

ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE CRECIMIENTO Y REPRODUCCIÓN DE LA SARDINA (*SARDINELLA AURITA*) DEL SURESTE DE LA ISLA DE MARGARITA, VENEZUELA

Alejandro Tagliafico¹, Leo Walter González² y Nora Eslava²

1 Escuela de Ciencias Aplicadas del Mar, Universidad de Oriente, Boca del Río, Isla de Margarita, Venezuela. atagliafico@hotmail.com

2 Instituto de Investigaciones Científicas, Universidad de Oriente, Boca del Río, Isla de Margarita, Venezuela. leonora@telcel.net.ve

RESUMEN

En Venezuela, la sardina (*Sardinella aurita*) es considerada un recurso estratégico por representar una fuente protéica de bajo costo y sustentar la pesquería artesanal de mayor importancia socio-económica del país. Por tal razón, los objetivos del presente trabajo fueron estimar los parámetros de crecimiento y aspectos reproductivos para contribuir a la evaluación y manejo de la pesquería de la sardina. Se colectaron 3960 individuos mediante muestreos mensuales de las capturas realizadas con chinchorro sardinero en el sureste de la Isla de Margarita, entre enero y diciembre de 2003. La longitud asíntótica ($L_{\infty}=26$ cm) y el coeficiente de crecimiento ($K=1.1$ año⁻¹) fueron estimados usando la rutina ELEFAN I del paquete FISAT, conduciendo a un valor de índice de crecimiento (ϕ') de 2.87. La proporción sexual global de hembras a machos fue 1.2:1.0. Los picos de desove fueron observados entre enero-marzo y julio-diciembre, aunque el desove fue continuo durante todo el año. Estos resultados permiten concluir que el recurso continúa presentando un crecimiento rápido y una reproducción constante. La talla media de madurez sexual (L_{50}) se estimó en 19.8 cm y se recomienda para lograr el manejo adecuado del recurso respetar esta talla en las capturas.

PALABRAS CLAVE: *Sardinella aurita*, Crecimiento, Reproducción, Isla de Margarita, Venezuela.

ABSTRACT

Growth and reproduction parameters for sardine *Sardinella aurita*, in southeast Isla Margarita, Venezuela. In Venezuela, the sardine (*Sardinella aurita*) is considered a strategic resource because it represents a supply of low-cost protein and supports the most important socio-economic artisanal fisheries of the country. Therefore, the objectives of this research were to estimate the sardine growth parameters and reproductive aspects, fundamental in its fisheries management and evaluation. 3960 individuals were collected of the commercial catches with the "chinchorro sardinero" from the southwest of Margarita's, from January to



December 2003. The asymptotic length ($L_{\infty}=26$ cm) and the coefficient of growth ($K=1.1$ year⁻¹) were estimated with the routine ELEFAN I from the package "FiSAT", indicating a growth index ϕ' of 2.87. The overall sexual proportion of female to male was 1.2:1.0. The most intensive reproductive seasons were observed between January-March and July-December, however a continuous spawning was observed along the year. Our results provide enough evidence to conclude that the resource still has fast growth and sustained reproduction. The sexual maturity length was estimated in 19.8 cm and we recommended that length-average in the catches in order to properly manage the resource.

KEY WORDS: *Sardinella aurita*, Growth, Reproduction, Margarita Island, Venezuela.

INTRODUCCIÓN

El estudio de crecimiento de los peces busca determinar el tamaño corporal en función de la edad, por tanto muchos métodos de evaluación de poblaciones trabajan esencialmente con datos de composición por edades (Sparre y Venema, 1995). La aplicación de los métodos tradicionales para la determinación de la edad y el crecimiento incluyen los directos, a través de la lectura de anillos de crecimiento en partes duras como escamas, otolitos y huesos, y los métodos indirectos basados en distribuciones de frecuencias de tallas (Holden y Raitt, 1975). En muchas especies tropicales resulta difícil distinguir anillos de crecimiento estacional y anual. Por lo que métodos indirectos basados en distribuciones de frecuencias de tallas resultan más adecuados.

