

**PARÁMETROS POBLACIONALES DE LA SARDINA  
(*SARDINELLA AURITA*) DEL SURESTE DE LA ISLA DE  
MARGARITA, VENEZUELA**

LEO W. GONZÁLEZ, NORA ESLAVA Y EGLÉE GÓMEZ<sup>1</sup>

*Área de Biología y Recursos Pesqueros, Instituto de Investigaciones Científicas  
leonora@telcel.net.ve*

<sup>1</sup>*Escuela de Ciencias Aplicadas del Mar, Universidad de Oriente, Núcleo de  
Nueva Esparta, Campus de Boca del Río, Isla de Margarita, Venezuela  
egleegomez@yahoo.com*

**Resumen.** La pesquería de peces pelágicos menores en Venezuela está constituida fundamentalmente por la sardina (*Sardinella aurita*), cuyos núcleos de mayor abundancia se presentan en las costas de los estados Sucre y Nueva Esparta. En este estudio, se estimaron los parámetros poblacionales de la sardina en cuatro caladeros del sur este de la Isla de Margarita, utilizando la información generada por muestreos mensuales de la captura desde enero hasta diciembre de 2002. Se analizaron 3.672 datos de longitud total, a través de la aplicación de métodos basados en datos de longitudes incorporados en rutinas del programa computacional FISAT II. Las constantes de la ecuación de crecimiento de von Bertalanffy fueron:  $L_{\infty} = 25,46$  cm,  $k = 0,86$  año<sup>-1</sup>,  $t_0 = -0,195$  años y la edad límite  $A_{0,95} = 3,3$  años. El coeficiente de variación (CV = 3%) del índice de crecimiento ( $\phi' = 2,75$ ) evidenció un patrón de crecimiento similar a los obtenidos en otras áreas de Venezuela. El reclutamiento fue continuo durante todo el año con dos pulsos en marzo-abril y julio-agosto que coinciden con la época de desove. Se calculó la tasa de explotación actual ( $E = 0,60$  año<sup>-1</sup>) a través de los valores de mortalidad total  $Z$ , por pesca  $F$  y natural  $M$  obtenidos de la curva de captura linearizada ( $Z = 3,52$  año<sup>-1</sup>,  $F = 2,19$  año<sup>-1</sup> y  $M = 1,33$  año<sup>-1</sup>), indicando que la sardina se encuentra plenamente explotada; por consiguiente se recomienda regular la pesquería, reduciendo la tasa de mortalidad por pesca. *Recibido: 04 junio 2007, aceptado: 05 octubre 2007.*

**Palabras clave.** *Sardinella aurita*, parámetros poblacionales, Isla de Margarita, Venezuela, sardinas, Clupeidae, Nueva Esparta.

POPULATION PARAMETERS OF SPANISH SARDINES (*SARDINELLA AURITA*)  
FROM SOUTHEASTERN MARGARITA ISLAND, VENEZUELA

**Abstract.** In Venezuela, the fishery of small pelagic fishes includes mostly sardines (*Sardinella aurita*), whose largest schools are found along the costs of Sucre and Nueva Esparta states. Sardine population parameters were estimated in four fishing grounds on the southeast coast of Margarita Island, where sardines are known to be abundant. Data were obtained by sampling landings, from January to December 2002. We analyzed 3,672 total lengths, using length data analyses in the computer software program FISAT II. The constants of von Bertalanffy's growth equation were:  $L_{\infty} = 25.46$  cm,  $k = 0.86 \text{ year}^{-1}$ ,  $t_0 = -0.195$  years and  $A_{0.95} = 3.3$  years. The coefficient of variation ( $CV = 3\%$ ) of the growth index ( $\phi' = 2.75$ ) showed a growth pattern similar to those obtained in other parts of Venezuela. Yearly recruitment was constant, except for two peaks in March-April and July-August that coincided with the spawning season. The present exploitation rate ( $E = 0.60 \text{ year}^{-1}$ ), using total mortality values  $Z$ , per fish  $F$ , and natural  $M$ , obtained from the linearized catch curve ( $Z = 3.52 \text{ year}^{-1}$ ,  $F = 2.19 \text{ year}^{-1}$  and  $M = 1.33 \text{ year}^{-1}$ ), indicates that sardines are fully exploited. We recommend harvest guidelines that will reduce the mortality rate due to fishing. *Received: 04 June 2007, accepted: 05 October 2007.*

**Key words.** *Sardinella aurita*, population parameters, Margarita Island, Venezuela, sardines, Clupeidae, Nueva Esparta.

