

Crecimiento y mortalidad natural de la sardina, *Sardinella aurita* (Teleostei: Clupeidae) del Estado Nueva Esparta, Venezuela

Growth and natural mortality of the sardine, *Sardinella aurita* (Teleostei: Clupeidae) from Nueva Esparta State, Venezuela

Leo W. González^{1,2} y Nora Eslava¹

¹Área de Biología y Recursos Pesqueros, Instituto de Investigaciones Científicas, Universidad de Oriente, Núcleo de Nueva Esparta, Apartado 147, Boca del Río, Isla de Margarita, Venezuela

²Centro de Investigaciones y de Estudios Avanzados del IPN, Unidad Mérida. A.P. 73 Cordemex. 97310 Mérida, Yucatán, México. leonora@telcel.net.vc

Abstract.- The parameters of growth and natural mortality of the sardine, *Sardinella aurita* are estimated, based on length frequency data obtained in Margarita, Coche and Cubagua islands, Nueva Esparta State, during the period 1996-1998. The values L_{∞} = 28.45 cm and K = 0.83 year⁻¹, were obtained using the program FISAT; and M = 1.0 year⁻¹, through the application of Pauly's equation. These results show growth and mortality rates typical of small tropical pelagic fish under commercial exploitation conditions.

Keywords: Growth, natural mortality, artisanal fishery, *Sardinella aurita*, Venezuela.

Resumen.- Se estimaron los parámetros de crecimiento y la tasa de mortalidad natural de la sardina, *Sardinella aurita* sobre la base de datos de frecuencia de longitudes, recolectados en las islas de Margarita, Coche y Cubagua del Estado Nueva Esparta, durante el período 1996-1998. Los valores L_{∞} = 28,45 cm, K = 0,83 año⁻¹, fueron obtenidos usando el programa FISAT; y M = 1,0 año⁻¹, mediante la aplicación de la ecuación de Pauly. Estos resultados evidencian un crecimiento y una mortalidad natural característicos de peces pequeños pelágicos tropicales sujetos a explotación comercial.

Palabras clave: Crecimiento, mortalidad natural, pesca artesanal, *Sardinella aurita*, Venezuela.

Introducción

La sardina, *Sardinella aurita* es uno de los recursos pesqueros de mayor importancia económica en Venezuela que se explota mediante el sistema de pesca artesanal desde 1927, cuando por primera vez fue utilizado el chinchorro de playa en Pampatar, isla de Margarita, originando en el Estado Nueva Esparta una tradición que por más de 70 años se ha mantenido con algunas modificaciones tecnológicas; produciendo aproximadamente el 50% del total nacional. Es la principal fuente de materia prima para la elaboración de conservas y la producción de harina de pescado con los desechos obtenidos durante el proceso. También se consume en fresco y se utiliza como carnada principal en la pesca artesanal de especies de alto valor comercial como pargos (*Lutjanus* spp.), meros (*Epinephelus* spp.), carites (*Scomberomorus* spp.) y atunes (*Thunnus* spp.).

La pesquería de *S. aurita* tiene particular relevancia en la socio-economía insular, por el número de empleos en las diferentes fases de captura, procesamiento y comercialización. Según las estadísticas oficiales del Servicio Autónomo de los Recursos Pesqueros y Acuícolas (SARPA) del Ministerio de Agricultura y Cría (MAC), la pesca en 1996 fue de 153.782 toneladas

(t), representando el 35,8 % de la producción nacional total marítima que fue de 429.479 t. Sin embargo, a través de prospecciones hidroacústicas en los últimos 10 años se ha estimado niveles de biomasa entre 700.000 y 900.000 t (Mendoza 1996).

Esta especie presenta fluctuaciones en la abundancia como consecuencia de las condiciones biológicas, ambientales y pesca que afectan el reclutamiento, lo que amerita información de índole periódica de los parámetros de crecimiento, mortalidad y reclutamiento, indispensables en la evaluación, y toma de decisiones con enfoque precautorio, en la administración de su pesquería. Más aún, cuando existen razones para pensar que la introducción de un nuevo arte de pesca, como el cerco o tren de argolla sardinero, permitido según Resolución del Ministerio de Agricultura y Cría N° 637 del 03 de noviembre de 1998 (Gaceta Oficial de la República de Venezuela N° 36.573), origine a futuro un aumento de la variabilidad natural, que altere la estabilidad que mantienen armónicamente la pesca artesanal sardinera y la industria enlatadora nacional, así como el desequilibrio trófico del ecosistema costero.

