



INIDEP

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN
Y DESARROLLO PESQUERO

INFORME DE INVESTIGACIÓN

Número	Páginas	Fecha de aprobación
114	12	29 DIC 2011
Dirección		
Direcc. de Pesquerías Pelágicas y Ambiente Marino		
Programa / Gabinete		
Pesquerías de Peces Pelágicos		
Actividad		
Crecimiento diario de juveniles de anchoíta bonaerense		

Variaciones en el crecimiento diario de juveniles de *Engraulis anchoita* provenientes de la plataforma bonaerense

Se analizó el crecimiento diario de juveniles de *Engraulis anchoita* provenientes de la plataforma bonaerense que se capturaron durante 3 campañas de investigación: OB-10/03 (año 2003), EH-06/06 (año 2006), y OB-02/08 (año 2008). Mediante conteo y mediciones de espesores de incrementos diarios en otolitos se reconstruyeron las trayectorias individuales de crecimiento que evidenciaron un crecimiento mayor para los ejemplares de 2006, menor para los de 2008, e intermedio para los de 2003. Las tasas de crecimiento variaron entre 0,10 y 0,70 mm/día, y exhibieron tendencias diferentes según los intervalos de edad considerados. Tales intervalos fueron 0-60; 61-120; 121-200 días. Las tasas de crecimiento resultaron significativamente distintas entre las tres series de datos (años 2003, 2006 y 2008) dentro de cada uno de los tres intervalos de edad (ANOVA, $P < 0,01$). Las diferencias en el crecimiento diario se discuten en relación con la estacionalidad de las fechas de eclosión y las variaciones interanuales en las temperaturas de superficie.

Citar Indicando la fuente. El contenido no debe ser reproducido total o parcialmente sin la expresa conformidad del INIDEP

SOLICITADO POR	Institución	Cargo
	Dr. Marcelo Pájaro	a/c Programa Pesq. Pelágicas

PREPARADO POR

Firma:	
Nombre:	Daniel R. Brown
Firma:	
Nombre:	Claudio C. Buratti
Firma:	
Nombre:	Ezequiel Leonarduzzi
Firma:	
Nombre:	Nombre

APROBADO POR

M. PAJARO Jefe de Programa / Gabinete
Lic. DANIELA BERTUCHE A/C Dirección Pesq. Pelágicas y Medio Ambiente
Dr. OTTO C. WÖHLER DIRECTOR Dirección Nacional de Investigación Director Nacional de Investigación
Director del INIDEP



VARIACIONES EN EL CRECIMIENTO DIARIO DE JUVENILES DE *ENGRAULIS ANCHOITA* PROVENIENTES DE LA PLATAFORMA BONAERENSE

Brown¹, Daniel R., Buratti^{1,2}, Claudio C. & Leonarduzzi¹, E.

¹Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero

²Universidad Nacional de Mar del Plata

Introducción

Engraulis anchoita es una especie de gran importancia económica constituyendo el recurso pelágico más abundante del Atlántico Sudoccidental (Hansen, 2000). A la importancia económica debe adicionarse el rol ecológico que tiene este pez en las tramas tróficas (Angelescu, 1982).

La correcta asignación de la edad de los peces por análisis de otolitos resulta esencial para el estudio de la dinámica de las pesquerías. La importancia del análisis de incrementos diarios en otolitos de larvas y juveniles de peces es que se obtiene la edad de manera precisa y en forma directa, con la ventaja que la información contenida en dichas estructuras permanece inalterada a lo largo del tiempo (Sánchez, 1999).

Variaciones en el reclutamiento asociadas a tasas de crecimiento variable en larvas y juveniles de peces, han sido detectadas por distintos autores en distintas especies de peces marinos (Campana, 1996; García, *et al.* 2003; Takasuka *et al.* 2007). En esto radica la importancia de este tipo de estudios, la detección de variaciones en el crecimiento es el paso previo al análisis del impacto que pueden tener dichas variaciones sobre el reclutamiento.

Los juveniles de anchoíta menores a un año que se capturan con redes de pesca comercial constituyen un grupo particularmente importante porque están reclutándose a la pesquería, habiendo superado las etapas de alta mortalidad que ocurre en los estadios de huevos y larvas (Houde, 2008). Los trabajos previos de crecimiento diario de esta especie en la Plataforma Argentina se han focalizado principalmente en las etapas larvales (Brown *et al.*, 2006; Leonarduzzi *et al.*, 2010; Brown & Sánchez, 2010). Brown *et al.* (2010) estudiaron por primera vez el crecimiento de ejemplares de *E. anchoita* inferiores al año de edad. Este trabajo complementa información existente en dicho estudio, con el objetivo de analizar variaciones en el crecimiento diario de los ejemplares. Se utilizaron muestras provenientes de distintos años y se discuten las posibles causas de las variaciones en el crecimiento en relación con la estacionalidad, temperatura de superficie, y concentración de clorofila *a*.

Materiales y métodos

Los juveniles de anchoíta se colectaron con red de pesca de media agua en la plataforma bonaerense, en cinco lances de pesca realizados durante tres campañas destinadas a la evaluación de anchoíta bonaerense (OB-10/03, EH-06/06 y OB-02/08) (Fig. 1). Las fechas de captura de los ejemplares fueron los días 8 de noviembre de 2003, 4 y 5 de noviembre de 2006, y 31 de octubre de 2008. Se consideraron juveniles a los especímenes inferiores a 116 milímetros de largo total, que es la talla media de la anchoíta al primer año de vida (Hansen, 2000). Los ejemplares se conservaron congelados a -20°C .