## INTRODUCCIÓN

La sardina (*Sardinella aurita*) es una especie pelágica costanera, explotada artesanalmente desde hace más de 70 años en Pampatar, Isla de Margarita (González y Eslava 2000). Su pesquería tiene particular relevancia en la socio-economía de Venezuela por el número de empleos en las diferentes fases de captura, procesamiento y comercialización. La captura de esta especie en la región nororiental de Venezuela ocurre en áreas muy costeras y está asociada con la intensidad de vientos y con la temperatura del aire; de tal manera que su disponibilidad y/o accesibilidad esta sujeta a la variabilidad natural (González *et al.* 2007). A pesar de la importancia de esta pesquería no existe regulación de pesca con todos los efectos sociales y económicos que esto implica (González 2006).

Los pelágicos menores costeros, como la sardina, se caracterizan por presentar fuertes fluctuaciones espacio-temporales de abundancia, producidos por efecto del ambiente o de explotación sobre los reclutas dado su

comportamiento de concentraciones en cardúmenes que de algún modo los hace vulnerables al arte de pesca (De Anda *et al.* 1994), y contribuyen a aumentar la variabilidad natural del reclutamiento fuertemente dependiente de las condiciones ambientales, principalmente de alimento, depredación, vientos y temperatura superficial del mar, lo que origina incertidumbre en sus niveles de abundancia en el tiempo (Sharp y Csirke 1983). Esto amerita información de índole periódica de los parámetros de crecimiento, mortalidad y reclutamiento, indispensables en la evaluación y toma de decisiones, en la administración pesquera.

Estudios sobre el comportamiento de pelágicos menores coinciden en indicar que las poblaciones de sardina tienen un patrón de fluctuación que parece estar sintonizado con la variación de otras especies del mismo género en la cuenca del Pacífico y Atlántico Suroriental y que en el mar peruano las poblaciones de sardina podrían estar fluctuando con ciclos fuera de fase, y cambios de “régimen” en escalas decadales (Lluch-Belda *et al.* 1991, Csirke 1995, Csirke *et al.* 1996). Tal como parece, la pesca de la sardina debe estar estrechamente relacionada a cambios en las condiciones ambientales que pueden ser magnificados ante presiones económicas adversas a los pescadores y empresarios, más aún con la difícil situación que se está viviendo en Venezuela, donde la oferta y la demanda del recurso dominan el escenario socio-económico, sin tener los valores de la biomasa disponible, con el consecuente aumento en el esfuerzo y los riesgos para el recurso.

El propósito de este estudio es determinar los parámetros de la dinámica poblacional y pesqueros de la sardina en el sureste de la Isla de Margarita donde se ubican los caladeros de pesca (Pampatar, Puerto Moreno, El Morro y La Isleta) de alta producción (aproximadamente 40% del total nacional) e importante área de desove y reclutamiento de la especie.

#### MATERIALES Y MÉTODOS

El material biológico estuvo constituido por ejemplares de 14,0 cm a 24,5 cm de longitud total (L), recolectados mensualmente desde enero hasta diciembre de 2002, durante las faenas de pesca comercial en cuatro caladeros de sardina: Pampatar, Puerto Moreno, El Morro y La Isleta, ubicados en el sureste de la Isla de Margarita (Fig. 1).