Ante esta situación, se planteó la necesidad de estudiar el crecimiento y la mortalidad natural de la

sardina proveniente de los caladeros de las tres islas que conforman el Estado Nueva Esparta, mediante el análisis de frecuencia de longitudes y comparar los resultados con los obtenidos por métodos directos e indirectos en Venezuela (Heald & Griffiths 1967, González 1985, Mendoza 1996), México (Grall 1984) y África (Ghéno 1975, Boely *et al.* 1982, Fréon 1988). Es importante señalar que en Venezuela sólo se ha evaluado una fracción del stock contenida dentro de la zona de pesca, por razones de disponibilidad del recurso en áreas cercanas a la costa.

Material y Métodos

El material biológico estuvo constituido por 49.795 ejemplares de 11,0 cm a 28,5 cm de longitud total (Lt), recolectados mensualmente desde enero de 1996 hasta diciembre de 1998, durante las faenas de pesca comercial en las islas de Margarita (Manzanillo, Pampatar, Puerto Moreno, El Morro y La Isleta), Coche (San Pedro) y Cubagua (Fig. 1); donde operan entre 15 a 30 pescadores por calada con una lancha de 10 m a 12

m de eslora con motor central de 60 hp a 250 hp y de 5 a 6 embarcaciones de 8 m de eslora denominadas "peñeros", equipadas con motor fuera de borda de 40 hp a 105 hp. La captura se realiza con redes denominadas chinchorros sardineros (beach seine) que no cierran por la parte inferior, conformada por piezas de red que difieren de tamaño desde 20 a 70 m de longitud y de 12 a 18 m de altura, debido a las características del caladero (tipo de fondo, profundidad) y el criterio técnico de la operación de pesca de la comunidad de pescadores; mientras que la abertura de malla es de 2,5 cm en todos los casos. Estas piezas se unen de acuerdo al tamaño del cardumen; así tenemos, que un tren de 8 a 16 piezas puede capturar de 300 a 1.500 toneladas, aproximadamente (Fig. 2).

A cada ejemplar se le determinó la longitud total (Lt) al centímetro inferior, de acuerdo al criterio seguido por FAO (1981). Posteriormente los datos fueron agrupados mensualmente y por año en rangos de longitud de 0,5 cm (Tabla 1).



Figura 1

Mapa del Estado Nueva Esparta indicando las áreas de muestreo de *Sardinella aurita*.

Map of Nueva Esparta State, Venezuela showing sampling areas for *Sardinella aurita*.

El estudio del crecimiento se basó en el análisis de frecuencia de longitudes para cada año y por separado durante el período 1996–1998, usando el programa FISAT (Gayanillo *et al.* 1996). En primer lugar, se estimó una longitud asintótica (L_{∞}) preliminar aplicando el método de Powell (1979) y de Wetherall (1986), que permitió determinar el coeficiente de crecimiento (K) a través de la rutina ELEFAN 1. Luego se empleó el análisis de la progresión modal, previa descomposición de la frecuencia de longitudes según el método de Bhattacharya (1967), para optimizar las estimaciones de L_{∞} y K según el procedimiento de Gulland & Holt (1959), incorporado en la misma rutina. Para obtener la curva de crecimiento en longitud del modelo de von Bertalanffy, se calculó el t_0 promedio de acuerdo a la fórmula anotada por Pauly (1979): $\text{Log}_{10}(-t_0) = -0,3922 - 0,2752 \text{Log}_{10} L_{\infty} - 1,038 \text{Log}_{10} K$. Finalmente, se comparó los parámetros de crecimiento de *Sardinella aurita* obtenidos por diferentes métodos en Venezuela, golfo de México y África mediante la ecuación de Pauly & Munro (1984): $\emptyset' = \text{Log}_{10} K + 2 \text{Log}_{10} L_{\infty}$.

La mortalidad natural (M) se evaluó a través de la ecuación empírica de Pauly (1980): $\text{Log}_{10} M = -0,0066$

$-0,279 \text{Log}_{10} L_{\infty} + 0,6543 \text{Log}_{10} K + 0,4632 \text{Log}_{10} T$, para una temperatura superficial media del agua (T) de 24 °C (González 1985).