Sardinella aurita es una especie pelágica costera, explotada artesanalmente en Venezuela desde hace más de 70 años (González y Eslava, 2000). Es utilizada como materia prima en la elaboración de conservas para consumo humano, harina para consumo animal y como carnada para la pesca de diversas especies de importancia comercial (Gerlotto y Ginés, 1988; Cervigón *et al.*, 1992). En el estado Nueva Esparta tiene particular relevancia socio-económica debido al número de empleos que genera en las diferentes fases de captura, procesamiento y comercialización (González y Eslava, 2000).

Las medidas de regulación vigentes incluyen la talla mínima de captura en 17 cm y la prohibición del uso de cerco de argolla con tamaño de malla inferior a 2.5 cm (Gaceta Oficial N° 38377 del 10.02.06). Sin embargo, en los últimos años se han observado aumentos paulatinos en las capturas de sardina, debido al incremento del esfuerzo de pesca (González *et al.*, 2007) y de la demanda de empresas exportadoras. A partir del 2005 y hasta la actualidad, según estadísticas oficiales del Instituto Nacional Socialista para la Pesca y Acuicultura (INSOPESCA), las capturas han descendido de 204000 t en el año 2004 a 35000 t en 2007, lo que representa una disminución de más del 80 %. Ante este nuevo escenario, se hace necesario investigar continuamente procesos

poblacionales como el crecimiento y la reproducción, indispensables para la evaluación del estado del recurso y su manejo (González y Eslava, 2000).

ÁREA DE ESTUDIO

El estado Nueva Esparta está ubicado en la zona norte de Venezuela, en el mar Caribe, a unos 38 km de la costa nororiental. Está constituido por las islas de Margarita (10°51'50" - 11°11'06" N; 63°46'40" - 64°24'32" W); Coche (10°46'30" N - 63°56'45" W) y Cubagua (10°49'40" N - 64°11'25" W) (Figura 1). Debido a su ubicación geográfica en el área de convergencia intertropical, presenta un patrón de precipitación influenciado por la presencia de los vientos alisios provenientes del noreste, con permanencia de altas presiones sobre el sector litoral durante la mayor parte del año (González, 2006). Este patrón se caracteriza por presentar un régimen bimodal (cuatripartito), es decir, dos períodos lluviosos (julio-agosto y noviembre-enero) y dos períodos secos alternos con los períodos lluviosos (febrero-junio y septiembre-octubre).

METODOLOGÍA

Diseño de muestreo y trabajo de laboratorio

Se colectaron un total de 3960 ejemplares de sardina entre enero y diciembre de 2003, mediante un muestreo mensual aleatorio de las capturas comerciales obtenidas con chinchorro o tren sardinero en los principales puertos pesqueros (Pampatar, El Morro y La Isleta) de la flota artesanal dedicada a la extracción del recurso en la Isla de Margarita. A cada ejemplar se le midió la longitud total (cm) y peso total (g), además de determinar el sexo y las fases de madurez sexual de juveniles y adultos, de acuerdo al criterio sugerido por Holden y Raitt (1975).

Análisis de información

La estimación de los parámetros de crecimiento se basó en el análisis de frecuencias de tallas por mes, usando las rutinas del paquete FiSAT (Gayaniño *et al.*, 1996). La longitud asintótica (L_{∞}) se calculó aplicando el método de Powell (1979) y Wetherall (1986), mientras que el coeficiente de crecimiento (K) y una segunda estimación de L_{∞} fueron obtenidos a través de la rutina ELEFAN I, previa reestructuración de la frecuencia de longitudes y asumiendo un parámetro de oscilación igual a cero. Para comparar el desempeño del crecimiento de la especie en estudio con estimaciones previas, se calculó el índice de crecimiento phi prima (ϕ'), mediante la ecuación $\phi' = \text{Log}_{10}(K) + 2 \text{Log}_{10}(L_{\infty})$ de Pauly y Munro (1984).