Se analizaron 110 juveniles de los cuales 42 correspondieron al año 2003, 25 a 2006 y 43 a 2008. Se les midieron las longitudes totales (LT) en mm y se les extrajeron

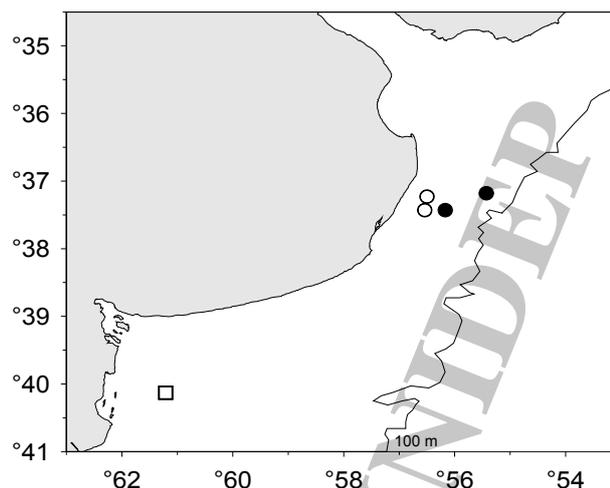


Figura 1. Posiciones de los lances de pesca de los juveniles de anchoíta. OB-10/03 (cuadrado), EH-06/06 (círculos cerrados), OB-02/08 (círculos abiertos).

los otolitos *sagittae* cuyos espesores se midieron en micrones. El análisis de los incrementos diarios en los otolitos se realizó de acuerdo con los procedimientos descritos por Brown *et al.* 2008. Dichos autores recomendaron métodos de retrocálculo para estudios de crecimiento diario de juveniles de esta especie. Esto se debe a que tales métodos contemplan la existencia de variabilidad individual que no consideran los ajustes de modelos largo-edad. El retrocálculo implica el análisis de las trayectorias individuales de crecimiento.

Se ajustó una relación potencial entre el radio del otolito (RO) y la longitud total (LT) de cada ejemplar. La relación del *i* radio del otolito (RO_i) y el largo total a la edad de *i* incremento (LT_i), se consideró expresada por la relación:

$LT_i = a RO_i^b$, para cada ejemplar. Los parámetros *a* y *b* se determinaron para cada individuo por el método del intercepto biológico (Campana, 1990; Campana & Jones, 1992), que consiste en la solución de dos ecuaciones, para la obtención de dichos parámetros. Las dos ecuaciones fueron: $LT_1 = a RO_1^b$ y $LT_c = a RO_c^b$, donde LT_1 es la talla media de depósito del primer incremento, la cual se fijó en 4 mm (Leonarduzzi *et al.*, 2010), RO_1 es el radio del otolito al primer incremento, LT_c es el largo total del individuo al momento de la captura, y RO_c es el radio del otolito correspondiente a LT_c .

Las tasas de crecimiento se determinaron como promedios de diferencias por edad entre dos tallas retrocalculadas consecutivas $LT_{(i+1)}$ y LT_i :

$$\frac{\sum_{i=1}^n (LT_{(i+1)} - LT_i)}{n}$$

n: número de ejemplares analizados en cada campaña.

Las longitudes medias retrocalculadas (trayectorias de crecimiento) y las tasas de crecimiento se analizaron en función de las edades de los ejemplares, relacionándose con las fechas de eclosión. Las diferencias estadísticas en las trayectorias y tasas de crecimiento, se testearon entre campañas y por edad mediante ANOVA. Las comparaciones post-hoc (de a pares) se realizaron por el test de Tukey. Cuando no se cumplía con los requisitos de normalidad y/o heterocedasticidad para la aplicación del ANOVA, se realizó el test de Kruskal-Wallis. El nivel de significación considerado para los tests fue 5 %.

Las diferencias halladas en las tasas de crecimiento entre las tres series de datos analizados se relacionaron con las épocas del año, temperatura de superficie (T) y concentración superficial de clorofila *a* (C1a). Para ello se retrocalcularon las fechas de eclosión de los ejemplares que posteriormente se agruparon en intervalos de 30 días (meses), para facilitar la interpretación estacional. A las fechas de eclosión se les sumaron 60, 120, y 150 días para relacionar el crecimiento a esas edades con los meses del calendario juliano. La elección de dichas edades se fundamentó en variaciones o cambios de tendencia que se detectaron en el

crecimiento (ver resultados). Los datos históricos mensuales de temperatura y clorofila fueron provistos por el Programa de Telemetría Satelital del INIDEP. Se determinaron los valores promedio de T y Cla para cada uno de los 3 años (2003, 2006 y 2008); a la eclosión, 60, 120, y 150 días. Para el cálculo de los promedios anuales se ponderaron las determinaciones mensuales obtenidas por Telemetría Satelital, por los números de ejemplares registrados a dichas edades en los meses respectivos (Takahashi *et al.* 2001).

$$V_{prom} = \frac{\sum_{i=1}^n V_{prom_i} * n_i}{\sum_{i=1}^n n_i}$$

donde V_{prom} = valor promedio de T o Cla; V_{prom_i} = valor mensual de T o Cla; n_i = número de individuos a edades previas (eclosión, 60 días...). Se presentan en este estudio los ciclos térmicos anuales y de concentración de clorofila a de los años 2003, 2006 y 2008. Tales ciclos anuales se construyeron con información proveniente de los sitios de muestreo.

Resultados

El rango total de tallas de los ejemplares analizados varió entre 40 y 115 mm siendo los juveniles capturados en 2006 los de mayor tamaño, mientras que los de 2003 y 2008 tenían tamaños más pequeños y bastante similares entre sí (Fig. 2).

