von Bertalanffy equation.

	Machos		Hembras	
		i.c. ($\alpha = 0,005$)		i.c. ($\alpha = 0,005$)
L_{∞}	82,05	80,006-84,700	100,19	92,346-115,219
K	0,277	0,234-0,322	0,137	0,089-0,187
t_0	0,992	0,482-1,412	-1,137	-2,787--0,047

entre cada uno de ellos, evidenciaron diferencias altamente significativas entre sexos ($P < 0,005$) y por consiguiente el rechazo de la H_0 .

Betina Santos por la lectura crítica del manuscrito y a los árbitros por las correcciones y sugerencias realizadas.

CONCLUSIONES

- Anualmente, en el otolito de merluza austral se forman un anillo translúcido y otro opaco, depositándose el primero entre los meses de abril a septiembre. Los anillos hialinos considerados como verdaderos se visualizan de coloración más oscura y no presentan interrupciones en el perímetro del otolito. La lectura puede resultar compleja, tanto para definir el primer anillo de crecimiento como para identificar la presencia de bandas falsas entre anillos verdaderos.
- Se establece como fecha de cumpleaños el 1° de julio.
- La merluza austral presenta crecimiento diferencial entre machos y hembras, siendo más notorio a partir de la edad 9.

AGRADECIMIENTOS

Los autores desean expresar su agradecimiento a la Srta. Ileana Di Leva por la colaboración brindada en la preparación de las muestras, a la Lic.

BIBLIOGRAFÍA

- AGUAYO-HERNÁNDEZ, M. 1995. Biology and fisheries of Chilean hake (*M. gayi* and *M. australis*). En: ALHEIT, J. & PITCHER, T. (Eds). Hake: Biology, fisheries and markets. Chatman and Hall, Londres: 305-337.
- AUBONE, A. & WÖHLER, O. 2000. Aplicación del método de máxima verosimilitud a la estimación de parámetros y comparación de curvas de crecimiento de von Bertalanffy. INIDEP Inf. Téc., 37, 21 pp.
- BEZZI, S.I., RENZI, M., IRUSTA, G., SANTOS, B., TRINGALI, L.S., EHRLICH, M.D., SÁNCHEZ, F., GARCÍA DE LA ROSA, S.B., SIMONAZZI, M. & CASTRUCCI, R. 2004. Caracterización biológica y pesquera de la merluza (*Merluccius hubbsi*). En: SÁNCHEZ, R.P. & BEZZI, S.I. (Eds.). El Mar Argentino y sus recursos pesqueros. Tomo 4. Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero (INIDEP), Mar del Plata: 157-206.
- BURATTI, C.C. 2003. Microestructura de los otolitos *sagittae* de las larvas y juveniles de *Merluccius hubbsi* (Marini 1933): análisis comparativo entre las áreas de distribución

- Bonaerense y Norpatagónica. Seminario de Licenciatura, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Mar del Plata, 55 pp.
- CIECHOMSKI, J., CASSIA, M. & WEISS, G. 1975. Distribución de huevos, larvas y juveniles de peces en los sectores sur bonaerense, patagónico y fueguino del Mar Epicontinental argentino, en relación con las condiciones ambientales, en noviembre 1973-enero 1974. *Ecosur*, 2 (4): 219-248.
- COTRINA, C.P. 1981. Distribución de tallas y reproducción de las principales especies de peces demersales capturadas en la campaña de los B/I "Walther Herwig" y "Shinkai Maru" (1978-1979). En: ANGELESCU, V. (Ed.). Campañas de Investigación Pesquera realizadas en el Mar Argentino por el B/I "Shinkai Maru" y Walther Herwig" y por el B/P "Marburg", años 1978 y 1979. Resultados de la Parte Argentina. Contrib. Inst. Nac. Invest. Desarr. Pesq. (Mar del Plata), N° 383: 80-103.
- GARCÍA DE LA ROSA, S.B., GIUSSI, A.R. & SÁNCHEZ, F. 1997. Distribución, estructura de tallas y alimentación de la merluza austral (*Merluccius australis*) en el Mar Argentino. En: COLACMAR 7°, Congreso Latinoamericano sobre Ciencias del Mar, Santos, Brasil, I: 350-352.
- GIUSSI, A.R., GARCÍA DE LA ROSA, S.B. & SÁNCHEZ, F. 2004. Caracterización biológica y evaluación del estado de explotación de la merluza austral (*Merluccius australis*). En: SÁNCHEZ, R.P. & BEZZI, S.I. (Eds.). El Mar Argentino y sus recursos pesqueros. Tomo 4. Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero (INIDEP), Mar del Plata: 307-320.
- HORN, P.L. 1997. An ageing methodology, growth parameters and estimates of mortality for hake (*Merluccius australis*) from around the South Island, New Zealand. *Mar. Freshwaters Res.*, 48: 201-209.
- ICSEAF. 1983. Guía de ICSEAF para la interpretación de otolitos. N° 1. Merluza, 18 pp.
- MALASPINA, A., SAEZ, M., DI LEVA, I. & GIUSSI, A. 2008. Selección de técnicas para la determinación de la edad de la merluza austral (*Merluccius australis*). Inf. Invest. INIDEP N° 60/2008, 4 pp.
- MORALES-NIN, B., TORRES, G.J., LOMBARTE, A. & RECASENS, L. 1998. Otoliths growth and age estimation in the European hake. *J. Fish Biol.*, 53: 1155-1168.
- OJEDA, V. & AGUAYO, M. 1986. Edad y crecimiento de merluza del sur (*Merluccius australis*) (Gadiformes-Merlucciidae). *Invest. Pesq. (Chile)*, 33: 47-59.
- ORSI RELINI, L., CAPPANERA, M. & FIORENTINO, F. 1989. Spatial-temporal distribution and growth of *Merluccius merluccius* recruits in the Ligurian Sea. *Observations of the 0-growth. Cybium*, 13 (3): 271-279.
- RENZI, M. & PÉREZ, M.A. 1992. Un criterio para la determinación de la edad en juveniles de merluza (*Merluccius hubbsi*) mediante la lectura de otolitos. *Frente Marit.*, 11 (A): 15-31.
- SANTOS, B.A. & RENZI, M. 2006. Growth in the 0-group of argentine hake (*Merluccius hubbsi*) from the Argentine-Uruguayan Common Fishing Zone. *Rev. Invest. Desarr. Pesq.*, 18: 45-55.
- TORRES, G.J., NORBIS, W. & LORENZO, M.I. 1996. Variations in the measures of argentine hake (*Merluccius hubbsi*) rings otoliths during their first-year: evidence for stocks separation? *Sci. Mar.*, 60 (2-3): 331-338.
- VON BERTALANFFY, L. 1938. A quantitative theory of organic growth. *Hum. Biol.*, 10: 181-213.

Recibido: 01-07-2009

Aceptado: 07-07-2010