



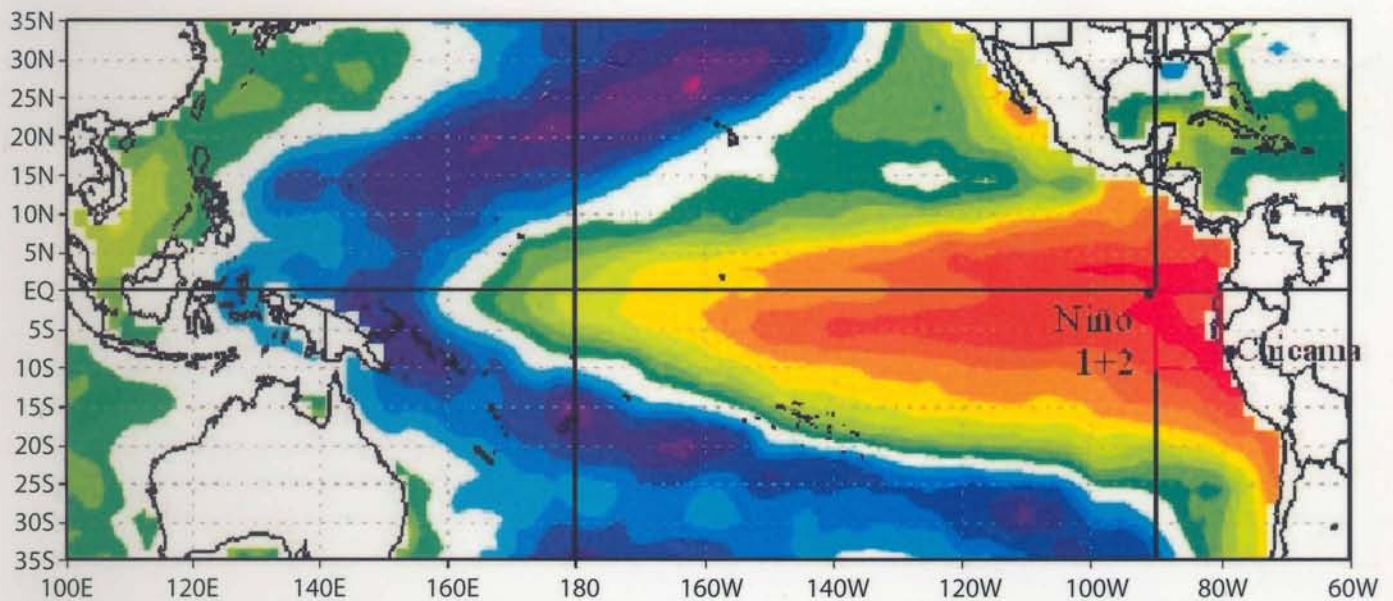
INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ

INFORME

ISSN 0378 - 7702

Volumen 35 Número 3

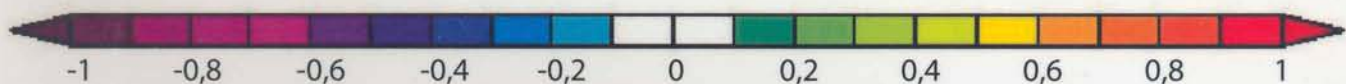
- **Modelo de circulación marina y descargas en la bahía del Callao**
 - **El evento La Niña en el área Niño 1+2**
 - **Recursos pesqueros de Tumbes**
 - **Malaguas en el mar de Pisco**
 - **Otolitos y crecimiento de anchoveta**