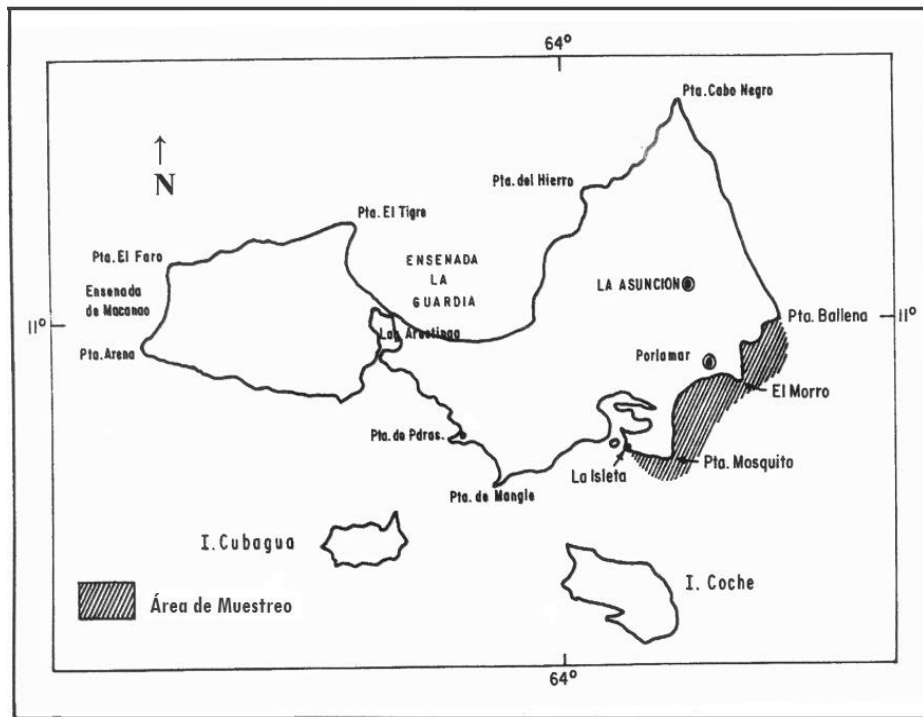


Figura 1. Área de muestreo ubicado en el sureste de la Isla de Margarita, estado Nueva Esparta, Venezuela (10° 53'-11° 0' LN; 63° 47'-63° 54' LO).

La estimación de los parámetros de crecimiento se basó en el análisis de frecuencia de longitudes por mes, usando el programa FISAT II versión 1.2 (Gayanilo *et al.* 1996). La longitud asintótica ( $L_{\infty}$ ) se calculó aplicando el método de Powell (1979) y Wetherall (1986). El coeficiente de crecimiento ( $k$ ) y una nueva longitud asintótica ( $L_{\infty}$ ) fueron obtenidos a través de la rutina ELEFAN I, previa reestructuración de la frecuencia de longitudes. Se determinó el índice de crecimiento phi prima ( $\Phi'$ ), mediante la ecuación de Pauly y Munro (1984):  $\Phi' = \log_{10} k + 2 * \log_{10} L_{\infty}$ . El  $t_o$  promedio se calculó de acuerdo a la fórmula anotada por Pauly (1979):  $\log_{10} (-t_o) = -0,3922 - 0,2752 * \log_{10} L_{\infty} - 1,038 * \log_{10} k$  y la edad límite ( $A_{0,95}$ ) se determinó mediante la ecuación de Taylor (1958):  $A_{0,95} = t_o + 2,996 / k$ . La curva de crecimiento en longitud:  $L_t = L_{\infty} [1 - e^{-k * (t - t_o)}]$  se estableció según el modelo de Bertalanffy (1938), donde,  $L_t$  representa la longitud estimada para cada edad  $t$ .

De la curva de captura linearizada se derivaron los valores de mortalidad total aparente ( $Z$ ), la mortalidad por pesca ( $F$ ) y la mortalidad natural ( $M$ ), con el fin de estimar la tasa de explotación según la ecuación anotada por Cushing (1981):  $E = F/Z * (1 - e^{-Z})$ . La mortalidad natural ( $M$ ) se evaluó a través de la ecuación de Pauly (1980):  $\text{Log}_{10} M = -0,0066 - 0,279 * \text{Log}_{10} L_{\infty} + 0,6543 * \text{Log}_{10} k + 0,4632 * \text{Log}_{10} T$ , utilizando una temperatura ( $T$ ) de 26,8°C, obtenida del promedio mensual de la temperatura superficial del mar (TSM) del sureste de Margarita durante el 2002, y se multiplicó por 0,8 el estimado de  $M$  obtenido con esta ecuación, debido a que esta especie tiene una fuerte tendencia a formar cardúmenes de muy alta densidad, lo cual puede incrementar la sobrevivencia (Pauly 1980). La mortalidad por pesca promedio ( $F$ ) se calculó mediante la aplicación del Análisis de Población Virtual (APV) incorporados en la rutina del programa ELEFAN II, con datos de entrada de los parámetros de crecimiento ( $L_{\infty}$  y  $k$ ), mortalidad natural ( $M$ ), mortalidad terminal ( $F_t = 7,0$ ) y las constantes ( $a = 8,439 * 10^{-4}$  y  $b = 2,95$ ) de la relación talla-peso obtenidos por Medialdúa (2004). Los patrones de reclutamiento se calcularon a través del programa ELEFAN II utilizando los valores de los parámetros de crecimiento ( $L_{\infty}$ ,  $k$  y  $t_0$ ).

Se colectaron datos mensuales de captura ( $C_i$ ) y esfuerzo pesquero ( $E_i$ ) procedentes de los caladeros sardineros del sureste de la Isla de Margarita (Pampatar, Puerto Moreno, El Morro y La Isleta). La captura por unidad de esfuerzo ( $CPUE_i$ ) se estimó dividiendo la captura en toneladas ( $C_i$ ) y el esfuerzo de pesca en número de lances ( $E_i$ ) por el mes  $i$ :  $CPUE_i = C_i / E_i$ .