Figura 1. Ubicación del área de estudio, destacando el sitio de muestreo.

La curva de crecimiento en longitud se ajustó al modelo de von Bertalanffy (1938), previa estimación de t_0 según Pauly (1979):

$$\text{Log}_{10}(-t_0) = -0.3922 - 0.2752 \text{Log}_{10} L_{\infty} - 1.038 \text{Log}_{10} K$$

Para evaluar diferencias en la proporción sexual mensual de machos y hembras, se aplicó Chi-cuadrado (χ^2), considerando la corrección de Yates (Zar, 1996): $\chi^2_i = (|f_{\sigma_i} - f_{\varrho_i}| - 1)^2 / N_i$, donde, f_{σ_i} es la frecuencia de machos en el mes i ; f_{ϱ_i} es frecuencia de hembras en el mes i y N_i es frecuencia de machos y hembras en el mes i .

La época de desove se determinó a través de la frecuencia porcentual mensual de las fases de madurez sexual IV y V. Para estimar la talla media de madurez (L_{50}), se tomaron en cuenta los individuos en fases de madurez III y IV, graficando la frecuencia acumulada relativa de las tallas, las cuales se ajustaron a una función logística (Hoydal *et al.*, 1982): $FM_{(L)} = 1 / [1 + e^{(S_1 - S_2) * L}]$, donde $FM_{(L)}$ es la fracción de madurez a cada talla; S_1 y S_2 son la pendiente e intersección obtenidas de la ecuación de regresión lineal: $\text{Ln}(1 / F_{(L)} - 1) = S_1 - S_2 * L$; y L la marca de clase.

RESULTADOS

Parámetros de crecimiento

La longitud asintótica estimada a través del método de Powell (1979) y Wetherall (1986) fue 26.08 cm, mientras que con la rutina ELEFAN I se obtuvo un valor de $L_{\infty}=26.00$ cm y $K=1.10$ año⁻¹. La curva de crecimiento para *S. aurita* se ajustó al modelo de von Bertalanffy, indicando una tasa constante de crecimiento sin oscilaciones estacionales (Figura 2). Se obtuvo un valor de Phi prima (Φ') de 2.87 y se comparó con los resultados obtenidos por otros autores en la región oriental de Venezuela (Tabla 1).

Tabla 1. Parámetros de crecimiento de *Sardinella aurita* en la región nororiental de Venezuela.

Método	L_{∞} (cm)	K (año ⁻¹)	Φ'	Fuente	Áreas
Frecuencia de tallas	28.45	0.83	2.83	González y Eslava (2000)	Nueva Esparta
Frecuencia de tallas	24.4	1.13	2.83	Guzmán <i>et al</i> , (1998)	Golfo de Cariaco
Frecuencia de tallas	26.6	1.26	4.94	Mendoza <i>et al</i> , (2003)	Oriente de Venezuela
Frecuencia de tallas	26	1.1	2.87	Presente trabajo	Sureste Isla de Margarita

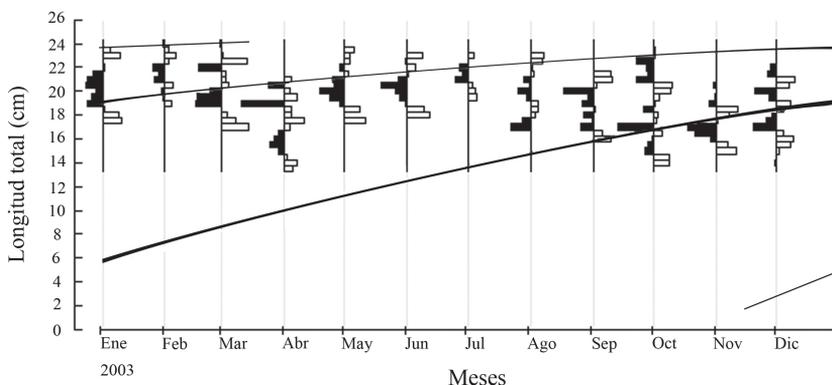


Figura 2. Curva de crecimiento para *Sardinella aurita* del sureste de la Isla de Margarita durante la temporada de pesca 2003, sobreexpuesta sobre los histogramas re-estructurados de frecuencias de longitud.

