

Parámetros de crecimiento y mortalidad total de la sardina *Sardinella aurita* (Valenciennes, 1810) en el Nororiente Venezolano durante el período 1990 a 2008

Alexander Barrios¹, Ramón Guzmán², Jeremy Mendoza¹, Gabriel Gómez² y German Vizcaino²

¹Universidad de Oriente, Instituto Oceanográfico de Venezuela, Cumaná, estado Sucre, apartado postal 6101, Venezuela.

²Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, Edificio INIA. Av. Carupano-Sector Caigüire, Cumaná, estado Sucre. apartado postal Cumana 6101, Venezuela.

RESUMEN

La *Sardinella aurita* es la especie de mayor importancia económica que se explota mediante el sistema de pesca artesanal en la región nororiental de Venezuela y, representa una importante fuente de proteína de bajo costo en el mercado venezolano. Debido a su variabilidad natural e importancia económica, social y ecológica, este recurso recibe un seguimiento regular de información biológica y pesquera. En ese contexto, con el objeto de aportar información actualizada, en el presente trabajo se determinaron los parámetros de la ecuación de crecimiento de von Bertalanffy (L_{∞} y K) y la mortalidad total (Z) utilizando datos correspondientes al período de 1990 al 2008 tomados a partir de distribuciones de frecuencias de tallas. La determinación de los parámetros de crecimiento se realizó a través de la descomposición modal de las frecuencias de tallas utilizando los incrementos intermensuales para estimar los parámetros L_{∞} y K por el método de Fabens (1965). Las estimaciones de parámetros se hizo para el período total ($L_{\infty} = 326$ mm y $K = 0,66$ año⁻¹) y para tres sub-períodos: 1) 1990-1995 ($L_{\infty} = 375$ mm y $K = 0,45$ año⁻¹); 2) 1996-2001 ($L_{\infty} = 348$ mm y $K = 0,62$ año⁻¹) y 3) 2002-2008 ($L_{\infty} = 266$ mm y $K = 1,30$). Los intervalos de confianza se determinaron por medio de los perfiles conjuntos de verosimilitud. La mortalidad total (Z) se determinó por el método propuesto por Ehrhardt y Ault (1992), hallándose un Z promedio de 5,41 año⁻¹ (rango 2,01 - 9,26 año⁻¹), con un incremento en el período estudiado. La variabilidad del crecimiento y tasa de mortalidad de la *Sardinella aurita* en la región nororiental, se deben a una combinación de factores ambientales y de explotación pesquera.

Palabras claves: *Sardinella aurita*, crecimiento, mortalidad total, región nororiental, Venezuela.

Growth Parameters and Total Mortality of the Sardine *Sardinella aurita* (Valenciennes, 1810) in Northeastern Venezuela in the Period 1990-2008

ABSTRACT

Sardinella aurita is the main species exploited by small-scale fisheries in northeastern Venezuela and represents an important source of low cost protein in the Venezuelan market. Due to natural variability its economic, social and ecological relevance this resource is under a regular monitoring program to obtain biological information and fishery. In this context, in this study growth parameters (L_{∞} and K) of the von Bertalanffy growth equation and total mortality (Z) were estimated from length frequency data. We used modal decomposition of length frequencies and then monthly growth increments to estimate L_{∞} and K by the method of Fabens (1965). Parameter estimates were obtained for the total study period ($L_{\infty} = 326$ mm and $K = 0,66$ year⁻¹) and for three subperiods: 1) 1990-1995 ($L_{\infty} = 375$ mm and $K = 0,45$ year⁻¹); 2) 1996-2001 ($L_{\infty} = 348$ mm and $K = 0,62$ year⁻¹) and 3) 2002-2008

($L_{\infty} = 266$ mm and $K = 1,30$). Confidence intervals were estimated from joint likelihood profiles. Total mortality (Z) was determined by the method proposed by Ehrhardt and Ault (1992), with an average Z of $5,41 \text{ year}^{-1}$ (range $2,01 - 9,26 \text{ year}^{-1}$) with an increasing trend during the study period. The variability of the growth and mortality rate of the *Sardinella aurita* in the northeastern region, they are due to a combination of environmental factors and of fishing exploitation.

Keywords: *Sardinella aurita*, growth, total mortality, northeastern, Venezuela.

INTRODUCCIÓN

La sardina (*Sardinella aurita*), es un especie de hábitos pelágico-costeros. Su presencia en grandes cardúmenes está limitada a áreas de surgencias y alta producción primaria como el nororiente de Venezuela (Figura 1), donde éste recurso pesquero constituye un rol importante en el ecosistema marino y en la economía regional, siendo la principal fuente de materia prima de plantas procesadoras de productos pesqueros. También se consume en fresco y se usa como carnada en la pesca de otras especies de interés comercial. Esta especie es de amplia distribución en zonas tropicales y subtropicales, se encuentra desde Cabo Cod en norte América, hasta Brasil donde es reemplazada por *S. brasiliensis*.