## RESULTADOS

### PARÁMETROS POBLACIONALES

La longitud asintótica estimada a través del método de Powell (1979) y Wetherall (1986) alcanzó el valor de 26.76 cm ( $r = -0,99$ ) y al optimizarlo a través de la rutina ELEFAN I se obtuvo  $L_{\infty} = 25,46$  cm y  $k = 0,86$  año<sup>-1</sup>. Después de un proceso de reestructuración de la frecuencia de tallas a través del ELEFAN I, se pudo apreciar que el crecimiento es constante durante todo el año (Fig. 2). El parámetro  $t_0$  estimado fue de -0,195 años y la edad límite  $A_{0,95}$  de 3,3 años. La curva de crecimiento en longitud ajustada al modelo de Bertalanffy (1938) describió una curva de tipo exponencial (Fig. 3). El coeficiente de variación ( $CV = 3\%$ ) del phi prima ( $\phi'$ ) indicó que existe poca variación entre los valores estimados en el presente estudio y los obtenidos por otros autores en la región oriental de Venezuela (Tabla 1). Se estimó la mortalidad total aparente,  $Z = 3,52$  año<sup>-1</sup> (Fig. 4), la mortalidad por pesca,  $F =$

2,19 año<sup>-1</sup>, la mortalidad natural,  $M = 1,33$  año<sup>-1</sup> y la tasa de explotación,  $E = 0,60$  año<sup>-1</sup>. La mortalidad por pesca promedio fue de  $F = 1,4$  año<sup>-1</sup>. El patrón de reclutamiento fue continuo durante todo el año con dos pulsos en marzo-abril y julio-agosto (Fig. 5) que coinciden con la máxima actividad reproductiva.

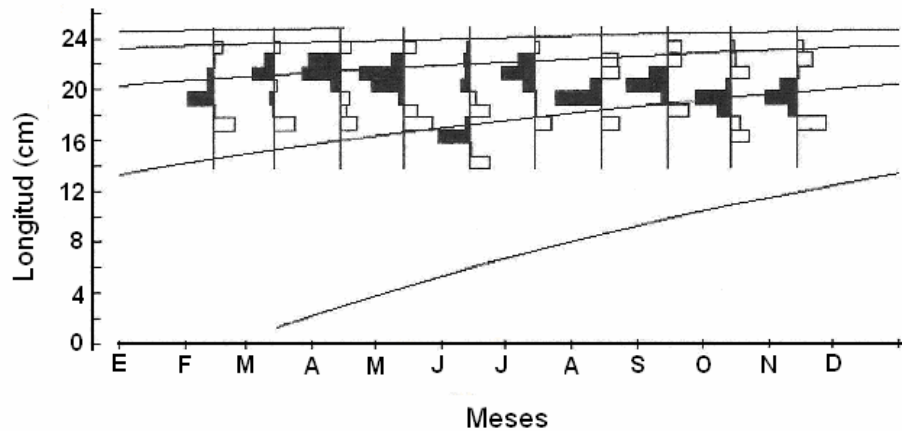


Figura 2. Curva de crecimiento de von Bertalanffy obtenidas mediante la rutina ELEFAN I sobre datos reestructurados de frecuencia de longitudes de sardina (*Sardinella aurita*) del sureste de la Isla de Margarita.

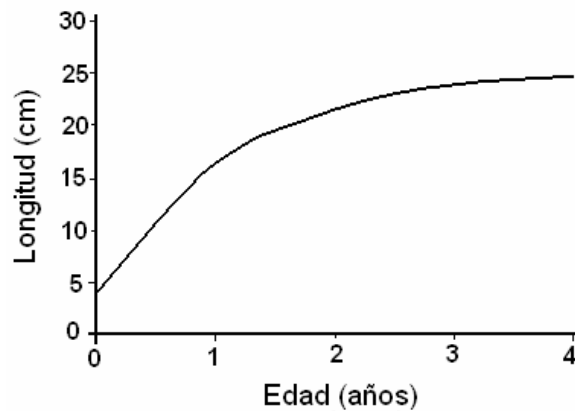


Figura 3. Curva de crecimiento en longitud de la sardina (*Sardinella aurita*) del sureste de la Isla de Margarita estimada de acuerdo al modelo de von Bertalanffy ( $L_{\infty} = 25,46$  cm;  $k = 0,86$  año<sup>-1</sup>;  $t_0 = -0,195$  años).

Tabla 1. Comparación de los parámetros de crecimiento de sardina (*Sardinella aurita*) de Venezuela estimados por el método de frecuencia de tallas.