Parámetros reproductivos

El desove estuvo presente durante todo el periodo de muestreo, mostrando dos periodos de relativa intensidad, uno corto de enero a marzo y otro prolongado de mayo a diciembre, observándose valores máximos entre noviembre y diciembre (Figura 3). La proporción sexual obtenida fue 1.2:1 hembras a machos, la cual difirió significativamente de una proporción 1:1 ($\chi^2=58.8$; $\nu=3959$; $p<0.05$). La talla mínima de madurez encontrada se estimó en 14.4 cm de longitud total, mientras que la talla media de madurez fue de 19.8 cm de longitud total (Figura 4).

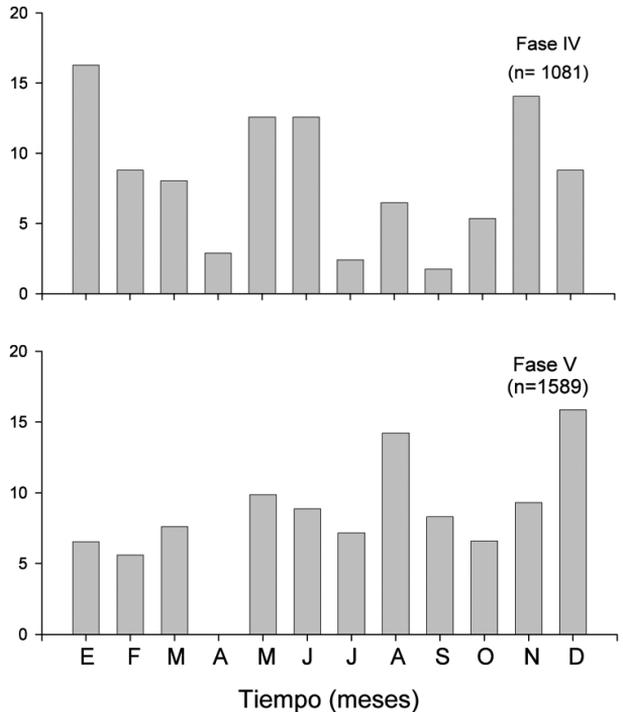


Figura 3. Frecuencia porcentual mensual de las fases de madurez (en desove = IV y desovado = V) de *Sardinella aurita* en el sureste de la Isla de Margarita durante la temporada de pesca 2003. n= número de individuos.

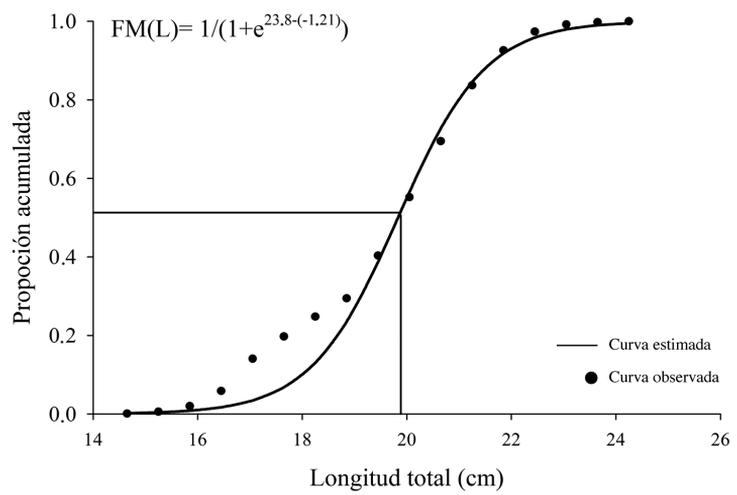


Figura 4. Curva de madurez sexual para ambos sexos de la población de *Sardinella aurita* del sureste de la Isla de Margarita. Se observa la línea ajustada y se señalan las tallas de primera y media madurez sexual.