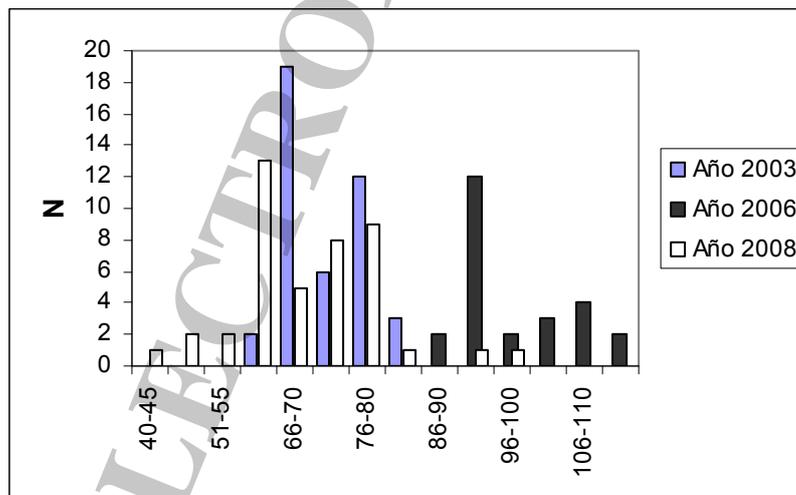


Figura 2. Tallas de los juveniles de anchoíta en intervalos de 5 milímetros. N = número de individuos.

En la Figura 3 se observa la relación potencial ajustada entre LT y RO. Considerando la existencia de relaciones potenciales a nivel individual, se presentan las trayectorias individuales de crecimiento de los juveniles de anchoíta provenientes de las tres campañas (Fig. 4 A, B, y C). Para facilitar la comparación visual de dichas trayectorias se consideraron los valores medios en un rango de edad de 0 a 200 días, en el cual estaban representadas todas las tallas y edades (Fig. 5). Las mayores tallas retrocalculadas a las mismas edades se observaron para los datos de 2006, las menores para los de 2008, y las intermedias para los de 2003. Sin embargo, alrededor de los 200 días de edad las tallas de 2003 y 2008 parecerían ser bastante similares. Tales promedios de tallas retrocalculadas entre campañas a edades de 50, 100, 150 y 200 días resultaron diferentes en todos los casos (ANOVA, $P < 0,01$). Los test de Tukey registraron diferencias en las tallas a edades de 50, 100, y 150 días ($P < 0,01$); y no evidenciaron diferencia en



las tallas a 200 días entre los ejemplares de 2003 y 2008 ($P > 0,34$), en coincidencia con lo que se aprecia visualmente en la Figura 5.

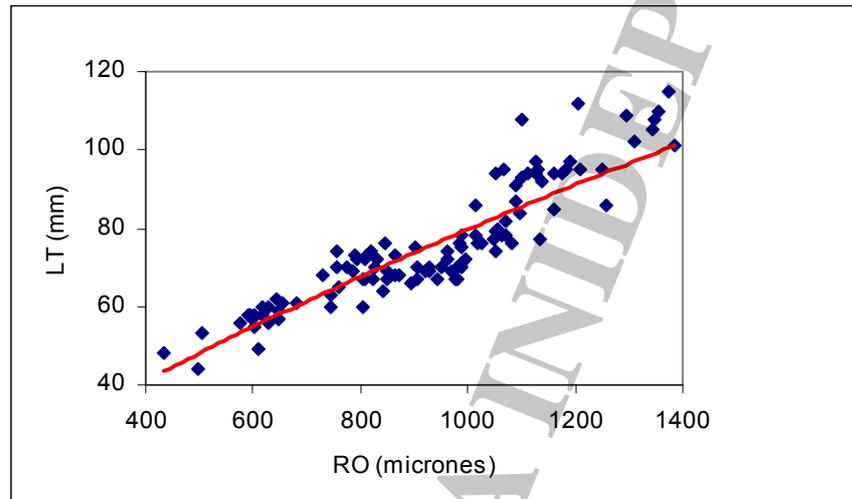
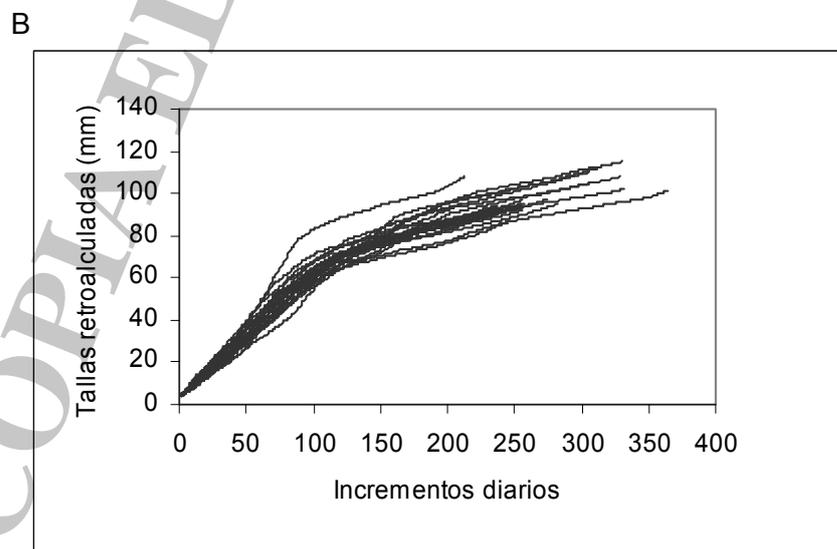
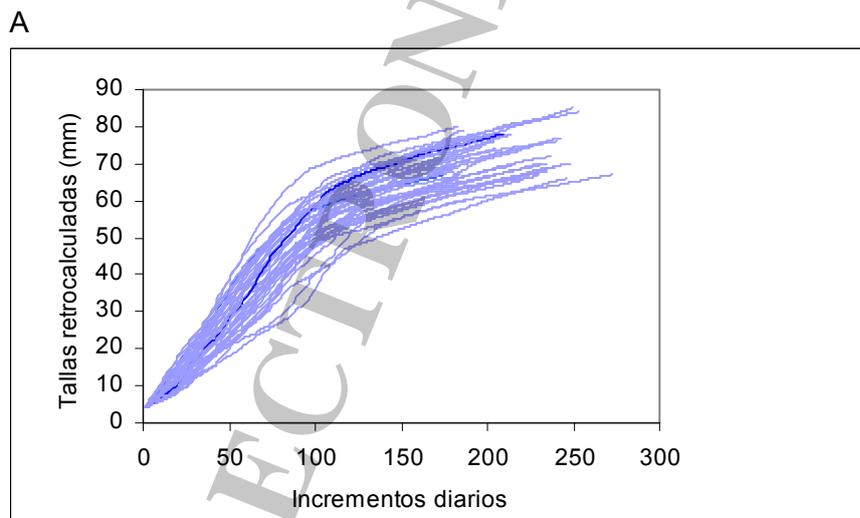