Jan to Dec: 1958 to 2005: Surface SST

Seasonal Correlation w/ Jan to Dec CHI25 al05_PARAnoaa_58al05.txt

NCEP/NCAR Reanalysis NOAA/ESRL Physical Sciences Division



VARIACIONES EN EL CRECIMIENTO DE LA ANCHOVETA PERUANA EXPRESADAS EN LOS RADIOS DE LOS OTOLITOS

PERUVIAN ANCHOVY GROWTH VARIATION EXPRESSED IN ITS OTOLITH RADII

Carlos Goicochea¹ Sonia Arrieta²

Unidad de Investigación de Peces Demersales, Bentónicos y Litorales

RESUMEN

GOICOCHEA C, ARRIETA S. 2008. Variaciones en el crecimiento de la anchoveta peruana expresadas en los radios de los otolitos. *Inf. Inst. Mar Perú*. 35(3): 241-245.- Se analizan las variaciones en el crecimiento de la anchoveta *Engraulis ringens* durante periodos normales y periodos El Niño, en base al análisis del tamaño de los radios de los otolitos. Se utilizaron muestras colectadas durante cuatro cruceros pelágicos 1998 a 2004. En individuos de un año de edad, se analizaron las medidas del radio total del otolito (R) y del radio al primer anillo anual (r_1). Se determinó la existencia de diferencias estadísticas entre las medidas de los r_1 de los otolitos colectados en ambos periodos. Los r_1 tuvieron un mayor tamaño durante los eventos El Niño y la LT de la anchoveta fue menor, evidenciada por los retrocálculos a las LT edades pretéritas para los r_1 durante dichos eventos.

PALABRAS CLAVE: anchoveta, radio de los otolitos, LT, eventos El Niño.

ABSTRACT

GOICOCHEA C, ARRIETA S. 2008. Peruvian anchovy growth variation expressed in its otoliths radii. *Inf Inst Mar Peru*. 35 (3): 241-245.- We analyzed the variations in the growth of the anchovy *Engraulis ringens* during normal periods and periods of El Niño, based on analysis of the size of the radii of otoliths. The samples examined were collected during four pelagic cruises 1998 to 2004. In one year old specimens, measures of total otolith radius (R) and the first annual ring radius (r_1) were analyzed. We determined the statistical differences between the measures of the r_1 of otoliths collected in both periods. During El Niño events, the r_1 had a larger size, and the TL of the anchovy was lower, as evidenced by back-to LT for r_1 past ages for these events.

KEYWORDS: anchovy, otoliths radius, TL, El Niño events.

INTRODUCCIÓN

Se tiene conocimiento de los efectos de El Niño sobre el comportamiento, captura y distribución de la anchoveta peruana; sin embargo, no se ha realizado un análisis de los efectos ambientales en las variaciones de su crecimiento.

La formación continua de las zonas macroestructurales opacas y translúcidas de crecimiento en los otolitos, ha sido a nivel global la base para determinar la edad y crecimiento somático de los peces teleósteos (BAGENAL y TESCH 1978, BEAMISH y McFARLANE 1983, GUTIÉRREZ y MORALES-NIN 1986, WILSON 1988).

GEFFEN (1992) y LAI et al. (1996) coinciden en señalar que entre el crecimiento del otolito y el crecimiento somático existe una proporción constante: relación tamaño del otolito (TO) – tamaño del pez (TP). Asimismo, el registro de la historia de un pez se encuentra contenido en las marcas presentes en las estructuras duras (ARAYA y CUBILLOS 2002)

Debido a que el radio (R) del otolito (sagitta) de anchoveta tiene una estrecha relación lineal con su longitud total (LT), se puede estimar la variación de esta LT a través de las mediciones del radio del primer anillo (r_1) en

los individuos nacidos el año anterior, lo que permitirá observar las posibles variaciones en el crecimiento de los individuos de un año de edad, en el transcurso de los cruceros de investigación realizados durante años normales y años anómalos como son El Niño (EN) y La Niña (LN).

MATERIAL Y MÉTODOS

Las muestras fueron tomadas al azar a partir de los muestreos biológicos realizados a bordo, durante cuatro cruceros de investigación de recursos pelágicos realizados en el periodo 1998 a 2004, en el que se presentaron años

1 cgoicochea@imarpe.gob.pe

2 sarrieta@imarpe.gob.pe

Tabla 1.- Distribución de frecuencias de los r_1 de otolitos de anchoveta colectados durante los cruceros en estudio.