DISCUSIÓN

La longitud asintótica obtenida ($L_{\infty} = 26$ cm) fue superior al ejemplar de mayor talla observado en el muestreo (24.4 cm) y a los estimados por Heald y Griffiths (1967) para el Golfo de Cariaco ($L_{\infty} = 24.15$ cm) y por González (1984) para la región nororiental ($L_{\infty} = 25.46$ cm); mientras que esta talla fue similar a la obtenida por González *et al.* (2007) para la misma área de estudio ($L_{\infty} = 26$ cm). La diferencia y semejanza en estimaciones de crecimiento, pudo deberse a la aplicación de métodos directos (lecturas de edad sobre escamas y otolitos) e indirectos.

El coeficiente de crecimiento ($K = 1.1 \text{ año}^{-1}$) demostró que la especie posee un crecimiento rápido, lo cual se corrobora con las estimaciones en el nororiente de Venezuela realizadas por Mendoza *et al.* (2003) ($K = 1.26 \text{ año}^{-1}$) y Guzmán *et al.* (1998) ($K = 1.13 \text{ año}^{-1}$). Dichas tasas de crecimiento pudieran tener una respuesta fisiológica explicada por la relación alométrica existente entre el índice metabólico y el peso corporal, dado que las especies pequeñas ingieren alimentos y respiran a mayor velocidad por unidad de peso corporal que las especies más grandes (Hill *et al.*, 2006). Además Mendoza (1996) y González (2006) indicaron que la fuerte presión depredadora ocasionada por pequeños atunes y carángidos le ha permitido a *S. aurita* desarrollar una estrategia vital de rápido crecimiento para llegar pronto a la madurez sexual y poder reproducirse.

El valor de \emptyset' obtenido en el presente estudio y los registrados por otros autores en diferentes zonas de la región nororiental de Venezuela, son similares, a excepción del obtenido por Mendoza *et al.* (2003), lo que indica un mismo patrón de crecimiento. Pauly y Munro (1984) afirmaron que las especies de una misma familia tienen valores semejantes de \emptyset' . Esto conlleva a plantear que esta regularidad en el crecimiento es el resultado de una estrategia adaptativa de la sardina al sistema de surgencia costera estacional, que consistiría en aprovechar la época de surgencias para crecer (González *et al.*, 2007).

Las diferencias encontradas en la proporción sexual entre hembras y machos concuerda con lo señalado por Heald y Griffiths (1967), quienes indicaron que las hembras son ligeramente más numerosas que los machos. Sin embargo, esto no es una regla general, debido a que existen resultados en donde se ha encontrado una proporción de sexos diferente a la unidad (Etchevers, 1974; Ramírez y Huq, 1986; Freón *et al.*, 1997).

La observación de sardinas desovando durante todo el año indica que la especie presenta una maduración continua y un desove parcelado coincidiendo con lo registrado por Ramírez y Huq (1986) y Freón *et al.* (1997). La mayor frecuencia de ejemplares desovados concuerda con la abundancia de huevos registrada por Ramírez y Huq (1986); debido quizás a que la especie es capaz de adecuar el desove con eventos ambientales



generadores de productividad biológica como la surgencia y el aporte terrígeno del período de lluvias; para asegurar que las larvas y juveniles estén provistas de abundante alimento (Fréon *et al.*, 1997). No obstante, se ha indicado que la duración de los periodos reproductivos varía en función del año y pueden comenzar en diferentes épocas del año (Fréon *et al.*, 1997); por lo que se sugiere monitorear mensualmente la dinámica reproductiva del recurso a mediano y largo plazo.