Figura 3. Relación potencial entre la longitud total y el radio del otolito para los juveniles de *Engraulis anchoita* ($LT = 0,51 RO^{0,73}$; $R^2 = 0,83$).



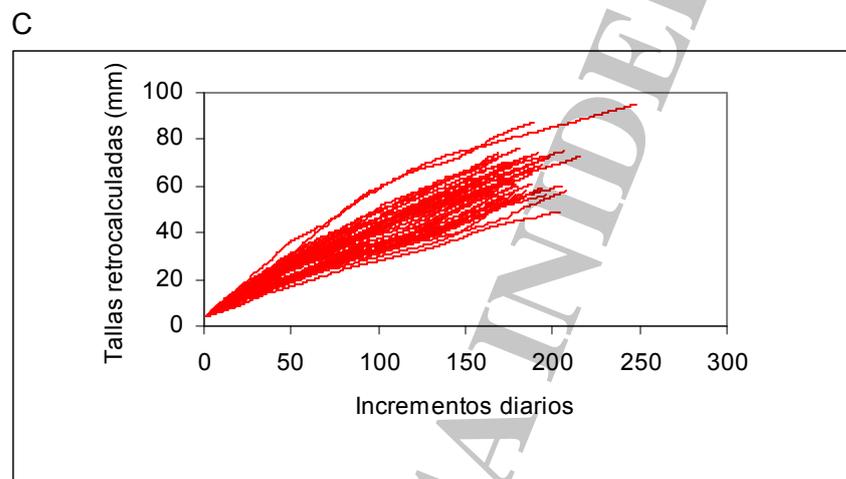


Figura 4. Trayectorias de crecimiento individual de los juveniles de anchoíta. Año 2003 (A), año 2006 (B), y año 2008 (C).

Los valores promedio de las tasas de crecimiento representados en función de la edad (Fig. 6) tuvieron una tendencia bastante similar entre los años 2003 y 2006, aumentado desde la edad 0 hasta alcanzar los máximos alrededor de los 60 días. Luego hubo un abrupto descenso de los valores en el intervalo de 60 a 120 días aproximadamente. Desde los 120 días en adelante las tasas de crecimiento continuaron desminuyendo de manera atenuada. Los valores de los juveniles de 2008 mostraron una tendencia considerablemente distinta disminuyendo levemente desde la edad 0 hasta los 120 días (aproximadamente) y aumentando desde allí hasta el resto del intervalo de edad considerado (200 días). A raíz de esto se calcularon los promedios de tasas de crecimiento por campaña en tres intervalos de edad: 0-60, 61-120, 121-200 días (Tabla I).

Los meses de eclosión de los juveniles de anchoíta capturados en 2006 variaron desde noviembre de 2005 hasta abril de 2006; los capturados en 2003 eclosionaron entre febrero y mayo de dicho año. Los ejemplares de 2008 nacieron entre febrero y junio de 2008 (Fig. 7A). Con respecto a la relación del crecimiento diario con la estacionalidad se observó que a los 60 días de eclosión varios de los individuos estaban cerca de la época invernal, con picos en mayo, junio y julio (Fig. 7B). A partir de los 60 días hubo una disminución pronunciada de las tasas de crecimiento (Fig. 6). Desde los 120 días de eclosión los ejemplares de 2008 estaban más cerca de la primavera (pico en septiembre) (Fig. 7 C). De allí en adelante se observó un leve aumento de las tasas de crecimiento de dichos ejemplares, en comparación con los valores de 2003 y 2006 que continuaron disminuyendo (Fig. 6). A los 150 días los individuos de 2008 estaban más cerca de la primavera (Fig. 7 D), y evidenciando un crecimiento mayor que los de 2003 y 2006 (Fig. 6).

El ciclo térmico anual en las tres áreas de muestreo mostró valores de temperatura muy similares y una tendencia idéntica (Fig. 8A). Si tales ciclos térmicos se construyeron con datos de temperatura provenientes de las posiciones de muestreo, se concluye que las variaciones estacionales de temperatura fueron más evidentes que las variaciones geográficas. Por el contrario, los ciclos de clorofila mostraron una considerable variabilidad entre los tres años no evidenciándose ningún patrón definido (Fig. 8B).