r_1 (mm)	9802-03	0210-11	0310-12	0402-03
1,24			2	
1,29			6	
1,34	1	2	10	4
1,39	8	7	12	5
1,44	13	10	16	13
1,48	28	20	20	17
1,53	28	16	11	22
1,58	24	11	5	15
1,63	9	5		1
1,68	3			
Total	114	71	82	77
Prom. (cm)	1,52	1,50	1,44	1,45

Tabla 2.- Test estadístico de normalidad de Kolmogorov-Smirnov. 1998-2004

		9802-03	0210-11	0310-12	0402-03
	Mean	144,0	71,0	82,0	77,0
	Std. Deviation	15,2	15,0	14,4	14,5
Normal Parameters (a,b)	Absolute	0,073	0,071	0,083	0,067
Most Extreme Diferencias	Positive	0,134	0,155	0,158	0,176
	Negative	0,126	0,155	0,099	0,110
Kolmogorov-Smirnov Z		-0,134	-0,127	-0,158	-0,176
Asymp. Sig. (2-tailed)		1,436	1,303	1,431	1,545
		0,032	0,067	0,033	0,017

a Test distribution is Normal

b Calculated from data.

Tabla 3.- Resultado del ANOVA entre radios de otolitos de anchoveta de los cruceros en estudio

Crucero	9802-03	0210-11	0310-12	0402-03
9802-03	no	no	sí	sí
0210-11		no	sí	sí
0310-12			no	no
0402-03				no

no = no hay diferencia significativa
sí = hay diferencia significativa

Tabla 4.- Valores de las regresiones longitud del pez (cm) versus radio del otolito (mm) de anchoveta en cuatro cruceros.

Parámetro	Cr. 9802-03	Cr. 0210-11	Cr. 0310-11	Cr. 0402-03
a	-0,3838	-0,2041	3,0807	2,8782
b	8,190	7,892	6,786	6,920
r ²	0,82	0,80	0,90	0,92
n	185,0	185,0	185,0	357,0

Tabla 5.- Parámetros de las regresiones radio del otolito (mm) versus longitud del pez (cm) de la anchoveta por crucero.

Parámetro	Cr. 9802-03	Cr. 0210-11	Cr. 0310-11	Cr. 0402-03
a	0,3324	0,3705	-0,2536	-0,1963
b	0,1002	0,0970	0,1326	0,1287

normales, años EN y años con anomalías positivas (Niño débil). Se colectó un total de 911 pares de otolitos correspondientes a los cruceros: Cr. 9802-03 (185 pares), Cr. 0210-11 (184 pares), Cr. 0310-11 (185 pares) y Cr. 0402-03 (357 pares).

Los otolitos fueron preparados según FURUY (1999), luego aclarados con etanol 96% por espacio de dos horas, posteriormente se les colocó, con glicerina y alcohol en un otolitero de loza negra, para su observación se utilizó un estereoscopio de discusión NIKON modelo SMZ-U con ocular micrométrico y fueron leídos a 20X por los dos autores simultáneamente.

Los anillos del otolito se midieron con el ocular micrométrico. Los anillos de crecimiento del otolito a partir del foco hacia el radio de los anillos (r_i) y al borde (R); posteriormente las mediciones se transformaron a milímetros utilizando el factor de corrección del estereoscopio.

Para el análisis estadístico, sólo se midieron otolitos que presentaban un solo anillo (1 año de edad). Se aplicó el test de normalidad de KOLGOMOROV-SMIRNOV, y ANOVA de un solo factor (SOKAL Y JAMES 1995, WILSON 1988) para ver las diferencias de las longitudes medias de los r_1 de los cruceros en estudio.