La variabilidad natural e importancia económica, social y ecológica, se consideran razones importantes para que se mantenga un seguimiento de la especie, que incluye estudios biológicos y pesqueros que

generan información actualizada sobre este recurso. Resultados del mismo son algunos conocimientos sobre la dinámica poblacional y pesquera de la especie y de sus interrelaciones tróficas en el ecosistema del nororiente de Venezuela; así como también sobre madurez sexual y épocas de reproducción (Gerlotto y Gines 1988; Guzmán *et al.*, 1993; Mendoza *et al.*, 1994; Freón *et al.*, 1997; Mendoza y Guzmán 1997; Guzmán *et al.*, 1998; Guzmán *et al.*, 1999; Guzmán *et al.*, 2001; Guzmán *et al.*, 2003; Freón *et al.*, 2003b); crecimiento por medio de estructuras duras (Heald y Griffith, 1967; Gonzalez, 1985) y la tasa de mortalidad (Mendoza *et al.*, 1994; Guzmán y Gómez, 2000).

Esta información en el caso de pequeños pelágicos como la sardina adquiere gran relevancia debido a fluctuaciones espacio temporales de abundancia del recurso; variaciones que además, podrían ser influenciadas por efectos de los cambios climáticos globales.

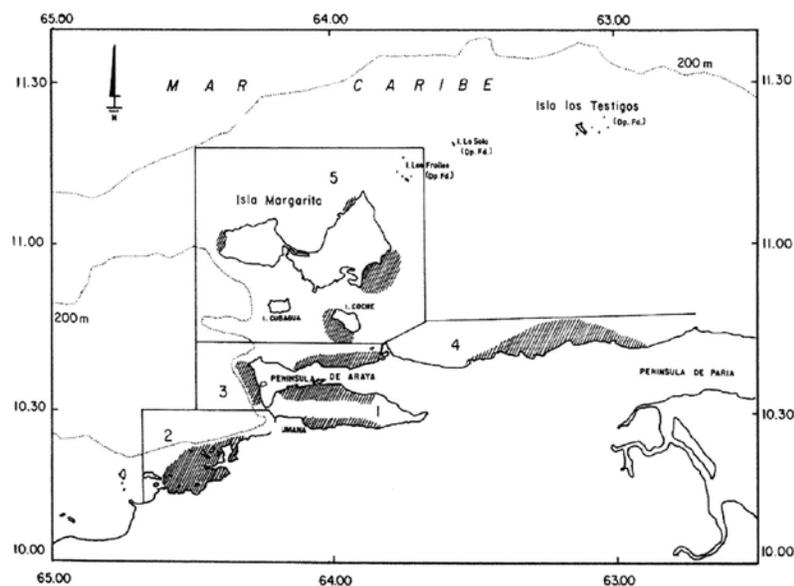


Figura 1. Áreas de pesca de la sardina, *Sardinella aurita* en el nororiente de Venezuela.

De allí, que estos parámetros poblacionales como el crecimiento y la mortalidad requieran ser revisados y definidos con precisión a través del tiempo, de manera que permitan interpretar la variabilidad del recurso y su comportamiento ante ciertos niveles de explotación.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizaron datos de longitud total, peso y capturas de la pesca comercial de sardina, realizada en el nororiente de Venezuela durante el período 1990 – 2008 (Figura 1). Esta información se generó en el marco del programa de monitoreo que sobre el recurso ejecuta el Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA).

Los datos de longitud total y peso fueron procesados para determinar por regresión lineal la relación longitud-peso y el tipo de crecimiento. Inicialmente, los parámetros de crecimiento (L_{∞} y K), fueron determinados a través de la descomposición modal de las frecuencias de tallas según la metodología de Gulland y Holt (1959). Posteriormente, utilizando los incrementos de tallas intermensuales se estimaron los parámetros L_{∞} y K por el método Fabens (1965), para luego ser ajustados a la ecuación de von Bertalanffy y estimar la longitud a una edad de referencia. Las estimaciones de estos parámetros fueron realizadas para el período total (1990-2008) y para tres sub-períodos: 1990-1995, 1996-2001 y 2002-2008.

La mortalidad total (Z) se determinó por el método propuesto por Ehrhardt y Ault (1992), basado en la distribución de frecuencia longitud.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La longitud total de *Sardinella aurita* osciló entre 80 y 266 mm de longitud total. Se combinó la información de incrementos en longitud de manera integral para observar la tendencia del crecimiento mensual de la sardina. Durante el período de estudio (1990-2008), se observó un incremento constante en longitud durante el primero y segundo trimestre, el cual disminuyó progresivamente hasta mediados del tercer trimestre, para luego presentar un repunte a mediados del cuarto trimestre (Figura 2). El promedio de crecimiento del primer y segundo trimestre fue de 9,08 mm y 9,76 mm por mes respectivamente, mientras que el promedio de los incrementos de crecimiento para la sardina en el tercer y cuarto trimestre fue de 7,26 y 8,22 mm por mes. El promedio general de incrementos de crecimiento por mes fue de 8,58 mm.