Resultados y Discusión

Crecimiento

La presencia de individuos de mayor talla en los primeros y últimos meses del año observada en la Tabla 1, evidencian cierta variabilidad intra anual relacionada, probablemente, con las migraciones tróficas-reproductivas que realiza la sardina en la región nororiental de Venezuela en dirección norte-sur y este-oeste (Mendoza 1996), asociadas a la época de surgencia que, según González (1985), ocurre en la estación seca (diciembre–abril), donde el máximo desove ocurre a finales de febrero y comienzos de marzo, cuando la temperatura es la más baja y el afloramiento más intenso (Heald & Griffiths 1967). Así mismo, la estacionalidad de las tallas pequeñas parece indicar que los períodos abril-junio y septiembre-noviembre, representan las temporadas de reclutamiento de juveniles a la zona de pesca, las cuales coinciden con

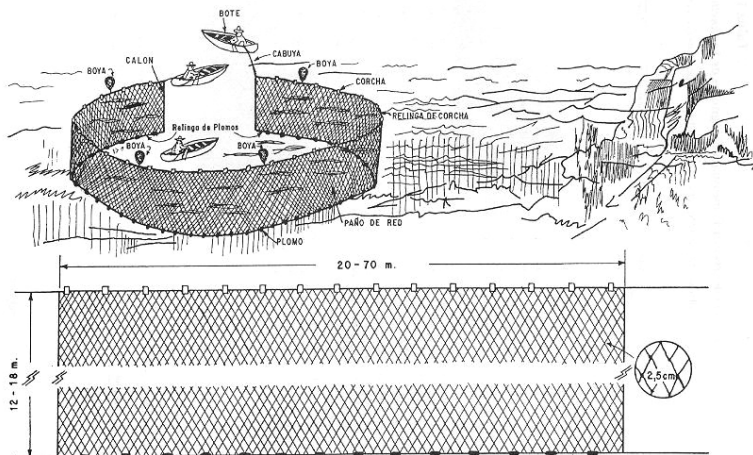


Figura 2

Chinchorro sardinero utilizado para la pesca de *Sardinella aurita* en el Estado Nueva Esparta, Venezuela.
Beach seine used by the *Sardinella aurita* fishery in Nueva Esparta State, Venezuela.

la época lluviosa (mayo–noviembre) cuando el afloramiento es menor (González 1985). La talla de reclutamiento a la pesquería fue de 11 cm Lt; mientras que Mendoza (1996) señala 10 cm Lt cuando alcanza los 6 meses de edad relativa. De acuerdo con la talla de primera madurez sexual de 16,9 cm de longitud estándar obtenida por Ramírez (1986), la fracción adulta fue abundante en todos los meses.

Según el método de Powell (1979) y de Wetherall (1986), se seleccionó L_{∞} sobre la base de la correlación

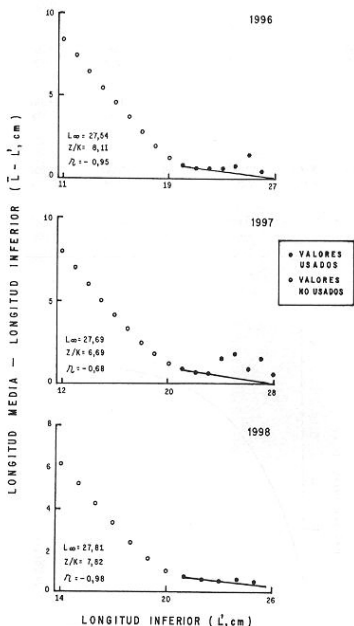


Figura 3

Estimación de L_{∞} (cm) de *Sardinella aurita* del Estado Nueva Esparta. Método de Powell (1979) y Wetherall (1986).