Para efectos de las regresiones se utilizó la medida del radio del otolito (R) y LT del pez en centímetros (L) usándose la siguiente fórmula de regresión lineal:

$$L = a + bR \quad (1)$$

$$R = a + bL_t \quad (2)$$

Donde:

a = Intercepto

b = Pendiente

R = Radio del otolito (mm)

L = Longitud total del pez (cm)

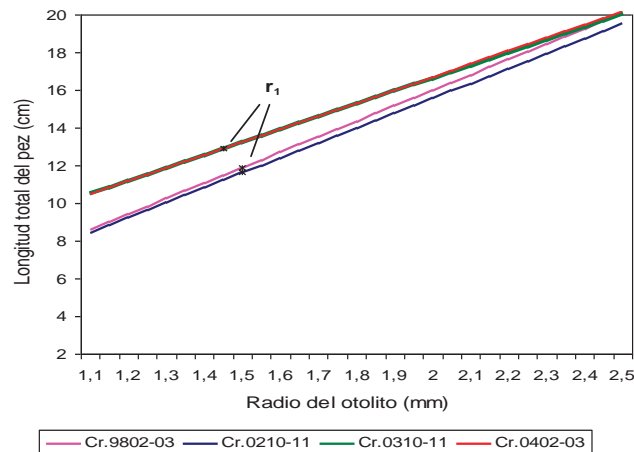


Figura 1.- Regresión longitud del pez versus radio del otolito y retrocálculo del r_1 para anchovetas durante años El Niño. Crucero 9802-03 (rosado), Niño débil Crucero 0210-11 (azul) y años normales, Crucero 0310-11 (verde) y Crucero 0402-03 (rojo).

RESULTADOS

Las mediciones realizadas en los de los r_1 de los otolitos de la anchoveta (1 año de edad) colectados durante los cruceros en estudio se presentan en la Tabla 1.

Mediante el test estadístico de normalidad de Kolgomorov-Smirnov se pudo determinar que la distribución de las radios r_1 en otolitos de los diferentes cruceros en estudio presenta una distribución normal (Tabla 2).

De acuerdo a los análisis de comparación de valores de las medidas del radio r_1 en otolitos de anchoveta colectados en los diferentes cruceros, se puede apreciar que existen diferencias en el primer anillo de crecimiento de los otolitos provenientes de cruceros de investigación realizados durante periodos EN (Crucero 9802-03) y los realizados durante años normales (Cruceros 0310-11 y 0402-03). Los otolitos colectados durante el crucero realizado en el año 2002 con anomalías térmicas positivas (Crucero 0210-11) evidenciaron el mismo efecto significativo en el crecimiento que el obtenido durante EN (Crucero 9802-03). Los resultados del ANOVA de un factor se presentan en la Tabla 3.

El crecimiento en longitud del pez (LT) versus el radio del otolito (R) que experimentaron las anchovetas de 1 año de edad se puede apreciar en la Figura 1.

Los parámetros de la regresión (1) se presentan la Tabla 4. Los parámetros de la regresión (2) se presentan en la Tabla 5

DISCUSIÓN Y CONCLUSIÓN

La Tabla 3 muestra que el radio 1 (r_1) del otolito de la anchoveta fue afectado en forma significativa por la TSM. Se pudo apreciar también, una marcada disminución en el crecimiento en longitud de los peces y un incremento del tamaño del otolito en los individuos capturados durante El Niño (EN) (Figuras 1 y 2).

MOSEGAARD et al. (1988); ZHANG y RUNHAM (1992), GAULDIE (1996) en estudios experimentales, hallaron que el incremento de temperatura lleva a un aumento en la tasa de crecimiento del otolito para peces de igual tamaño y de cualquier efecto que tenga la temperatura en el crecimiento somático. En la búsqueda de mejores condiciones en el mar para su supervivencia la anchoveta tuvo un comportamiento migratorio tanto vertical, como horizontal como respuestas a los cambios ambientales.

Estudios realizados durante EN 1982-83 (MUCK y VÍLCHEZ 1986) mostraron que durante el periodo marzo-mayo, los cardúmenes de anchoveta se hicieron menos vulnerables en la región norte encontrándose a profundidades de 110 m en la zona norte y de 40 m en la zona sur, relacionados con TSM entre 17-23 °C. Otros autores, durante el evento El Niño 1997-98 (CASTILLO y GUTIÉRREZ 1998, MORÓN y DOMÍNGUEZ 1988, ESPINO 1999), encontraron comportamiento similar de migración vertical más profunda con temperaturas más favorables de aproximadamente 19 -23 °C como promedio. Según estos estudios la anchoveta no tuvo una exposición directa a las altas temperaturas, pero el aumento fue suficiente como para causar un crecimiento atípico del otolito.