Resulta evidente que más del 75 % de la muestra analizada correspondió a individuos que ya habían alcanzado la madurez puesto que ha sido reconocido que los ejemplares maduros se concentran de preferencia en las zonas influenciadas por el fenómeno de surgencia como lo es el caso de la Isla de Margarita, señalada como una zona de desove intenso (Simpson y González, 1967; Ramírez y Huq, 1986; Cervigón, 1991). La talla media de madurez sexual obtenida ($L_{50} = 19.83$ cm) coincide con las registradas por Guzmán *et al.* (1998) para el Golfo de Cariaco (19.8 cm) y Mendiola (2004) y Gassman (2005) para el sureste de la Isla de Margarita (20 cm), respectivamente. Todas estas tallas son superiores a la mínima de captura de la regulación vigente, por lo que se sugiere elevar dicha talla de acuerdo a las investigaciones recientes con el fin de aplicar una correcta administración de tan importante recurso.

AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo estuvo enmarcado en el Proyecto: “Ecología y pesquería de la sardina (*Sardinella aurita*) en el estado Nueva Esparta con énfasis en el eje Pampatar- La Isleta”, financiado parcialmente a través del Convenio FONACIT-UDO-ASOPEISLETA. Queremos dejar constancia de nuestro agradecimiento a los responsables y participantes del proyecto. Por su colaboración, especial agradecimiento a Francisco Guevara, Salomé Rangel e Iván Hernández. A los revisores anónimos por sus acertadas sugerencias.

BIBLIOGRAFÍA

- Cervigón, F. 1991. Los peces marinos de Venezuela. Fundación Científica los Roques, Caracas. Vol. I, 425 p.
- Cervigón, F., R. Cipriani, W. Fischer, L. Garibaldi, M. Hendrickx, A. Lemus, R. Márquez, J. Poutiers, G. Robaina y B. Rodríguez. 1992. Guía de campo de las especies comerciales marinas y de aguas salobres de la costa septentrional de Sur América. FAO, Roma. 513 p.
- Etchevers, S. 1974. Variaciones morfométrico-merísticas, biología y tamaño mínimo del stock de sardina en el nororiente de Venezuela. Boletín Científico y Técnico, Serie de Recursos Marinos, 1 (3): 70-82.
- Fréon, P., M. El Khattabi, J. Mendoza y R. Guzmán. 1997. Unexpected reproductive strategy of *Sardinella aurita* of the coast of Venezuela. Mar. Biol., 128: 363-372.

