

Verificación de la marca de eclosión en los otolitos sagitales de larvas de *Sardinella aurita* (Pisces: Clupeidae)

María Alejandra Balza¹ y Baumar Marín²

¹Dpto. Biología, Escuela de Ciencias, Universidad de Oriente. Cumaná, Venezuela. Teléfono (0058-93)-302169, mbalza@sucre.udo.edu.ve.

²Dpto. Biología Marina. Instituto Oceanográfico de Venezuela, UDO. Cumaná, Venezuela. Teléfono (0058-93)-302169, bmarin@sucre.udo.edu.ve

Recibido 29-VI-2000. Corregido 3-VII-2000. Aceptado 6-VIII-2000.

Abstract: The study of otolith in larvae is important to determine fish age and growth, essential parameters in the study and management of fisheries resources. In this study, the formation of the hatching mark in *Sardinella aurita* was verified on ichthyoplankton samples collected off southern Cubagua island, Venezuela, from May 1998 to January 1999. The embryos were kept alive using a culture system until they hatched and daily a group of 10 to 30 larvae were fixed in 95% ethanol. An image analysis system was used to measure morphometric characteristics of larvae and sagittal otoliths. Following are mean values in newly hatched larvae: otolith hatching mark distance from nucleus 4.78 μm (I.C. 0.36 μm , $p < 0.05$, $n = 30$), increase width 1.46 μm (I.C. 0.17 μm , $p < 0.05$, $n = 30$) and diameter 14.28 μm (I.C. 1.11 μm , $p < 0.05$, $n = 30$). The mean standard length of larvae at age 0 was 3.31 mm (I.C. 0.08 mm, $p < 0.05$, $n = 200$). The identification of the hatching mark allows the exact calculation of the number of rings in larvae from the natural environment.

Key words: Larvae, sagittal otolith, sardine, hatching.

La sardina de la región Oriental de Venezuela (*Sardinella aurita*) es el recurso pesquero más importante para la economía regional. Por tal motivo, se ha hecho necesario desarrollar estudios para conocer la estructura de las poblaciones de sardina explotadas actualmente.

En los estadios larvarios, la información sobre la edad puede ser usada para aclarar los efectos de los cambios en el ambiente que influyen sobre el crecimiento y la supervivencia, lo que resulta en un mejor entendimiento de los factores que afectan el éxito del desarrollo de cohortes larvarias en el ambiente.

En la actualidad, se han realizado numerosos trabajos aplicando la técnica del conteo de los anillos de crecimiento diario en los otolitos de clupeidos, para obtener información sobre la edad y crecimiento de estos peces (Butler y Rojas 1985, Castillo *et al.* 1985, Álvarez y Moralez-Nin 1992, Félix-Uraga 1992, Alemany y Álvarez 1994, Bolz y Burns 1996). Sin embargo, no se han realizado estudios de crecimiento diario basados en la lectura de los otolitos en larvas y juveniles de esta especie. Por tanto, el objetivo de este estudio es verificar la formación de la marca de eclosión en los otolitos sagitales de larvas de *S. aurita*.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se recolectaron muestras de ictioplancton al sur de la Isla de Cubagua, Venezuela (64° W, $30^{\circ}5'$ N), desde mayo de 1998 hasta enero de 1999. Los huevos fueron capturados con una red para ictioplancton de abertura de malla de $555 \mu\text{m}$ y diámetro de boca de 50 cm.

La separación de los huevos desarrollados se realizó según los patrones descritos por Simpson y González (1967). Estos huevos se mantuvieron vivos hasta que ocurrió la eclosión, a una temperatura ambiente de 26 a 29°C . Grupos de diez a treinta larvas recién eclosionadas fueron fijados en etanol al 95% para verificar la marca de eclosión. Se empleó un sistema de análisis de imágenes para medir los caracteres morfométricos de longitud total (L.T.), longitud estándar (L.S.) y altura de las larvas, y para medir y fotografiar los otolitos sagitales. La extracción de los otolitos se hizo según el método descrito por Stevenson y Campana (1992). La medición de los anillos de crecimiento diario se realizó con el programa Sigma Scan (Jandel Scientific, Inc) y se utilizó un micrómetro digital ensamblado al sistema de análisis de imágenes.