Ademas, la merma del crecimiento de los individuos de anchoveta ocurrió por la falta de alimento debido a la pobre biomasa planctónica, propia de las masas de agua de un evento EN (AYÓN y GIRÓN 1997; BLASKOVIC' et al. 1999; SÁNCHEZ 2000). Esto se reflejó en el factor de condición de esta especie, durante el evento El Niño 1997-98 (ÑIQUEÑ et al. 1999) (Figura 1).

CÁRDENAS (2001) estudió otolitos de sardina (*Sardinops sagax*) y no encontró diferencias estadísticas

en r_1 en los individuos de un año, capturados durante periodos normales y periodos El Niño. Posiblemente esta especie posee una mayor eficiencia de filtración y adaptabilidad a la influencia de altas temperaturas, lo cual se refleja en sus mayores capturas (VÍLCHEZ et al. 1988); no obstante, los efectos de El Niño se manifestaron en el bajo peso de los individuos (CÁRDENAS y CHIPOLLINI 1998, ÁLAMO, BOUCHON y NAVARRO 1988).

Finalmente, al aplicar el Anova en los r_1 de otolitos con un anillo de crecimiento (1 año de edad), colectados en cruceros realizados en años EN y años normales se concluye que las condiciones El Niño afectan el crecimiento del radio del otolito y la longitud de la anchoveta.

REFERENCIAS

ÁLAMO A, BOUCHON M, NAVARRO I. 1988. Variación en el Factor de Condición Coeficiente Alimentario y Alimentación de la Sardina Peruana (*Sardinops sagax sagax*) durante el periodo 1975-1986. Bol. Inst. Mar, Callao- Perú. Vol. Extraordinario.273-278.

ARAYA A, CUBILLOS L. 2002. El análisis retrospectivo del crecimiento en peces y sus problemas asociados. Gayana 66(2):161-179..

AYÓN P, GIRÓN M. 1997. Composición y distribución del zooplancton e ictioplancton frente a la costa peruana durante febrero a abril 1997. Inf. Inst. Mar Perú 127:49-55.

BAGENAL TB, TESCH FW. 1978. Age and growth: Pp. 101-136 . En: T. Bagenal (ed.). Methods for assessment of fish production in fresh waters. Blackwell Scientific, London.

BEAMISH RJ, MCFARLANE GA. 1983. The forgotten requirement for age validation in fisheries biology: Transactions of American Fisheries Society. 112 735-743.

BLASKOVIC' V, ESPINOZA P, TORRIANI F, NAVARRO I. 1999. Hábitos alimentarios de la anchoveta frente al litoral peruano durante la primavera 1998. Crucero BIC José Olaya Balandra 9811-12. Inf. Inst. Mar Perú. 146:77-84.

CÁRDENAS G, CHIPOLLINI A. 1988. Crecimiento de la Sardina Peruana (*Sardinops sagax sagax*) y

composición por edades de sus desembarques durante 1981-85. Bol. Inf. Inst. Mar, Callao-Perú. Vol. Extraordinario. 279-284.

CÁRDENAS G. 2001. Efecto de la variabilidad ambiental sobre el crecimiento de la sardina, *Sardinops sagax sagax* (Jenyns, 1842). Tesis para optar el grado académico de Magister en recursos Acuáticos. Universidad Nacional de San Marcos. Facultad de Ciencias Biológicas. Lima, Perú. 46 pp.

CASTILLO R, GUTIÉRREZ M. 1998. Distribución Geográfica de la anchoveta (*Engraulis ringens*) entre Huacho y Pacasmayo a diferentes estratos de profundidad Crucero BIC Humboldt 9711. Inf. Inst. Mar Perú. 133: 49-55.

ESPINO M, 1999. EL NIÑO 1997-1998: Su Impacto sobre los Recursos Pesqueros y sus Pesquerías. FORUM El Fenómeno EL NIÑO 1997-1998 Evolución Pronóstico y Mitigación. Publicación Especial. Inst. Mar Perú. 112-129.