Los parámetros de crecimiento de esta especie ajustados con el método de Fabens (1965) permitieron estimar un $L_{\mu} = 326,12$ mm y $K = -0,056/\text{mes}$ durante el período 1990 - 2008 (Figura 3). Los intervalos de confianza estimados se calcularon entre 285 a 365 mm longitud total para L_{∞} y de 0,045 a 0,075/mes para la tasa de crecimiento K (Figura 4). Los parámetros ajustados se usaron en la ecuación de von Bertalanffy, estimando que ejemplares de sardinas de 2,5 años (30 meses) alcanzan una longitud total de 265 mm de longitud total.

Los parámetros de crecimiento ajustados por el método de Fabens (1965) para el período 1990-1995 fueron los siguientes: $L_{\mu} = 375,33$ mm y $K = -0,038/\text{mes}$ (Figura 5).

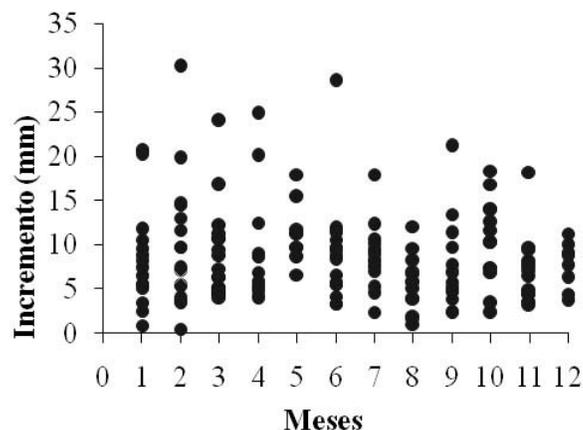


Figura 2. Incrementos de longitud de la especie *Sardinella aurita* en el nororiente de Venezuela, durante el período 1990-2008.

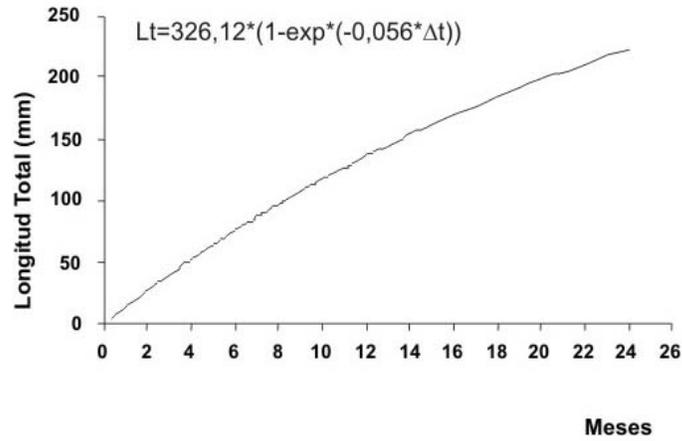


Figura 3. Ecuación de crecimiento de la especie *Sardinella aurita*, en el nororiente de Venezuela, período 1990-2008.

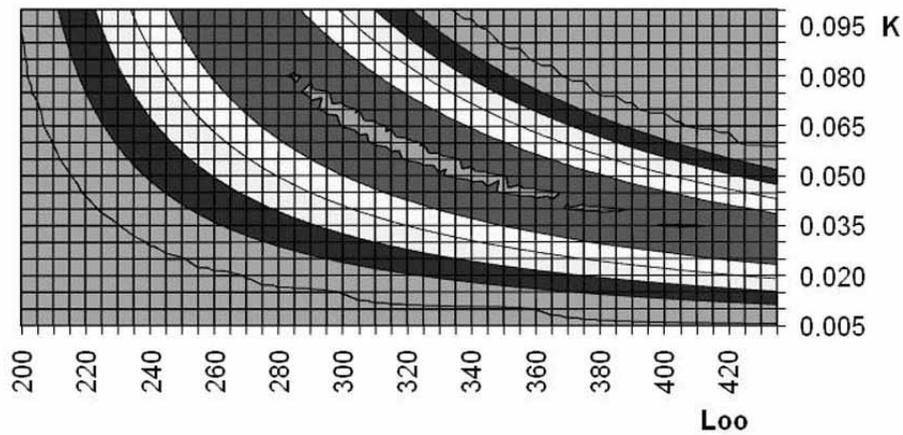


Figura 4. Intervalos de confianza al 95% de L_{∞} y K de la especie *Sardinella aurita*, período 1990-2008. En el centro de la figura, la franja gris claro, identifica los intervalos.