Estimation of L_{∞} (cm) of *Sardinella aurita* from Nueva Esparta State. Powell (1979) and Wetherall's (1986) method.

más alta en cada uno de los años del período 1996-1998 (Fig. 3); el cual fue usado como dato de entrada en el ELEFAN 1, obteniéndose de esta manera, estimaciones adicionales de L_{∞} y valores de K (1996: $L_{\infty} = 28,00$ cm; $K = 0,76$ año⁻¹, 1997: $L_{\infty} = 27,68$ cm; $K = 1,20$ año⁻¹ y 1998: $L_{\infty} = 27,81$ cm; $K = 0,79$ año⁻¹). Con el fin de optimizar los parámetros de crecimiento obtenidos, se determinaron las cohortes mensuales con el método de Battacharya (1967) (Tabla 2), que a su vez permitieron calcular los valores definitivos de L_{∞} y K mediante el método de Gulland & Holt (1959) (Fig. 4).

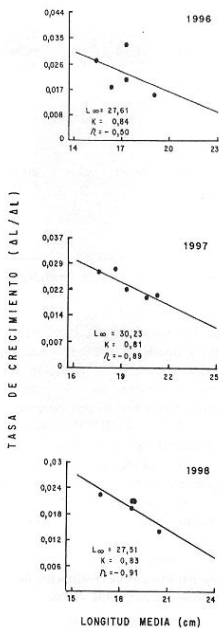


Figura 4

Estimación de L_{∞} (cm) y K (año⁻¹) de *Sardinella aurita*. Método de Gulland & Holt (1959).

Estimation of L_{∞} (cm) and K (year⁻¹) of *Sardinella aurita*. Gulland & Holt (1959) method.

Las diferencias en las estimaciones de L_{∞} observadas en la Tabla 4 para Venezuela son debidas, posiblemente, a la aplicación de métodos distintos en la determinación de edad y crecimiento; y por la disparidad en el diseño de muestreo, prueba de ello es el rango de tallas utilizado por Heald & Griffiths (1967): 13,8 cm a 23,5 cm Lt, González (1985): 0,4 cm a 27,5 cm Lt y Mendoza (1996): 16,0 cm a 30,0 cm Lt. Esta situación fue advertida por Haugen (1969) quien señaló que las sardinillas capturadas en el golfo de Cariaco son de menor talla que las de isla Lobos, isla Caribe y Pampatar, y las más grandes se encuentran en el Morro de Puerto Santo.

El coeficiente de crecimiento $K = 0,83 \text{ año}^{-1}$ obtenido en el presente trabajo demostró un crecimiento moderadamente rápido, guardando cierta similitud con lo indicado por Ursin (1984) para clupeidos de aguas tropicales de 26 °C ($K = 0,72 \text{ año}^{-1}$). Sin embargo, fue superior a los determinados a través de estructuras duras en la *Sardinella aurita* por Heald & Griffiths (1967) en el golfo de Cariaco ($K = 0,32 \text{ año}^{-1}$), Grall (1984) en el golfo de México ($K = 0,47 \text{ año}^{-1}$) y González (1985) en la región nororiental de Venezuela ($K = 0,25 \text{ año}^{-1}$);

pero inferior a los valores estimados a través del análisis de frecuencia de tallas por Ghéno (1975) en la República Popular del Congo ($K = 1,21 \text{ año}^{-1}$), Boely *et al.* (1982) en Sénegal ($K = 1,21 \text{ año}^{-1}$) y Mendoza (1996) en el nororiente de Venezuela ($K = 1,26 \text{ año}^{-1}$), que concuerdan con lo señalado por Pauly (1978) para la sardina que habita aguas de 25 °C donde K varía de 1,1 a 1,2 por año^{-1} . Es evidente que las estimaciones mediante escamas y otolitos indican crecimiento lento, mientras que las obtenidas por análisis de frecuencia de tallas manifiestan un crecimiento rápido cónsono con las características de los clupeidos.

Los valores del coeficiente de variación (CV) del \emptyset' señalan que los parámetros de crecimiento obtenidos por los métodos directo (CV=2%) e indirecto (CV=3%) son similares, lo que induce a pensar que la *Sardinella aurita* de Venezuela, golfo de México y África tienen el mismo patrón de crecimiento (Tabla 4). En tal sentido, se estaría confirmando la tesis de Pauly & Munro (1984), que las especies de una misma Familia tienen valores similares de \emptyset' y están distribuidos normalmente.

Tabla 4

Comparación de los parámetros de crecimiento de *Sardinella aurita* de varias áreas del Caribe y Atlántico tropical.Comparison of growth parameters of *Sardinella aurita* from various areas of the Caribbean and tropical Atlantic.