Analizando las variaciones interanuales de temperatura se verificó que a la eclosión, 60, y 120 días de edad, los valores térmicos medios correspondientes al año 2006 fueron mayores que los de 2003 y 2008. Por el contrario, a los 150 días las temperaturas de 2008 eran las más elevadas (Tabla II). La tendencia de presentar los mayores valores de temperatura durante el año 2006 hasta los 120 días, y el mayor valor de temperatura observado en 2008 a los 150 días, resulta coincidente con la tendencia observada en las tasas de crecimiento (Fig. 6). Los promedios

de concentración de clorofila no siguieron ningún patrón definido para poder relacionarlos con el crecimiento (Tabla II).

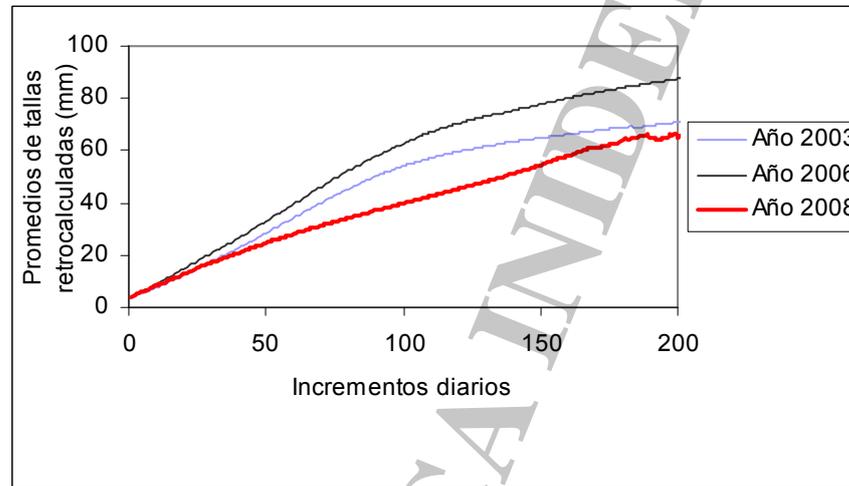


Figura 5. Longitudes promedio retrocalculadas de los juveniles de anchoíta.

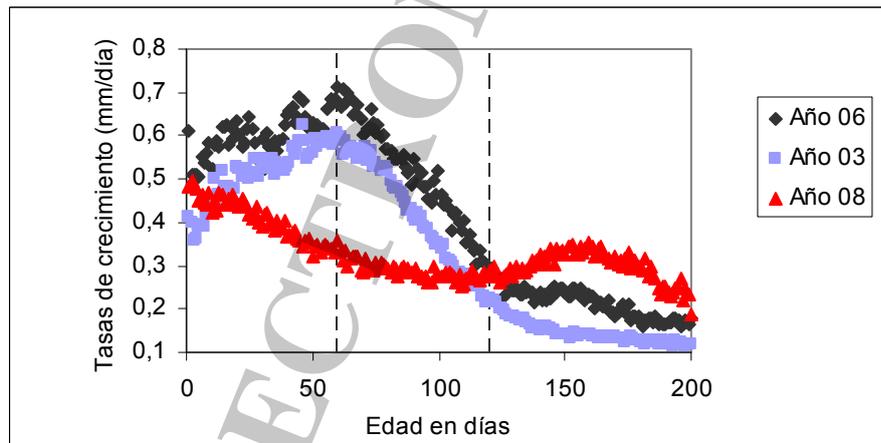


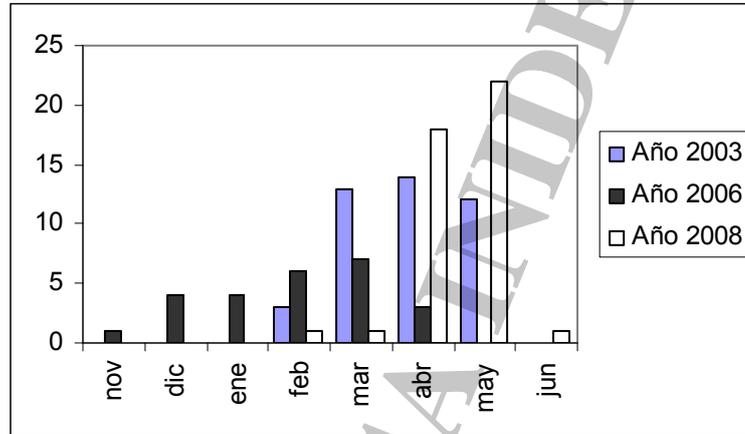
Figura 6. Valores promedio por edad de tasas individuales de crecimiento. Las líneas discontinuas verticales representan las edades de los ejemplares a los 60 días y 120 días en el calendario juliano.

Tabla. I. Valores promedio de crecimiento diario (mm/día) y dispersión estándar obtenidos para los juveniles de anchoíta de cada campaña y por intervalo de edad. Las comparaciones *post-hoc* (entre campañas dentro de cada intervalo de edad) detectaron diferencias significativas en todos los casos analizados ($P < 0,01$).