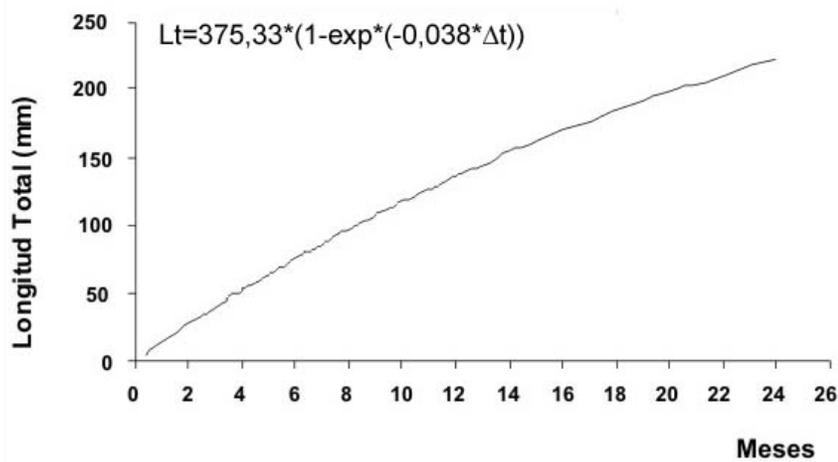


Figura 5. Ecuación de crecimiento de la especie *Sardinella aurita*, en el nororiente de Venezuela, período 1996-2001.

Los intervalos de confianza estimados para L_{μ} y K para el período en estudio se observaron entre 300 a 400 mm longitud total y de 0,035 a 0,060/mes, respectivamente (Figura 6). Estos parámetros se emplearon en la ecuación de von Bertalanffy estimando que ejemplares de *Sardinella aurita* de dos años de edad (24 meses) alcanzan una longitud total de 222 mm

Para el período 1995 al 2000 los parámetros de crecimiento ajustados por el método de Fabens (1965) permitieron estimar los siguientes valores: $L_{\mu}=348,15$ mm y $K=0,095$ /mes (Figura 7). Los intervalos de confianza de los parámetros de crecimientos: L_{μ} y K para este periodo, no se ajustaron, observándose en la Figura 8 la no convergencia para ambos parámetros.

La ecuación de von Bertalanffy permitió estimar que para una edad de un año y medio (18 meses) la longitud total es de 211 mm.

Para el período 2002 al 2008 los parámetros de crecimiento ajustados por el método de Fabens (1965) permitieron estimar los siguientes parámetros: $L_{\mu}=266,89$ mm y $K=0,109$ /mes (Figura 9). Los intervalos de confianza de los parámetros de crecimiento se hallaron entre 240 a 345 mm de L_{μ} y $K=0,06$ a $0,18$ /mensual (Figura 10).

La ecuación de von Bertalanffy permitió estimar que ejemplares de sardina con longitud total de 197 mm se corresponden con un año de edad.

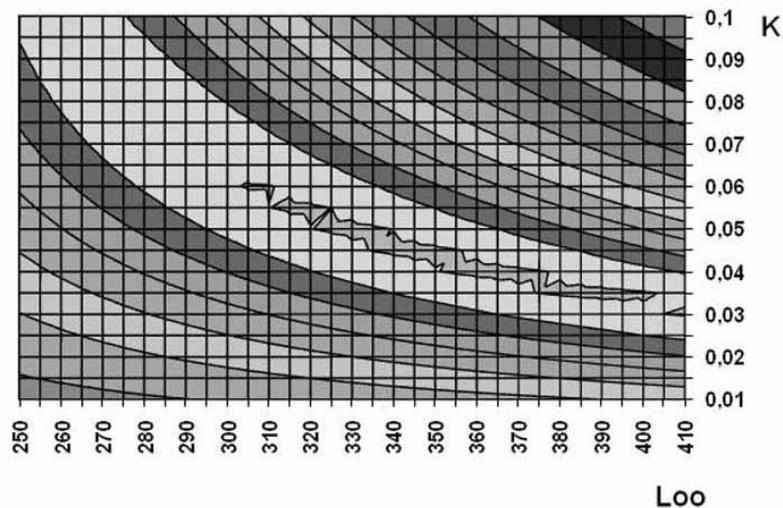


Figura 6. Intervalos de confianza al 95% de L_{μ} y K de la especie *Sardinella aurita*, período 1990-1995. En el centro de la figura, a franja gris claro, identifica los intervalos.