RESULTADOS

Las larvas recién eclosionadas (edad 0) exhibían una marca de eclosión (Fig. 2) a una distancia media del núcleo de $4.78 \mu\text{m}$ (I.C. $0.36 \mu\text{m}$, $p < 0.05$, $n = 30$) y el primer anillo desde la marca de eclosión en el otolito presentó un ancho promedio de $1.46 \mu\text{m}$ (I.C. $0.17 \mu\text{m}$, $p < 0.05$, $n = 30$). Esta marca es depositada el mismo día de la eclosión. Los otolitos sagitales de 30 larvas fueron examinados, los resultados se muestran en el Cuadro 1. Los otolitos de las larvas recién eclosionadas se observaron en la cápsula ótica y eran de color grisáceo, eran de forma redondeada y no necesitaron pulido para poder observar la



Fig. 1. Larva de sardina *Sardinella aurita* y el otolito sagital. Detalle del otolito (1 000 X).

Fig. 1. Larva of sardine, *Sardinella aurita* and the sagittal otolith. Detail of otolith (1 000 X).

CUADRO 1

Mediciones del otolito sagital de larvas de Sardinella aurita de edad 0 medidas en micras.
Measurement of the sagittal otolith of age 0 larvae (Sardinella aurita) measured in microns.

	Diámetro del otolito	Distancia de eclosión núcleo a marca	Ancho del incremento
Media	14.28	4.78	1.46
DE	1.38	0.45	0.32
IC.	1.11	0.36	0.17
N	30	30	30

marca de eclosión. Su diámetro promedio fue de $14.28 \mu\text{m}$ (I.C. $1.11 \mu\text{m}$, $p < 0.05$, $n = 30$). La medida de L.S. para la edad 0 fue 3.31 mm (I.C. 0.08 mm L.T., $p < 0.05$, $n = 200$), siendo la relación entre la L.T. y la L.S. para las larvas de edad 0 ($n = 200$) $Y = 0.95X + 0.07$ ($R^2 = 0.99$).

DISCUSIÓN

Generalmente, se ha supuesto que los incrementos diarios en los otolitos de larvas de especies de crecimiento lento comienzan a formarse durante la eclosión o tempranamente durante su desarrollo prolarval, mientras que en especies de crecimiento rápido,

como clupeidos, la deposición de los incrementos diarios comienza durante la primera alimentación (Castillo *et al.* 1985, Warlen 1988, Moksness y Wespestad 1989). De acuerdo con los resultados obtenidos en el presente trabajo, creemos que tales suposiciones deben ser tomadas con precaución, siendo *S. aurita* una de las excepciones. En este estudio se verificó una marca de eclosión en los otolitos sagitales de larvas de *S. aurita* y se observó, al igual que en *Sardina pilchardus*, que la deposición de la marca ocurre el día de eclosión, tal como lo reportan Alemany y Álvarez (1994). A pesar de ello, en los clupeidos se supone que esta marca es depositada en el otolito cuando es reabsorbido el saco vitelino o comienza la alimentación exógena. Esta suposición está basada en el análisis de larvas criadas en el laboratorio.

Esta marca es de suma importancia desde el punto de vista del cálculo de la edad en larvas procedentes del medio natural (Miranda *et al.* 1992), dado que el conteo de los anillos de crecimiento diario puede ser usado para estimar la edad larval y las tasas de crecimiento (Towsend y Graham 1981), suponiendo que son depositados con una periodicidad dada. Frecuentemente, para determinar cuándo se deposita la marca de eclosión, se realizan regresiones del número de anillos depositados, ajustándolos a la edad actual y donde la intersección con el eje X es considerado como el día de formación de la marca de eclosión (Castillo *et al.* 1985, Warlen 1988, Moksness & Wespestad 1989). Es muy importante conocer cuándo se forma la marca de eclosión, puesto que en algunas especies de peces esta marca es depositada previamente a la eclosión, *e. g.* *Clupea harengus* (Geffen 1982), y en otras, posterior a la eclosión, como es el caso de los clupeiformes *Engraulis mordax* (Brothers *et al.* 1976) o *Sardinops sagax* (Butler y Rojas 1985, Castillo *et al.* 1985). En las determinaciones de la edad basadas en la deposición de incrementos diarios en los otolitos se recomienda incluir larvas con saco vitelino, recién eclo-

sionadas o si es necesario, embriones desarrollados antes de la eclosión, para poder estimar la formación de este primer anillo y así tener una mayor exactitud y precisión en el cálculo de la edad actual en larvas mayores al día de la eclosión.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a quienes hicieron posible la realización de este trabajo, en especial a Carlos Moreno, Luis Ortega, Alexander Barrios y Jesús Cardie por la recolección de ictioplancton, a Mercelys Gutiérrez, César Lodeiros, Lina Charzeddine, María Verónica Hernández, Mierellys Peñuela y César Graziani por los desarrollos embrionarios de las larvas.