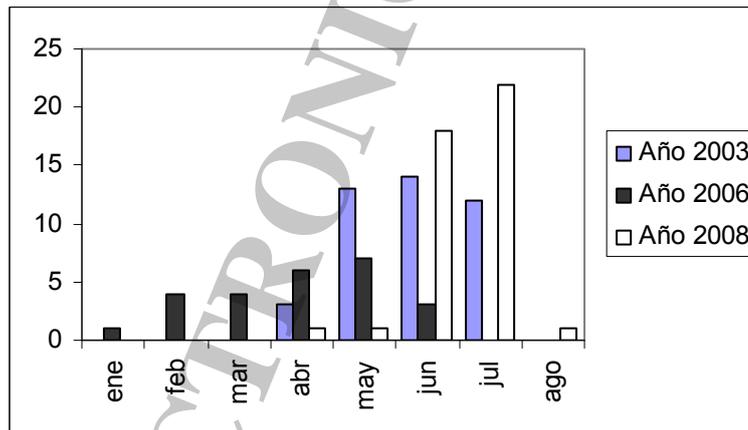
	0-60 días	61-120 días	121-200 días
Año 2003	0,51 ($\pm 0,07$)	0,42 ($\pm 0,29$)	0,15 ($\pm 0,03$)
Año 2006	0,60 ($\pm 0,05$)	0,51 ($\pm 0,12$)	0,21 ($\pm 0,03$)
Año 2008	0,41 ($\pm 0,05$)	0,29 ($\pm 0,02$)	0,30 ($\pm 0,04$)



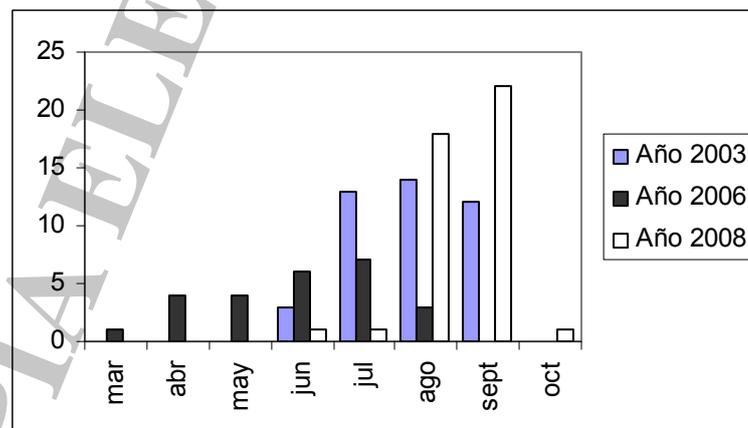
A



B



C



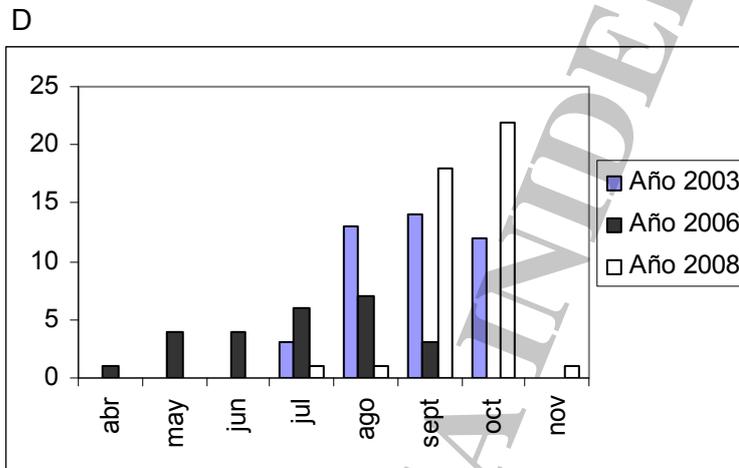


Figura 7. Meses de eclosión de lo juveniles de anchoíta (A). Meses del año por los que atravesaban los ejemplares a las edades de 60 (B), 120 (C) y 150 (D) días.

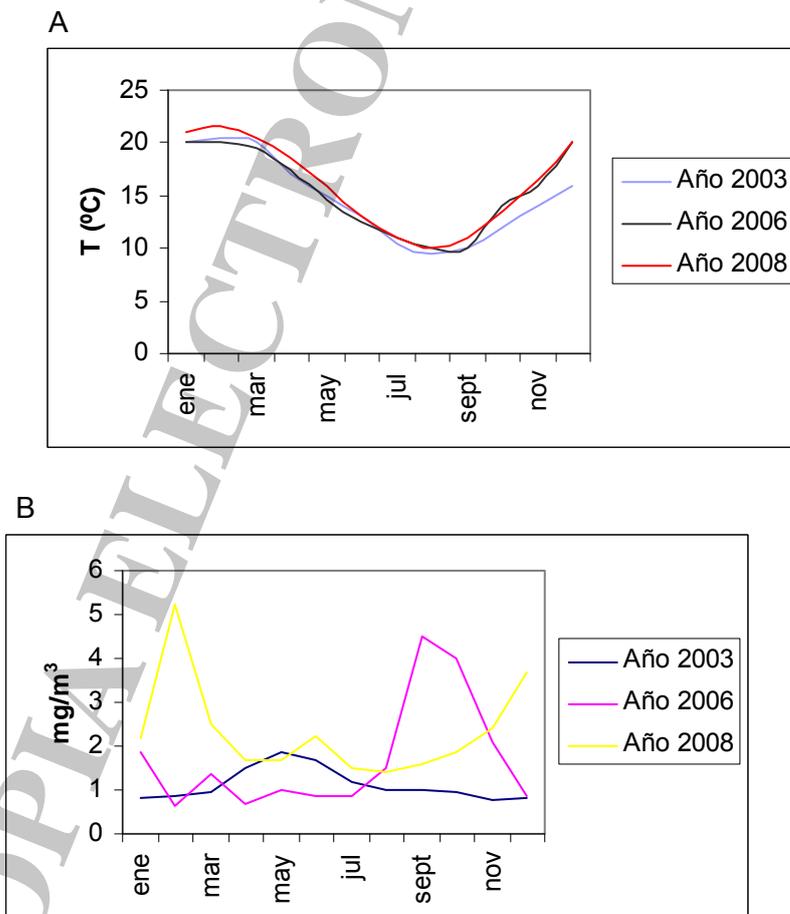


Figura 8. Ciclos anuales de temperatura (A) y clorofila (B) en 2003, 2006 y 2008.