- Gaceta Oficial N° 38377 del 10.02.06. República Bolivariana de Venezuela, Caracas. 3 p.
- Gassman, J.P. 2005. Ovogénesis, madurez sexual, época de desove y fecundidad parcial de la sardina (*Sardinella aurita*) Valenciennes, 1847 (Teleostei: Clupeidae) en el eje Pampatar-La Isleta, Isla de Margarita. Tesis de Licenciatura, Universidad de Oriente, Boca del Río, Venezuela. 47 p.
- Gayanilo, F., P. Sparre y D. Pauly. 1996. Stock assessment tools users manual. FAO, Roma. 126 p.
- Gerlotto, F. y Hno. Ginés. 1988. Diez años de eointegración en EDIMAR, referida a la sardina del oriente venezolano (*Sardinella aurita*). Mem. Fund. Salle Cienc. Nat., 48 (3): 311-324.
- González, L.W. 1984. Determinación de edad y crecimiento de la sardina *Sardinella aurita* Valenciennes, 1847 (Pisces: Clupeidae) de la región nororiental de Venezuela. Tesis M.Sc., Instituto Oceanográfico de Venezuela, Cumaná, Venezuela. 76 p.
- González, L.W. 2006. Análisis de la pesquería artesanal de la sardina (*Sardinella aurita*) del estado Nueva Esparta, Venezuela: un enfoque bioeconómico precautorio. Tesis Ph.D., Centro de Investigación y de Estudios Avanzados, Instituto Politécnico Nacional, Mérida, México. 171 p.
- González, L.W. y N. Eslava. 2000. Crecimiento y mortalidad natural de la sardina, *Sardinella aurita* (Teleostei: Clupeidae) del estado Nueva Esparta, Venezuela. Rev. Biol. Mar. Oceanog., 35 (1): 83-91.
- González, L.W., Eslava, N. y E. Gómez. 2007. Parámetros poblacionales de la sardina (*Sardinella aurita*) del sureste de la Isla de Margarita. Bol. Centr. Invest. Biol., 41 (4): 457-470.
- Guzmán, R., G. Gómez y M. Penott. 1998. Aspectos biológicos de la sardina (*Sardinella aurita*) en el Golfo de Cariaco, Venezuela. Zoot. Trop., 16 (2): 149-162.
- Heald, E. y 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.
- Hill, R., G. Wyse y M. Anderson. 2006. Fisiología animal. Panamericana, Caracas. 916 p.
- Holden, M. y D. Raitt. 1975. Manual de ciencia pesquera. Parte 2. Métodos para investigar los recursos y su aplicación. Documento Técnico FAO, 115: 214 p.
- Hoydal, K., C. Rørvik y P. Sparre. 1982. Estimation of effective mesh sizes and their utilization in assessment. Dana, 2: 69-95.
- Mendialdúa, J.C. 2004. Aspectos reproductivos de la sardina (*Sardinella aurita*) del sureste de la Isla de Margarita, Estado Nueva Esparta, Venezuela. Tesis de Licenciatura, Universidad de Oriente, Boca del Río, Venezuela. 37 p.
- Mendoza, J. 1996. Interacciones tróficas, dinámica poblacional y socio-económica de la explotación de la sardina (*Sardinella aurita*) en el oriente de Venezuela. Trabajo de Ascenso. Universidad de Oriente, Cumaná, Venezuela. 126 p.
- Mendoza, J., P. Freón, R. Guzmán y M. Huq. 2003. Estimaciones de crecimiento, mortalidad y biomasa explotada de la sardina (*Sardinella aurita*) en el oriente venezolano de frecuencias de longitudes. 473-492. En: Freón, P. y J. Mendoza. (Eds.). La sardina (*Sardinella aurita*), su medio ambiente y explotación en el oriente de Venezuela. Institut de Reserche pour le Développement. Collection Colloques et seminaries, París. 549 p.

- 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. y L. Munro. 1984. Once more on growth comparison in fish and vertebrates. Fishbyte, 2: 1-21.
- Powell, D. 1979. Estimation of mortality and growth parameters from the length frequency of a catch. Rapport process-V Réunion Conseil International pou L'Exploitation de la Mer, 175: 167 - 169.
- Ramírez, I. y M. Huq. 1986. Aspectos reproductivos de la sardina, *Sardinella aurita* Valenciennes, 1847. (Pisces: Clupeidae) del Golfo de Cariaco, Estado Sucre, Venezuela. Bol. Inst. Oceanog., 25 (1 - 2): 3-20.
- Simpson, J. y G. González. 1967. Algunos aspectos de las primeras etapas de vida y el medio ambiente de la sardina, *Sardinella anchovia*, en el oriente de Venezuela. Ministerio de Agricultura y Cría. Serie Recursos y Explotación Pesqueros, 1 (2): 39-45.
- Sparre, P. y S.C. Venema. 1995. Introducción a la evaluación de recursos pesqueros tropicales. Parte 1. FAO Doc. Téc. Pesca, (306): Revisión 1, Valparaíso. 420 p.
- von Bertalanffy, L. 1938. A quantitative theory of organic growth. Human Biology, 10 (2): 181-213.
- Wetherall, J. 1986. A new method for estimating growth and mortality parameters from length-frequency data. Fishbyte, 4: 12-14.
- Zar, J. 1996. Biostatistical analysis. Prentice Hall, Nueva Jersey. 662 p.

FECHA DE RECEPCIÓN: 10/10/06

FECHA DE ACEPTACIÓN: 16/07/08