Áreas	$L_{\infty}$ (cm)	$k$ (año <sup>-1</sup> )	$\phi'$	Fuente
Región oriental	26,66	1,26	2,96	Mendoza (1996)
Golfo de Cariaco	24,4	1,13	2,83	Guzmán <i>et al.</i> (1998)
Nueva Esparta	28,45	0,83	2,82	González y Eslava (2000)
Sureste Margarita	26,0	1,1	2,86	Tagliafico (2005)
Sureste Margarita	25,46	0,86	2,75	Presente trabajo
Media = 2,84, DE = $\pm 0,08$ , CV = 3,0%				

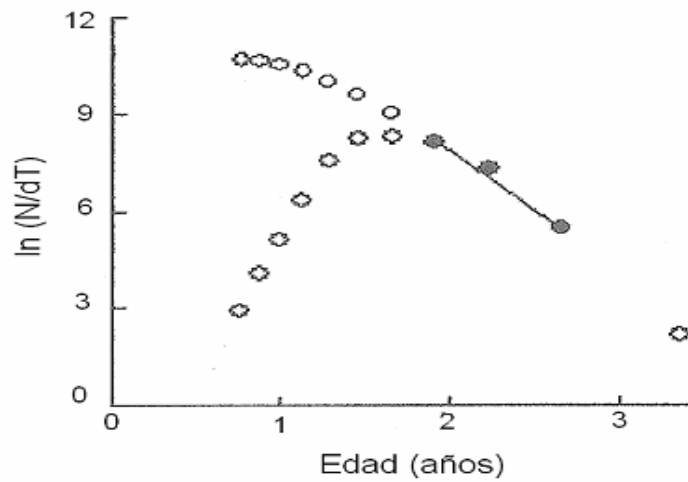


Figura 4. Curva de captura linealizada basada en datos de composición de longitudes de sardina (*Sardinella aurita*) del sureste de la Isla de Margarita ( $Z = 3,52$  año<sup>-1</sup>).

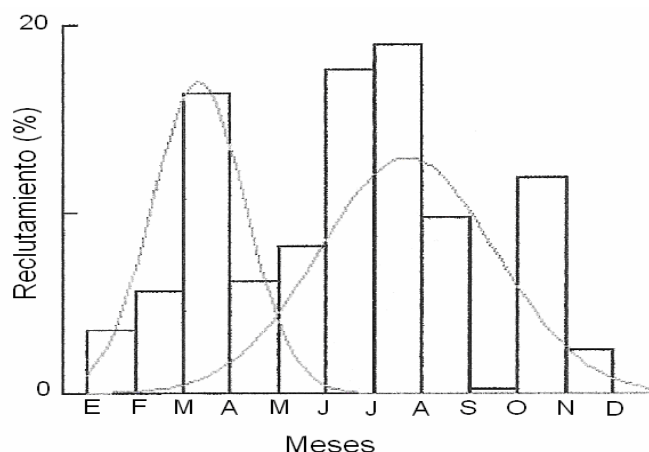


Figura 5. Patrón de reclutamiento anual de sardina (*Sardinella aurita*) del sureste de la Isla de Margarita.

#### PARÁMETROS PESQUEROS

Las mayores capturas se observaron en el caladero El Morro de Playa Valdez, donde se estimó la más alta producción (51,20%) resultado de 137 lances equivalente a una *CPUE* de 144,94 ton/lance; mientras que en La Isleta se realizaron menores capturas (7,78%), pero con una *CPUE* mayor correspondiente a 158,77 ton/lance como resultado de un menor esfuerzo de pesca aplicado en el área (Fig. 6). Las mayores *CPUE* mensuales se presentaron en los meses de marzo, abril y mayo, que generalmente corresponden a la época de surgencia costera, pero en este caso, solamente se observó coincidencia de los valores más altos de la *CPUE* (246,80 ton/lance) con la velocidad del viento (7,0 m/seg) en el mes de mayo (Tabla 2).

#### DISCUSIÓN

El ejemplar de mayor talla registrado fue de 24,5 cm, valor no muy lejano a la longitud asintótica estimada ( $L_{\infty} = 25,46$  cm) el cual estuvo cercano a 26 cm obtenido por Tagliafico (2005) en el sureste de Margarita. Al comparar los valores de los parámetros de crecimiento mediante el coeficiente de variación del  $\Phi'$  se observa que la sardina tiene el mismo patrón de crecimiento en toda la región oriental de Venezuela (González y Eslava 2000, Mendoza *et al.* 2003); esto conlleva a plantear que esta regularidad en el crecimiento es el resultado de una estrategia adaptativa de la sardina al sistema