Tabla II. Promedios anuales de temperatura ($^{\circ}\text{C}$) y clorofila *a* (mg/m^3) de superficie determinados para los momentos de eclosión, 60, 120 y 150 días de edad.

	Año	T media	DS T	Clorofila media	DS Cl a
Eclosión	2003	17,61	2,13	1,38	0,39
	2006	18,48	2,02	1,16	0,43
	2008	17,21	1,61	1,81	0,56
60 Días	2003	13,19	2,06	1,59	0,27
	2006	16,88	2,70	0,94	0,30
	2008	12,10	1,56	1,82	0,37
120 Días	2003	10,20	0,88	1,11	0,19
	2006	13,18	2,80	0,95	0,25
	2008	10,69	0,76	1,53	0,16
150 Días	2003	10,45	1,03	1	0,06
	2006	11,66	2,03	1,49	1,17
	2008	12,38	1,43	1,74	0,17

Discusión

El análisis de las trayectorias de crecimiento resulta de gran utilidad porque permite la comparación de tallas distintas a edades idénticas, lo que constituye un claro ejemplo de crecimiento diferencial. Los resultados indicaron el mayor crecimiento de los ejemplares de 2006, un crecimiento menor de los de 2008, y valores intermedios en los de 2003. Considerando las fechas de eclosión de todos estos juveniles (Fig. 3) y teniendo en cuenta el ciclo térmico anual, se observa que los ejemplares de 2006 nacieron mayoritariamente en los meses más cálidos, los de 2008 en los más fríos, y los de 2003 en los intermedios.

Las tasas de crecimiento por edad también parecerían relacionarse con la estacionalidad. Particularmente los valores de los juveniles de 2008 resultaron menores y no exhibieron la tendencia acampanada que se visualizó en los datos de 2003 y 2006. Al haber nacido las larvas de 2008 más hacia el invierno, podría pensarse que las temperaturas más bajas generaron un retardo en el crecimiento durante la época invernal (*overwintering*). Sánchez & Brown (1999) detectaron este fenómeno en juveniles de sardina fueguina (*Sprattus fuegensis*) provenientes de la plataforma patagónica austral.

Al analizar las tasas de crecimiento por intervalos, y en relación con la estacionalidad, se observa que para el primer intervalo (0 a 60 días) los valores de los años 2003 y 2006 aumentan hasta alcanzar sus máximos a los 60 días. Los juveniles de 2006 que nacieron en los meses más cálidos exhibieron las tasas más altas. La disminución drástica en el crecimiento registrada en el intervalo 60 a 120 días de los ejemplares de 2006 y 2008 podría deberse al avance de la época invernal. El incremento de los valores de 2008 en el rango 120 a 200 días podría explicarse como que dichos individuos a la edad de 120 días estaban más próximos a la primavera en comparación con los juveniles de 2003 y 2006. Leonarduzzi *et al.*, (2010) mencionan un crecimiento más elevado de larvas de anchoíta durante la primavera, en comparación con verano y otoño. Con respecto a las formas acampanadas de las tasas de crecimiento en función de la talla o edad (como se observó en los datos de 2003 y 2006), tales características han sido registradas por Butler (1989) para juveniles de *E. mordax*, y por Allain *et al.* (2003) para juveniles *E. encrasicolus*. Es posible que las tendencias acampanadas de las tasas de crecimiento se deban a cuestiones ontogénicas del género *Engraulis*, y que tales tendencias genéticamente determinadas estén a su vez influenciadas por la estacionalidad y no se produzcan en ejemplares que nacieron más hacia la época invernal (como los juveniles de 2008).



Debe considerarse que las muestras provinieron de años distintos por lo que es probable que el crecimiento diario de los juveniles de anchoíta resulte afectado por la variabilidad interanual en condiciones ambientales. Tales mecanismos pueden actuar de manera conjunta con la influencia estacional. La temperatura y disponibilidad de alimento se han caracterizado como los dos factores principales que afectan el crecimiento de larvas y juveniles de peces (Heath, 1992; Stevenson & Campana, 1992). La detección de la influencia de ambos resulta prácticamente imposible con muestras tomadas *in situ* durante las campañas de investigación, y sobre todo en ejemplares que tienen cientos de días de vida. En esto radica la importancia de la telemetría satelital que permite la obtención de datos de temperatura y clorofila superficiales que fueron previos a la captura, y que pueden integrarse a la información contenida en los otolitos y analizarse en conjunto.

Teniendo en cuenta que las temperaturas registradas por satélite son valores tomados en superficie y específicamente en las posiciones de muestreo (lances de pesca), podría formularse la siguiente pregunta: ¿es válido tomar en consideración valores térmicos puntuales de superficie cuando los ejemplares tienen tamaños que posibilitan su desplazamiento vertical y horizontal? Se asume que la temperatura registrada en superficie refleja el mismo patrón a través de la columna de agua. En referencia al desplazamiento horizontal, se recordarán los comentarios realizados sobre el ciclo térmico anual, que referían una mayor incidencia estacional que geográfica. La distribución anual de la clorofila sí evidenció una gran variabilidad no pudiendo detectarse su influencia sobre las tasas de crecimiento. Munk (1993) halló una relación positiva entre el crecimiento de larvas de *Sprattus sprattus* y la concentración de clorofila, refiriendo a dicho pigmento como el primer eslabón de la cadena alimentaria. Como los juveniles de anchoíta de este estudio se alimentan de presas de tamaños considerablemente mayores, es probable que la concentración de clorofila a no esté representando el espectro trófico de estos ejemplares.