RESUMEN

El estudio de los otolitos de larvas es muy importante para el conocimiento de la edad y crecimiento de los peces, parámetros imprescindibles en la ordenación de los recursos pesqueros. En el presente trabajo se verificó la formación de la marca de eclosión de la *Sardinella aurita*. Para ello se recolectaron muestras de ictioplancton al sur de la Isla de Cubagua, Venezuela desde mayo 1998 a enero 1999. Los embriones se mantuvieron vivos hasta la eclosión en un sistema de cultivo, tomando 10 a 30 larvas para posteriormente fijarlas en etanol al 95%. Un analizador de imágenes fue empleado para medir los caracteres morfométricos de las larvas y para medir los otolitos sagitales. Se encontró que las larvas recién eclosionadas exhibían en sus otolitos la marca de eclosión, a una distancia media del núcleo de 4.78 μm (I.C. 0.36 μm , $p < 0.05$, $n = 30$). El ancho del incremento fue de 1.46 μm (I.C. 1.17 μm , $p < 0.05$, $n = 30$) y el diámetro del otolito fue de 14.28 μm (I.C. 1.11 μm , $p < 0.05$, $n = 30$). El promedio de longitud estándar para las larvas de edad 0 fue 3.31 mm (I.C. 0.08 mm, $p < 0.05$, $n = 200$). La marca de eclosión permite un cálculo preciso en el conteo de anillos para determinar la edad en larvas procedentes del medio natural.

REFERENCIAS

- Alemany, F. & F. Álvarez. 1994. Formation of initial daily increments in sagittal otoliths of reared and wild *Sardina pilchardus* yolk-sac larvae. *Mar. Biol.* 121: 35-39.
- Álvarez, F. & B. Morales-Nin. 1992. An attempt to determine growth and hatching dates of juvenile sardine, *Sardina pilchardus*, in the western Mediterranean

- Bolz, G. & B. Burns. 1996. Age and growth of larval Atlantic herring, *Clupea harengus*: a comparative study. Fish. Bull. 94: 387-397.
- Brothers, E., C. Mathews & R. Lasker. 1976. Daily growth increments in otoliths from larval and adult fishes. Fish. Bull. 74: 1-8.
- Butler, J. & B. Rojas. 1985. Growth of larval sardines of Peru. CALCOFI Reports, 26: 113-118.
- Castillo, G.; E. Aguilera, G. Herrera, P. Bernal, J. Butler, J. Chong, H. González, C. Oyarzun & C. Veloso. 1985. Larval growth rate of the pacific sardine *Sardinops sagax* off central Chile, determined by daily ring counts in otoliths. Biol. Pesq. 14: 3-10.
- Félix-Uraga, R. 1992. Composición por edades de la Sardina Monterrey *Sardinops caeruleus* capturada en Bahía Magdalena, B.C.S., México, de 1981 a 1991. Inv. Mar. CICIMAR. 7: 9-13.
- Geffen, A. 1982. Otolith ring deposition to growth rate in herring (*Clupea harengus*) and turbot (*Scophthalmus maximus*) larvae. Mar. Biol. 71: 317-326.
- Miranda, A., J. Sánchez, F. Álvarez & F. Alemany. 1992. Crecimiento larvario de sardina *Sardina pilchardus* en laboratorio bajo diferentes condiciones de alimentación. Informes Téc. Inst. Esp. Oceanogr. 132: 1-15.
- Moksness, E. & V. Wespestad. 1989. Ageing and back-calculating growth rates of Pacific herring *Clupea pallasii* larvae by reading daily otolith increments. Fish. Bull. US. 87: 509-513.
- Stevenson, D. & S. Campana 1992. Otolith microstructure examination and analysis. Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci. 117: 1-126 p.
- Simpson, J. & G. González. 1967. Algunos aspectos de las primeras etapas de vida y ambiente de la sardina (*Sardinella anchovia*) en el oriente de Venezuela. Ser. Rec. Exp. Pesq. M.A.C. 1: 1-93.
- Townsend, D. & J. Graham. 1981. Growth and age structure of larval Atlantic herring, *Clupea harengus*, in the sheepscot growth increments in otoliths. Fish. Bull. 79: 123-130.
- Warlen, S. 1988. Age and growth of larval Gulf of Mexico. Fish. Bull. 86: 72-90.