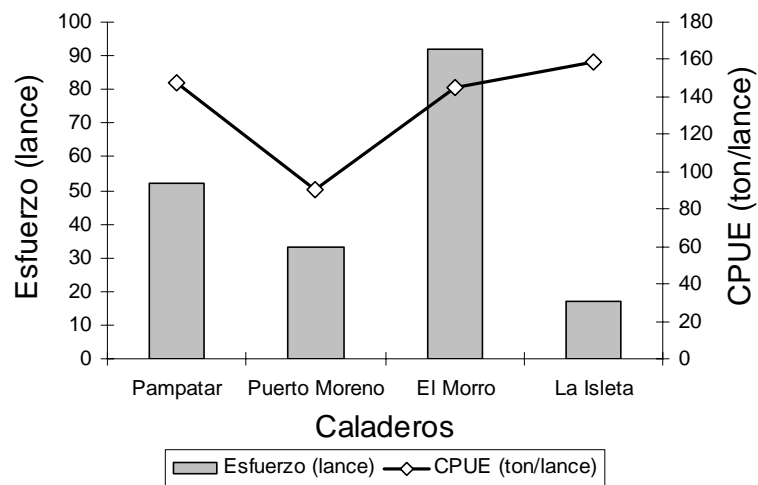


Figura 6. Valores de esfuerzo y captura por unidad de esfuerzo de los caladeros de sardina del sureste de la Isla de Margarita.

Tabla 2. Estimación mensual de los parámetros pesqueros de la sardina (*Sardinella aurita*) del sureste de la Isla de Margarita durante 2002.

Mes	Captura (ton)	Esfuerzo (lance)	CPUE (ton/lance)	VV (m/seg)
E	40	1	40,00	5,3
F	1.431	30	47,70	6,4
M	12.335	80	154,19	6,0
A	2.885	17	169,71	5,6
M	6.170	25	246,80	7,0
J	1.186	16	74,13	6,6
J	670	12	55,83	5,8
A	176	3	58,67	6,3
S	398	6	66,33	5,8
O	636	9	70,67	6,1
N	89*	4*	22,25	5,7
D	131	3	43,67	6,0

Fuente: Datos meteorológicos proporcionados por el Servicio Meteorológico de la Fuerza Aérea Venezolana-Estación Porlamar.

\* Promedio móvil; \*\*Promedio salinidad con TSM (entre 25,11 y 25,74 °C).

de surgencia costera estacional, que consistiría en aprovechar la época de surgencias para crecer.

El coeficiente de mortalidad natural del sureste de la isla de Margarita ( $M = 1,33 \text{ año}^{-1}$ ) se aproximó a  $1,4 \text{ año}^{-1}$  para la región nororiental de Venezuela (Mendoza 1996), fue superior a  $1,0 \text{ año}^{-1}$  del estado Nueva Esparta (González y Eslava 2000); pero inferior a  $1,65 \text{ año}^{-1}$  obtenido en el Golfo de Cariaco por Guzmán *et al.* (1998). Aún cuando se observan diferencias en las estimaciones de la mortalidad natural, este parámetro no es constante en las especies pelágicas porque son afectadas en gran medida por las condiciones ambientales adversas y por depredadores (Tresierra *et al.* 1995).

Admitiendo la premisa de que el máximo rendimiento sostenible de la pesquería se alcanza cuando  $F = M$ , es decir, la tasa instantánea de explotación o fracción de muerte por explotación es  $E = 0,5 \text{ año}^{-1}$  (Gulland 1971); se sugiere que la población de sardina del nororiente de Venezuela podría encontrarse plenamente explotado, debido a que la tasa de explotación actual fue alta ( $E = 0,60 \text{ año}^{-1}$ ). A partir de un análisis de varias poblaciones de pelágicos menores, Patterson (1992) encontró que sólo bajas tasas de explotación, correspondientes a valores no mayores de  $0,33 \text{ año}^{-1}$ , son sustentables. Los altos valores de mortalidad por pesca indican que la pesca estaba afectando el stock reproductor de la población (sobrepesca de reclutamiento), ya que la composición de tallas estuvo representada mayoritariamente por ejemplares de 20 cm a 21,5 cm, y la talla mínima de captura permitida es de 17 cm. Por otro lado, la talla promedio de primera madurez sexual del 50% de la población es de 20 cm para la sardina del sureste de la Isla de Margarita (Mendialdúa 2004, Gassman 2005 y Tagliafico 2005).