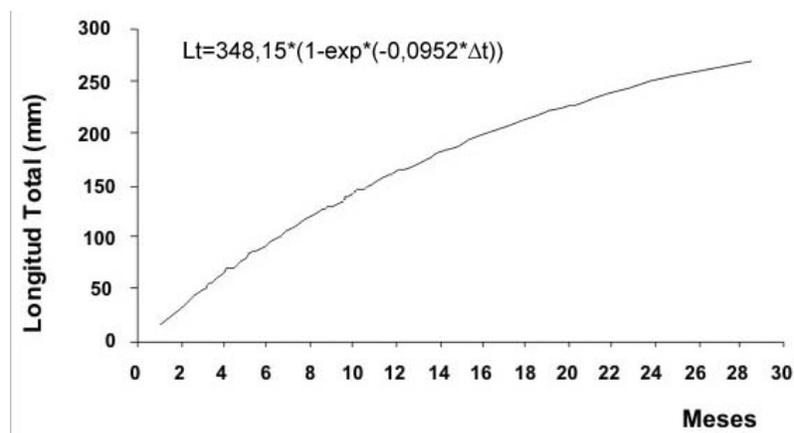


Figura 7. Ecuación de crecimiento de la especie *Sardinella aurita*, en el nororiente de Venezuela, período 1996-2001.

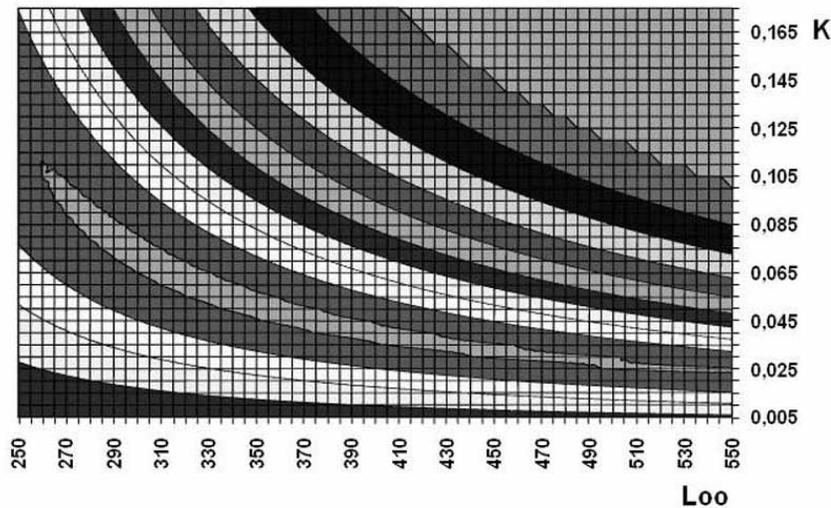


Figura 8. Intervalos de confianza al 95% de L_{∞} y K de la especie *Sardinella aurita*, periodo 1996-2001. En el centro de la figura, la franja gris claro, identifica los intervalos.

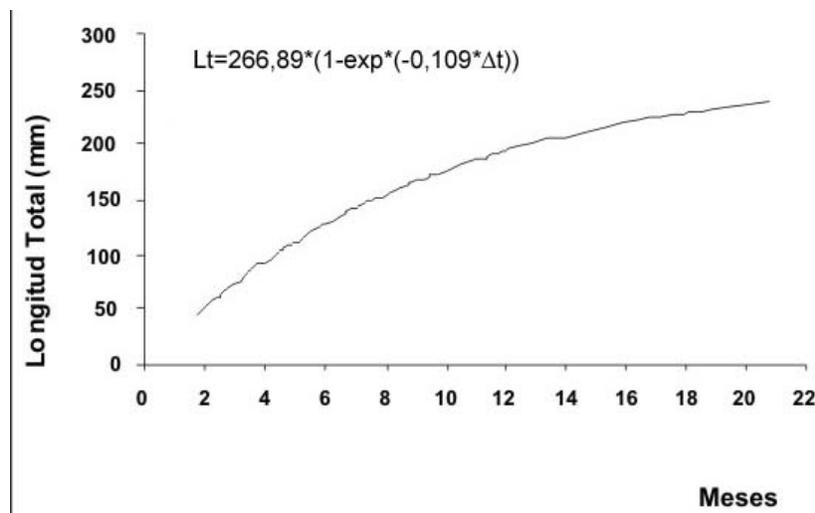


Figura 9. Ecuación de crecimiento de la especie *Sardinella aurita*, en el nororiente de Venezuela, período 2002-2008.

La variación de los valores de mortalidad total (Z) por año, de sardinas en el nororiente de Venezuela, se puede observar en la Figura 11, notándose en los primeros años (1990-1993), una tendencia hacia la disminución. Para los años 1994-1995, la mortalidad se incrementa el doble de lo observado en el período anterior, mientras que para el período 1995-1996, esta disminuye nuevamente para luego incrementarse durante el período 1997 al 2000. En el año 2002 se reporta la tasa de mortalidad más elevada. Para los siguientes años no se observa una clara tendencia en el comportamiento de la mortalidad total,

con fluctuaciones desde los años 2001 al 2005, y mostrando una disminución hacia el año 2008.

Los estimados de los parámetros de crecimiento K y L_{∞} para el período total de estudio 1990 – 2008, contrastan con los resultados obtenidos de estudios de crecimiento mediante distribuciones de frecuencias de tallas, que indican un crecimiento rápido de *Sardinella aurita* en la región nororiental de Venezuela, con valores de K cercanos a uno (Mendoza y Guzmán 1992, Mendoza *et al.*, 1994, Mendoza y Guzmán, 1997; Guzmán y Gómez, 2000).