Método	L_{∞} (cm)	$K \text{ año}^{-1}$	\emptyset' Directo	Fuente	Áreas
Escamas	24,15	0,32	2,27	Heald & Griffiths (1967)	Golfo de Cariaco Venezuela
Otolitos	22,01	0,47	2,36	Grall (1984)	Golfo de México
Otolitos	27,39	0,25	2,27	González (1985)	Región nororiental Venezuela
Media			2,30		
Desviación estándar			0,05		
Coefficiente de variación			2 %		
			Indirecto		
Frecuencia de tallas	26,0	1,21	2,91	Ghéno (1975)	Congo
Frecuencia de tallas	30,63	1,21	3,06	Boely <i>et al.</i> (1982)	Senegal
Frecuencia de tallas	26,66	1,26	2,88	Mendoza (1996)	Región nororiental Venezuela
Frecuencia de tallas	28,45	0,83	2,83	El presente trabajo	Nueva Esparta Venezuela
Media			2,92		
Desviación estándar			0,10		
Coefficiente de variación			3 %		

Mortalidad natural

Según Ursin (1984) y Pauly (1980) las mortalidades de los clupeidos tropicales formadores de cardúmenes están probablemente sobreestimadas; por lo que este último investigador sugirió reducir el estimado de M a través de la aplicación de un factor de 0,6 a 0,8. Por tal razón, se usó 0,7 que al multiplicarlo por el valor calculado 1,48 se estimó una mortalidad natural razonable de $M = 1,0 \text{ año}^{-1}$ para *Sardinella aurita* de la región oriental de Venezuela, situándose en un 28,6% por debajo de $M = 1,4 \text{ año}^{-1}$ (Mendoza 1996), pero superior en un 60% de $M = 0,4 \text{ año}^{-1}$ (Heald & Griffiths 1967) y 67% de $M = 0,3 \text{ año}^{-1}$ (González 1985). Este resultado confirma que es una especie de ciclo de vida corto que justifica su ubicación en la cadena trófica, por estar sometida a la acción depredadora de pelágicos mayores, como el jurel (*Caranx hippos*), cabaña blanca (*Sarda sarda*), cabaña negra (*Auxis thazard*), carachana pintada (*Euthynnus alletteratus*), carites (*Scomberomorus* sp.) y atunes (*Thunnus* spp.), lo que le ha permitido desarrollar una estrategia vital de rápido crecimiento para llegar pronto a la madurez sexual y poder reproducirse. Así mismo, el valor obtenido en este trabajo fue igual a $M = 1,0 \text{ año}^{-1}$ del golfo de México (Grall 1984) y se situó entre los valores de $M = 0,8$ y $M = 1,2 \text{ año}^{-1}$ de Senegal (Fréon 1988).

Aunque la estimación de la relación M/K igual a 1,2 fue ligeramente superior a 1,1 establecido para los clupeidos tropicales (Pereiro 1982), permite concluir que tanto la mortalidad natural como el coeficiente de crecimiento de *Sardinella aurita* responden al carácter general de este grupo de pequeños pelágicos influidos por las circunstancias ambientales donde se desarrolla la población.

Agradecimientos

Expresamos nuestro agradecimiento al Lic. Renato Guevara del IMARPE por la lectura crítica del manuscrito. Al Sr. Raimundo Amilibia y al Lic. Luis Gerardo González, Presidente y Gerente de Control de Calidad, respectivamente de la Empresa Alimentos El Faro por el apoyo logístico en la toma de datos a través de los muestreos biológicos. A los Srs. Wilmer González, Oscar Rafael Hernández y Eli Indriago miembros directivos de la Federación de Asociaciones de Pescadores Artesanales de Nueva Esparta (FAPANE), por su valiosa información sobre la pesca de la sardina. Al Prof. Juan I. Gaviria de la ECAM-UDO por su colaboración en la redacción y traducción al inglés del resumen, Tablas y Figuras. A los Técnicos pesqueros del convenio de pesca VECEP - UDO/IIC financiado por la Unión Europea, por su ayuda en el ordenamiento y transcripción de datos. Al señor Juan Vicent por la elaboración de dibujos y gráficos.