A pesar de una tasa de explotación alta en el 2002, el reclutamiento aumentó en forma tal que soportó capturas crecientes en el 2003 (121.400 ton) y 2004 (202.000 ton), para descender en los años posteriores 2005 (78.000 ton) y 2006 (40.000 ton). Esta situación fue investigada por González (2006) a través de un modelo matemático dinámico de simulación de la pesquería, que permitió predecir la biomasa del stock de la fracción explotada con tres estrategias de captura (80.000, 100.000 y 120.000 ton) a partir del 2004 al 2006. Las series temporales de la biomasa sugirieron una tendencia estable con capturas de 80.000 ton, pero decreciente con capturas de 100.000 y 120.000 ton. El porcentaje de biomasa explotable con la estrategia de 80.000 ton durante 2006 fue de 69% con respecto a las de 100.000 ton (24,5%) y 120.000 ton (6,5%). Al finalizar el cuarto trimestre del 2006, la estrategia de 80.000 ton

se recuperó en 18% con relación al tercer trimestre, diferente a las otras estrategias que fueron disminuyendo gradualmente.

La proporcionalidad de la captura y el esfuerzo de pesca se manifestó en las costas del sureste de la Isla de Margarita, favorecidos por la dirección de las corrientes superficiales, las que a su vez están influidas por el régimen de los vientos alisios del este, responsables de la surgencia costera que ocurre en los primeros meses del año (González *et al.* 2007), época de mayor actividad reproductiva (Gassman 2005) y de reclutamiento del grupo cero (González 2006). Sin embargo, al observar un índice de abundancia relativo más alto en el caladero de La Isleta con respecto a los caladeros de El Morro, Pampatar y Puerto Moreno, sugirió una mayor disponibilidad de biomasa. Esta abundancia aparente, se registró en otros caladeros del oriente de Venezuela, lo que permitió la confianza de los pescadores en aumentar el esfuerzo de pesca y el sobre dimensionamiento de las plantas procesadoras, aunado a la aparición en el escenario pesquero de nuevos usuarios de la pesquería, como las empresas exportadoras de sardina entera congelada y la instalación de pequeñas empresas enlatadoras, creando un conflicto de competencia de compra-venta con los industriales enlatadores. De tal manera, que el esfuerzo de pesca se incrementó significativamente, creando un problema de sobreexplotación por crecimiento que generó una disminución en el tamaño del stock desovante, y efectos de sobreexplotación por reclutamiento que se manifestó con la disminución de las capturas a partir del 2005. Sharp y Csirke (1983) señalaron que la abundancia y disponibilidad de pelágicos menores, dependen en gran medida de factores ambientales o de explotación sobre los reclutas dado su comportamiento de concentraciones en cardúmenes, razón que de algún modo contribuyó a aumentar esta variabilidad; acompañado de los cambios climáticos globales observados en los últimos 3 años.

De continuar esta situación se podría generar la no sustentabilidad de la pesquería cuyas consecuencias socio-económicas serían desfavorables para los subsectores de extracción y procesamiento. Por consiguiente, se sugiere regular la pesquería para llevar una administración sana de las existencias, a través de medidas de manejo como vedas o cuotas de captura a fin de proteger el recurso. Se insiste en la gran variabilidad de este recurso en espacio y tiempo en función del ambiente y la presión de pesca.

#### AGRADECIMIENTOS

Al Fondo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (FONACIT) por el cofinanciamiento parcial del Proyecto: N° 20000012410 “Ecología y

Pesquería de la sardina (*Sardinella aurita*) en el estado Nueva Esparta con énfasis en el eje Pampatar-La Isleta”, del convenio UDO-FONACIT-ASOPEISLETA. A Francisco Guevara, Freddy Reyes, Gabriel Rodríguez y Luís Daniel Marín (Mundo) por el apoyo logístico de campo. A Gabriel Rodríguez (hijo), Juan José Rodríguez (Tatú) y a los estudiantes tesistas de la ECAM que participaron en la recolección de datos. Al Servicio Meteorológico de la Fuerza Aérea de Venezuela por los datos suministrados de la Estación de Porlamar. A Clark Casler por la traducción al inglés y correcciones al manuscrito.