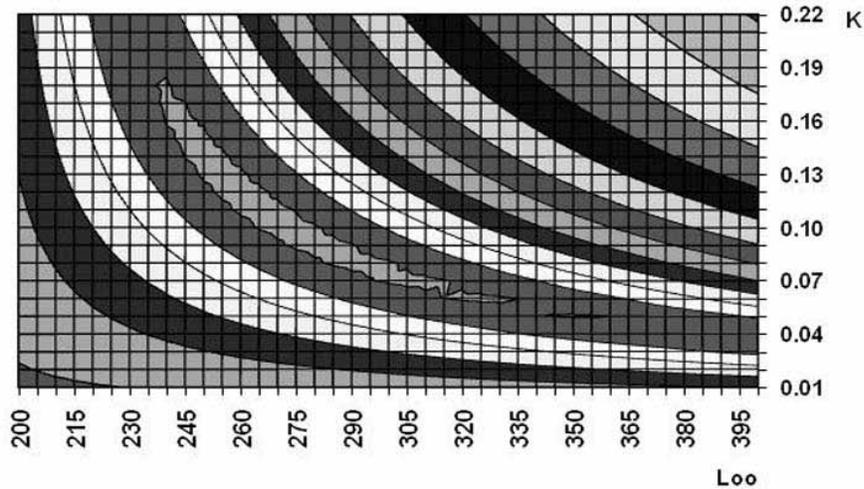


Figura 10. Intervalos de confianza al 95% de Loo y K de la especie *Sardinella aurita*, período 2002-2008. En el centro de la figura, la franja gris claro, identifica los intervalos.

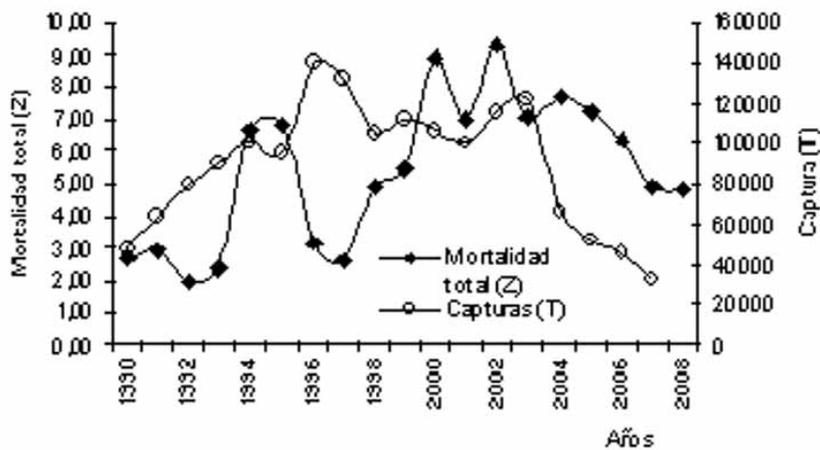


Figura 11. Variación de la captura (T) y mortalidad total (Z) de *Sardinella aurita*, en el nororiente de Venezuela, período 1990-1998.

No obstante, los intervalos de confianza estimados de estos parámetros (K intermensual y $L\mu$) usados en la ecuación de von Bertalanffy permiten señalar un crecimiento rápido, lo cual se evidencia al determinar la longitud para una edad correspondiente de referencia.

Esta afirmación es válida para los subperíodos de estudio analizados. Es importante señalar, que las estimaciones de longitud respecto a la edad mediante análisis de frecuencias de longitudes son similares a las obtenidas por otros autores (Guzmán y Gómez, 2000; Freón y Mendoza, 2003). Estudios de edad y crecimiento por medio de anillos de crecimiento

diario señalan que *Sardinella aurita* a un año de edad alcanza 195 mm de longitud total (Barrios, 2002); lo cual es evidencia del crecimiento rápido de la especie en la región nororiental.

La tendencia mensual del crecimiento durante el período de estudio; con un incremento constante de la longitud durante el primer y segundo trimestre, una disminución en el siguiente y un repunte en el cuarto trimestre estaría relacionado con el período de surgencias en la región; el cual es de mayor intensidad durante los primeros meses del año con un segundo pulso variable entre los meses de octubre y noviembre.

Al respecto se ha podido determinar que el crecimiento de esta especie en el área está positivamente correlacionado con el afloramiento (Freón *et al.*, 2003a, Mendoza *et al.*, 1994; Guzmán *et al.*, 2003). El modelo de crecimiento rápido también estaría correlacionado con la presión depredatoria a que está sometida la especie (Mendoza *et al.*, 1994).