Bibliografía

- ALLAIN, G., PETITGAS, P., GRELLIER, P., & LAZURE, P. 2003. The selection process from larval to juvenile stages of anchovy (*Engraulis encrasicolus*) in the Bay of Biscay investigated by Lagrangian simulations and comparative otolith growth. *Fish. Oceanogr.* 12: 4/5, 407-418.
- ANGELESCU, V. 1982. Ecología trófica de la anchoíta del Mar Argentino (Engraulidae, *Engraulis anchoita*). Parte II. Alimentación, comportamiento y relaciones tróficas. *Contrib. Inst. Nac. Invest. Desarr. Pesq.* N° 409, 83 pp.
- BROWN, D., LEONARDUZZI, E. AVERBUJ, A. & LIVORE, J. P. 2006. Distribución y abundancia de huevos y larvas de *Engraulis anchoita* en el litoral patagónico. Período enero a marzo-abril de 2001. Crecimiento y mortalidad larval. INFORME TÉCNICO INTERNO INIDEP N° 044.
- BROWN D. R. & R. P. SÁNCHEZ. 2010. Larval and juvenile growth of two Patagonian small pelagic fishes: *Engraulis anchoita* and *Sprattus fuegensis*. *Rev. Invest. y Des. Pesq.* 20: 35-50.
- BROWN, D., BURATTI, C. & LEONARDUZZI, E. 2008. Incrementos diarios en otolitos de juveniles de *Engraulis anchoita* provenientes del stock bonaerense. Informe de Investigación INIDEP N° 066.
- BROWN, D. R., BURATTI, C. C. & LEONARDUZZI, E. 2010. Crecimiento diario de juveniles de *Engraulis anchoita* provenientes de la plataforma bonaerense. Informe de Investigación DNI – INIDEP N° 7, 10 pp.
- BUTLER, J. L. 1989. Growth during the larval and juvenile stages of the northern anchovy, *Engraulis mordax*, in the California Current during 1980-84. *Fish. Bull.* 87: 645-652.
- CAMPANA, S. E. 1990. How reliable are growth back-calculations based on otoliths? *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 47: 2219-2227.



- CAMPANA, S. E. 1996. Year-class strength and growth rate in young Atlantic cod *Gadus morhua*. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 135: 21-26.
- CAMPANA, S. E. & JONES, C. M. 1992. Analysis of otolith microstructure data. In: Stevenson, D. K., Campana S. E. (ed.) *Otolith microstructure examination and analysis*. *Can. Epec. Publ. Fish. Aquat. Sci.* 117: 73-100.
- GARCÍA, A., CORTÉS, D., RAMÍREZ, T., GIRÁLDEZ, A., & CARPENA, A. 2003. Contribution of larval growth rate variability to the recruitment of the Bay of Málaga anchovy (SW Mediterranean) during the 2000-2001 spawning seasons. *Sci. Mar.* 67 (4): 477-490.
- HANSEN, J. 2000. Anchoíta (*Engraulis anchoita*) En: *El Mar Argentino y sus recursos pesqueros*. Tomo 4: Los peces marinos de interés pesquero. Caracterización biológica y evaluación del estado de explotación. Sanchez R.P. & Bezzi S. I. eds.
- HEATH, M. R. 1992. Field investigations of the early life stages of marine fish. *Adv. Mar. Biol.* 28: 1 – 174.
- HOUDE, E. 2008. Emerging from Hjort's Shadow. *J. Northw. Atl. Sci.* 41: 53-70.
- LEONARDUZZI, E., BROWN, D. R., & SÁNCHEZ, R. P. 2010. Seasonal variations in the growth of anchovy larvae (*Engraulis anchoita*) on the Argentine coastal shelf. *Sci. Mar.* 74 (2): 267-274.
- MUNK, P. 1993. Differential growth of larval sprat *Sprattus sprattus* across a tidal front in the eastern North Sea. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 99: 17-27.
- SÁNCHEZ, R. P. 1999. Edad y crecimiento en larvas y juveniles de peces. Su determinación a partir del análisis de la microestructura de sus otolitos. En: *Avances en métodos y tecnología aplicados a la investigación pesquera*. Seminario final del proyecto JICA. INIDEP, pp: 145 – 146. Mar del Plata, Argentina.
- SÁNCHEZ, R. P. & BROWN, D. R. 1999. Larval and juvenile growth of two Patagonian clupeoids: *Engraulis anchoita* and *Sprattus fuegensis*. En: *Avances en métodos y tecnología aplicados a la investigación pesquera*. Seminario final del proyecto JICA. INIDEP, pp: 145 – 146. Mar del Plata, Argentina.
- STEVENSON, D. K. & CAMPANA, S. E. 1992. Otolith microstructure examination and analysis. *Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci.*, 117: 59-71.
- TAKASUKA, A., OOZEKI, Y., AOKI, I. 2007. Optimal growth temperature hypothesis: Why do anchovy flourish and sardine collapse or vice versa under the same ocean regime? *Can. J. Aquat. Sci.* 64: 768-776.
- TAKAHASHI, M., WATANABE, Y., KINOSHITA, T. & WATANABE, C. 2001. Growth of larval and early juvenile Japanese anchovy, *Engraulis japonicus*, in the Kuroshio - Oyashio transition region. *Fish. Oceanogr.* 10 (2) 235-247.