#### LITERATURA CITADA

- BERTALANFFY, L. VON. 1938. A quantitative theory of organic growth. *Human Biology* 10(2): 181–213.
- CSIRKE, J. 1995. Fluctuations in abundance of small and mid-size pelagics. Pp. 481–490, *en* C. Bas, J. Castro y J. M. Lorenzo (eds.). *International Symposium on Middle-Sized Pelagics*. *Scientia Marina* 59 (3-4).
- CSIRKE, J., R. GUEVARA-CARRASCO, G. CARDENAS, M. ÑIQUEN Y A. CHIPOLLINI. 1996. Situación de los recursos anchoveta (*Engraulis ringens*) y sardina (*Sardinops sagax*) a principios de 1994 y perspectivas para la pesca en Perú, con particular referencia a la región norte y centro de la costa peruana. *Boletín Instituto del Mar del Perú* 15(1): 1–23 pp.
- CUSHING, D. H. 1981. *Fisheries biology, a study in population dynamics*. Univ. Wisconsin System, Madison, USA, 295 pp.
- DE ANDA, M. J. A., J. C. SEJO Y S. MARTÍNEZ. 1994. Reclutamiento y variabilidad ambiental en la pesquería de sardina Monterrey (*Sardinops sagax*) del Golfo de California, México. *Investigación Pesquera* 38: 23–36.
- GAYANILO, F. C., P. SPARRE Y D. PAULY. 1996. *Stock assessment tools users manual*. FAO. Rome, 126 pp.
- 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, Escuela de Ciencias Aplicadas del Mar, Universidad de Oriente, Boca del Río, 47 pp.
- GONZÁLEZ, L. W. 2006. Análisis de la pesquería artesanal de la sardina (*Sardinella aurita*) del estado Nueva Esparta, Venezuela: un enfoque bioeconómico precautorio. Tesis Doctoral, Centro de Investigación y de Estudios Avanzados, Instituto Politécnico Nacional, Mérida, México, 171 pp.
- GONZÁLEZ, L. W. Y N. ESLAVA. 2000. Crecimiento y mortalidad de la sardina, *Sardinella aurita* (Teleostei: Clupeidae) del Estado Nueva Esparta, Venezuela. *Revista Biología Marina y Oceanografía* 35(1): 83–91.
- GONZÁLEZ, L. W., J. EUÁN, N. ESLAVA Y J. SUNIAGA. 2007. La pesca de sardina, *Sardinella aurita* (Teleostei: Clupeidae) asociada a la variabilidad ambiental del

- ecosistema de surgencia costera de Nueva Esparta, Venezuela. *Revista Biología Tropical* 55(1): 279–286.
- GULLAND, J. A. 1971. Fish resources of the ocean. Fishing News Books, London, 255 pp.
- GUZMÁN, R., G. GÓMEZ Y M. PENOTT. 1998. Aspectos biológicos y pesquería de la sardina, *Sardinella aurita* en el golfo de Cariaco. *Zootecnia Tropical* 16(2): 149–162.
- LLUCH-BELDA, D., D. B. LLUCH-COTA, S. HERNÁNDEZ-VÁSQUEZ, C. A. SALINAS-ZAVALA Y R. A. SCHWARTZLOSE. 1991. Sardine and S. anchovy spawning as related to temperature and upwelling in the California Current System. *CalCOFI Report* 32: 105–111.
- 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, Escuela de Ciencias Aplicadas del Mar, Universidad de Oriente, Boca del Río, 37 pp.
- 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, Instituto Oceanográfico de Venezuela, Universidad de Oriente, Cumaná, 126 pp.
- MENDOZA, J., P. FRÈON Y R. GUZMÁN. 2003. Estimaciones de crecimiento, mortalidad y biomasa explotada de la sardina (*Sardinella aurita*) en el oriente venezolano por medio de frecuencia de longitudes. Pp. 473–492, en P. Frèon y J. Mendoza (eds.), La sardina (*Sardinella aurita*), su medio ambiente y explotación en el oriente de Venezuela. IRD Éditions, Collection Colloques et Séminaires, Paris.
- PATTERSON, K. 1992. Fisheries for small pelagic species: an empirical approach to management targets. *Rev. Fish. Biol. Fisheries* 2: 321–338.
- PAULY, D. 1979. Theory and management of tropical multispecies stocks: a review, with emphasis on the Southeast Asian demersal fisheries. *International Centre 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 due Counsel. CIEM* 39: 175–192.
- 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.
- SHARP, G. D. Y J. CSIRKE. 1983. Proceeding of the expert consultation to examine changes in abundance and species composition in neritic fish resources, San José, Costa Rica, 18–29 April 1983. *FAO Fisheries Report* 291, FAO, Rome: 1–3.
- TAGLIAFICO, A. 2005. Parámetros de crecimiento y reproducción de la sardina (*Sardinella aurita*) en el eje Pampatar-La Isleta, Isla de Margarita, Venezuela. Tesis de Licenciatura, Escuela de Ciencias Aplicadas del Mar, Universidad de Oriente, Boca del Río, 35 pp.

- TAYLOR, C. 1958. Cod growth and temperature. *Journal of Conseil International pour L'Exploitation de la Mer* 23: 366–370.
- TRESIERRA, A., Z. CULQUICHICÓN Y B. VENEROS. 1995. *Dinámica de poblaciones de peces*. Editorial Libertad EIRI, Trujillo, Perú, 304 pp.
- WETHERALL, J. 1986. A new method for estimating growth and mortality parameters from length-frequency data. *Fishbyte* 4: 12–14.