Los cambios de la mortalidad en el período analizado, así como las tendencias y fluctuaciones, estarían relacionados con la disponibilidad, accesibilidad, vulnerabilidad del recurso y la estructura de edades de la población, en las áreas tradicionales de pesca. En tal sentido, se señala que desde mediados del año 2005 se inicia un período de muy poca actividad pesquera de sardina en el estado Nueva Esparta con una caída de la captura en un 90%, siendo importante destacar que el área aportaba el 50% de la producción nacional de sardinas; por su parte, en el estado Sucre también se observó una actividad con tendencia a la baja.

En este contexto, se conoce que la abundancia del recurso en la región nororiental de Venezuela esta influenciada por un régimen de vientos cíclicos que controla la hidrodinámica del sistema marino costero de esta región e induce eventos de surgencias o de fertilización de las aguas que inciden en la alta productividad del mismo, razón por la cual ocurren las mayores concentraciones de este recurso que es soporte de la principal pesquería del país. (Freón *et al.*, 2003a).

En relación al perfil oceanográfico se ha observado que ocurren cambios cuya periodicidad es variable, los cuales afectan fundamentalmente la fase de reclutamiento (crecimiento de la población), lo cual pudiera estar incidiendo en la abundancia del recurso en las áreas mencionadas. Como una expresión de ello, es lo observado durante los últimos cinco años, atribuido principalmente a una combinación de factores ambientales (temperatura de la columna de agua, disminución de la intensidad de surgencias, productividad de las aguas, calidad del plancton material inorgánico en suspensión, corrientes, entre otros) y pesqueros (intensidad de pesca), sin dejar de mencionar los cambios climáticos a escala global que estarían incidiendo en la disponibilidad del recurso y de hecho en la actividad pesquera en áreas tradicionales importantes (Margarita y el eje La Esmeralda - Morro de Puerto Santo; Guzmán, 2002).

Sobre el efecto de la explotación, lo relacionado a la intensidad de pesca en algunas áreas como eje La Esmeralda - Morro de Puerto Santo del estado Sucre, estaría afectando el comportamiento, el tamaño y la estructura de tallas de los cardúmenes en esta área reducida, sensible y muy perturbada por la actividad pesquera.

En el contexto anterior, se debe resaltar que la intensidad de pesca se incrementó significativamente a partir de 1996, producto de la demanda como consecuencia de una nueva actividad conexas (el picado de sardinas), por lo general en su mayoría es cubierta por 52 trenes de argolla permisados que operan exclusivamente desde La Esmeralda hasta el Morro de Puerto Santo. En la actualidad, existen alrededor de 25 picadoras, distribuidas en diferentes localidades del estado Sucre, consecuencia del comportamiento de la pesquería y actividades conexas en esta zona. Los rendimientos por faena de pesca han descendido de 53 t/calada a 15 t/calada en el período 1996 - 2005, y se estima que en los últimos tres años se ha mantenido alrededor de esta cifra, producto de la presión pesquera en el área referida (Guzmán, 2008).

CONCLUSIONES

El crecimiento rápido de *Sardinella aurita* en la región nororiental, está positivamente correlacionado con el afloramiento o períodos de surgencias; la tendencia de mayor intensidad de este parámetro durante el primero y segundo trimestre así lo evidencia.

Los cambios, fluctuaciones y tendencias de la mortalidad durante el período analizado, guardan estrecha relación con la disponibilidad, accesibilidad y vulnerabilidad del recurso; así como con la estructura de edades de la población, en las áreas tradicionales de pesca.

RECOMENDACIONES

Debido a la variabilidad natural de la especie, su importancia económica, social, ecológica y el reto que significan los cambios climáticos para la gestión armónica del recurso. Se recomienda mantener el seguimiento del mismo y la necesidad de fortalecer su monitoreo incorporando un programa permanente de prospecciones de hidroacústica; ello permitiría conocer a escalas de tiempo más cortas sobre su

comportamiento, distribución y niveles de biomasa disponible.