FUPUY J. 1999. Dinámica Poblacional de *Odontesthes regia regia* "pejerrey" en el Litoral Peruano, durante Setiembre 1986 - Agosto 1996. Tesis para optar El Título Profesional de Licenciado en Biología - Pesquera. Universidad Nacional Pedro Ruíz Gallo. Facultad de Ciencias Biológicas. Departamento Académico de Pesquería y Zoología. 65 pp.

GAULDIE RW. 1996. Effects of temperatura and vaterite replacement on the chemistry of metal ions in the otoliths of *Oncorhynchus tshawytscha*. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 53: 2015-2026.

GEFFEN AJ. 1992. Validation of Otolith increment deposition rate; pp 101-103. In Stevenson & Campana (ed) otolith microstructure examination and analysis. Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci. 117.

GUTIÉRREZ E, MORALES-NIN B. 1986, Time series analysis of daily growth in *Dicentrarchus labrax* L. otoliths: Journal of Experimental Marine Biology and Ecology. 103: 163-179.

GUZMÁN S, CÁRDENAS G. 1997. Comentario General del crucero de Evaluación de Biomasa Desovante de Anchoveta. BIC Humboldt 9608-09. Inf. Inst. Mar Perú. 123: 7-12.

LAI HL, GALLUCI V, GUNDERSON DR, DONNELLY RF. 1996 Age determination in fisheries: methods and applications to stock assess-

ment. En: "Stock Assessment. Quantitative Methods and applications for small-Scale Fisheries", 82-178p. V.F. Gallucci, S. B. Saila, D. J. Gustafson y B. J. Rothschild (eds.). Lewis Publishers , CRC Press, Inc.

MORÓN O, DOMÍNGUEZ N. 1998. Aspectos oceanográficos durante los experimentos de calibraciones hidroacústicos con anchovetas vivas. Crucero BIC Humboldt, 9711 de Huacho a Pacasmayo. Inf. Inst. Mar Perú, 132:26-40.

MOSEGAARD H, SVEDANG H, TABERMAN K. 1988. Uncorpling of somatic and otolith growthrates in artic char (*Salvelinus alpinus*) as an effect of differences in temperature response. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 45: 1514-1524.

MUCK P, VÍLCHEZ R. 1986. Biomasa y su distribución en el espacio y tiempo. Perú. En: O. Mathinson y I. Tsukayama (eds). Bases Biológicas y marco conceptual para el manejo de los recursos pelágicos en el Pacífico suroriental. Org. Lat. Des. Pesq. (OLDEPESCA), Doc. Pesca 1: 110-119.

ÑIQUEN M, ECHEVARRÍA A, CAHUÍN S, BOUCHON M, MORI J, ARRIETA S, VALDEZ D. 1999. Situación de anchoveta y otros recursos pelágicos en el Mar Peruano a fines de 1998. Crucero BIC José Olaya Balandra 9811-12. Inf. Inst. Mar Perú.146. 30-38.

SÁNCHEZ S. 2000. Variación estacional e interanual de la biomasa fitoplanctónica y concentraciones de clorofila a, frente a la costa peruana durante 1976-2000. Bol. Inst. Mar Perú. 19(1-2): 29-44.

SOKAL RR, JAMES RF. 1995. Biometry: The principles and practice of Statistics in Biological Research. 2nd ed. New York: W. H. Freeman, 1995.

VÍLCHEZ R, MUCK P, GONZÁLEZ A. 1988. Variaciones en la biomasa y en la distribución de los Principales Recursos Pelágicos del Perú entre 1983-1987. Bol. Inst. Mar Perú. Vol. Extraordinario. 255-264.

WILSON RR, 1988. Analysis of growth zones and microstructure in otoliths of two macrourids from the North Pacific abyss: Environmental Biology of Fishes. 21 251-261

ZHANG Z, RHUNAM NW. 1992. Effects of food ration and temperature level on the growth of *Oreochromis niloticus* (L.) and their otoliths. J. Fish. Biol. 40:341-349.