Literatura Citada

- Bhattacharya CG. 1967.** A simple method of resolution of a distribution into Gaussian components. *Biometrics* 23: 115-123.
- Boely T, P Fréon & B Stéquert. 1982.** La croissance de *Sardinella aurita* (Val. 1847) au Sénégal. *Océanographie Tropicale* 17: 103-119.
- FAO. 1981.** Methods of collecting and analysing size and age data for fish stock assessment. *FAO Fisheries Circular* (736), 100 p.
- Fréon P. 1988.** Réponses et adaptations des stocks de clupéidés d'Afrique de l'ouest à la variabilité du milieu et de l'exploitation: Analyse et réflexion à partir de l'exemple du Sénégal. *ORSTOM Etudes et Thèses*, Paris, 287 p.
- Gayanillo FC Jr, P Sparre & D Pauly. 1996.** FAO-ICLARM stock assessment tools-User's manual. *FAO*, Rome, 126 p.
- Ghéno Y. 1985.** Nouvelle étude sur la détermination de l'âge et la croissance de *Sardinella aurita* dans la région de Pointe Noire. *Cahiers Institut Français de Recherche Scientifique pour le Développement en Coopération, série Océanographique* 13: 251-262.
- González LW. 1985.** Determinación de edad y crecimiento de la sardina, *Sardinella aurita* Valenciennes 1847 (Pisces: Clupeidae) de la región nororiental, Venezuela. *Boletín del Instituto Oceanográfico de Venezuela, Universidad de Oriente* 24 (1 & 2): 111-128.
- Grall C. 1984.** A study of the biology of the Spanish sardine, *Sardinella aurita*, in Florida waters. *M.Sc. Thesis*, University of Miami, 107 p.
- Gulland JA & SJ Holt. 1959.** Estimation of growth parameters for data at unequal time intervals. *Journal du Conseil. Conseil International pour L'Exploitation de la Mer* 25: 47-49.
- Haugen CW. 1969.** Crecimiento y edad de la sardina, *Sardinella* sp. de las costas nororientales de Venezuela. *Memoria* 29 (82): 72-83.
- Heald EJ & R Griffiths. 1967.** La determinación por medio de la lectura de escamas de la sardina, *Sardinella anchovia*, del golfo de Cariaco, Venezuela Oriental. *Serie Recursos y Explotación Pesqueros*. Ministerio de Agricultura y Cría 1(10): 375-446.
- Mendoza J. 1996.** Interacciones tróficas, dinámica poblacional y socio-economía de la explotación de la sardina (*Sardinella aurita*) en el oriente de Venezuela. Trabajo de Ascenso, Universidad de Oriente, Cumaná, 126 p.
- Pauly D. 1978.** A preliminary compilation of fish length growth parameters, *Berichte der Institut Für Meereskunde an der Universität Kiel* 55: 1-200.

- Pauly D. 1979.** Theory and management of tropical multispecies stocks: a review, with emphasis on the southeast Asian demersal fisheries. International Center for Living Aquatic Resources Management. Studies and Reviews 1: 1-35.
- Pauly D. 1980.** On the interrelationships between natural mortality, growth parameters and mean environmental temperature in 175 fish stocks. Journal du Conseil. Conseil International pour L'Exploitation de la Mer 39: 175-192.
- Pauly D & L. Munro. 1984.** Once more on growth comparison in fish and vertebrates. Fishbyte 2: 1-21.
- Pereiro JA. 1982.** Modelos al uso en dinámica de poblaciones marinas sometidas a explotación. Informe Técnico. Instituto Español de Oceanografía, Madrid, 1: 255 p.
- Powell DG. 1979.** Estimation of mortality and growth parameters from the length frequency of a catch. Rapport proces-V Réunion Conseil International pour L'Exploitation de la Mer 175: 167- 169.
- Ramírez I. 1986.** Aspectos reproductivos de la sardina *Sardinella aurita* Valenciennes, 1847 (Pisces: Clupeidae) del golfo de Cariaco, Estado Sucre, Venezuela. Boletín del Instituto Oceanográfico de Venezuela, Universidad de Oriente 25 (1 & 2): 3 - 20.
- Ursin E. 1984.** The tropical, the temperate and the Arctic Seas as media for fish production. Dana 3: 43-60.
- Wetherall JA. 1986.** A new method for estimating growth and mortality parameters from length-frequency data. Fishbyte 4: 12-14.