LITERATURA CITADA

- Barrios, A. 2002. Periodicidad del reclutamiento y formación de cohortes de la sardina, *Sardinella aurita*, del Golfo de Cariaco, Cumaná, Venezuela. Tesis de grado. UDO. p 78.
- Ehrhardt, N. M. and J. S. Ault 1992. Analysis of two length – based mortality models applied to bounded catch length frequencies. *Trans. Amer. Fish. Soc.* 121 (1):115:122
- Fabens, A. J. 1965. Properties and fitting of the von Bertalanffy growth curve. *Growth*, 29:265-289.
- Freón, P., M. EL Kattabi, J. Mendoza y R. Guzmán. 1997. Unexpected reproductive strategy of *Sardinella aurita* in the southern Caribbean. *Marine Biology*, 128:363-372.
- Freón P. y J. Mendoza 2003. La sardina (*Sardinella aurita*), su medio ambiente y explotación en el Oriente de Venezolano. IRD Éditions. París, France, pp 549.
- Freón, P., E. K. Mostafa. J. Mendoza y R. Guzmán. 2003a. Una estrategia reproductiva inesperada: el caso de *Sardinella aurita* de las costas de Venezuela y sus relaciones con la surgencia costera. **In:** P. Freón y J. Mendoza (eds). La sardina (*Sardinella aurita*) Su medio ambiente y explotación en el oriente de Venezuela. IRD Editions, Paris 2003. pp 357 - 400.
- Freón, P., R. Guzmán y R. Aparicio. 2003b. Relaciones entre capturas, esfuerzo pesquero y surgencia costera en la pesquería de sardina del oriente de Venezuela. **In:** P. Freón y J. Mendoza (eds). La sardina (*Sardinella aurita*) Su medio ambiente y explotación en el oriente de Venezuela. IRD Editions, París 2003. pp 451- 472.
- Gerlotto, F y Hno. Gines. 1988. Ecointegración y pesca sardinera: 10 años de investigación en EDIMAR . Memoria soc. Cienc. Nat. La salle, 48 (Suppl. 3).
- Gonzalez, L. W. 1985. Determinación de edad y crecimiento de la sardina *Sardinella aurita* de la región nororiental de Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela*. UDO 24 (1 y 2): 111 - 128.
- Gulland J. y S. J. Holt. 1959. Estimation of growth parameters for data at unequal time Intervals. *J. Cons. CIEM*, 25 (1): 47- 49.
- Guzmán, R., M. Penott y B. Carmona. 1993. La sardina: aspectos de su biología y pesquería en el nor-oriente de Venezuela. FONAIAP Divulga, 44:33-34.
- Guzmán, R., G. Gómez y M. Penott. 1998. Aspectos Biológicos y Pesquería de la Sardina, *Sardinella aurita* en el Golfo de Cariaco, Venezuela. *Zoot. Tropical*. 16 (2): 149-162.
- Guzmán, R., Gómez, G., M. Penott y G. Vizcaíno. 1999. Estructura de Tallas y Reproducción de la Sardina, *Sardinella aurita* en el nororiente de Venezuela. *Zoot. Trop.* 17(2): 175 -191
- Guzmán, R y G. Gómez. 2000. Crecimiento, mortalidad y patrón de reclutamiento de la Sardina, *Sardinella aurita* en el nororiente de Venezuela. *Zoot. Trop.* 18(2):129 - 144
- Guzmán, R., F. Arocha y G. Gómez. 2001. Tipo de desove de la sardina (*Sardinella aurita*, Valenciennes, 1847) en el nororiente de Venezuela: Resultados preliminares. *Zoot. Trop.* 19(2):173-183.
- Guzmán, R. 2002. Pesquería de sardinas en la franja costera La Esmeralda – Morro de Puerto Santo. Informe. Técnico. Realizado a solicitud de la oficina de Relaciones Exteriores y Comercio. Gobernación del estado Sucre. p 4.
- Guzmán, R., P. Freón J. Mendoza. P. y Freón 2003. La pesquería de sardina en el oriente de Venezuela, su variabilidad espacio-temporal. **In:** P. Freón y J. Mendoza (eds). La sardina (*Sardinella aurita*) Su medio ambiente y explotación en el oriente de Venezuela. IRD Editions, Paris 2003. pp.-427-450.
- Guzmán, R. 2008. Análisis de la Pesquería de la sardina en la región nororiental de Venezuela. Informe Técnico INIA. 25 pp. (Mimeo).
- Heald, E. J. and R. C. Griffiths. 1967. The age determination, from scale reading, of sardine, *Sardinella aurita*, of the gulf Cariaco, eastern

- Venezuela. Inv. Pesq. Ser. Rec. Explot. Pesq. (MAC) 10 (1):374 - 446.
- Mendoza, J y R. Guzmán. 1992. Estimaciones de crecimiento, mortalidad y biomasa disponible de la sardina en el oriente venezolano por medio de frecuencias de longitudes: período 1957 - 1985. 12 pp (Mimeo).
- Mendoza, J., P. Freón and R. Guzmán. 1994. VPA Estimates of fishing mortality and exploited biomass from *Sardinella aurita* catch - at - length data in eastern Venezuela. NAGA The ICLARM. Quartely. October 1994: 32 -36
- Mendoza, J y R. Guzmán. 1997. Evaluación de la sardina, *Sardinella aurita* en el oriente de Venezuela. Inf. Téc. Taller Regional de Evaluación de Pequeños Pelágicos. Lima. Perú. 13 al 31 de octubre de 1997 (Mimeo), p 24.
- Mendoza, J., P. Freón., R. Guzmán y R. Aparicio. 1998. *Sardinella aurita* Population Dynamics Related to environmental Parameters in the Southern Caribbean (Venezuela). In Global versus local changes in upwelling systems. Edited. Marie Helene Durand, Philippe Cury, Roy Mendelsohn, Claude Roy, Andrew Bakun and Daniel Pauly. ORSTOM. pp 293 - 309.