

Artículo Científico

## **Dinámica poblacional de sardina (*Sardinella aurita*) del estado Nueva Esparta, Venezuela.**

*Population dynamics of sardine (*Sardinella aurita*) from Nueva Esparta state, Venezuela.*

**Leo Walter González<sup>1</sup>, Nora Eslava<sup>1</sup>, Francisco Guevara<sup>1</sup>, Eduardo Núñez<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Instituto de Investigaciones Científicas, Universidad de Oriente, Boca del Río, isla de Margarita, Venezuela.

<sup>2</sup>La Perla del Sur, C.A., Las Casitas del Guamache, isla de Margarita, Venezuela

\*Correspondencia: Correo electrónico: [\\*lwgc25@gmail.com](mailto:*lwgc25@gmail.com) (Leo Walter González)

DOI: <https://doi.org/10.54167/tch.v14i3.740>

Recibido: 05 de noviembre de 2020 Aceptado: 28 de mayo de 2021

Publicado por la Universidad Autónoma de Chihuahua, a través de la Dirección de Investigación y Posgrado.

### **Resumen**

El objetivo de esta investigación fue estimar la reproducción, crecimiento y mortalidad de la sardina (*Sardinella aurita*) en el estado Nueva Esparta, Venezuela, a través de muestreos mensuales desde abril hasta diciembre de 2019. Se analizaron 3,679 ejemplares a los cuales se les registró longitud total (cm), peso total (g), sexo y madurez sexual. La proporción sexual de hembras a machos difirió significativamente de 1:1. Se observaron tres pulsos de desove (mayo, julio y noviembre). La longitud media de madurez sexual se estimó en 19.53 cm. La relación longitud-peso para ambos sexos fue:  $P = 5.1 \times 10^{-3} * L^{3.15}$ . Se utilizaron las rutinas del paquete FiSAT para estimar los parámetros de crecimiento de von Bertalanffy:  $L_{\infty} = 23.30$  cm,  $k = 0.71$  año<sup>-1</sup>,  $P_{\infty} = 103.18$  g,  $t_0 = -0.12$  años, en tanto que el índice de desempeño del crecimiento  $\emptyset'$  fue 2.59. Las tasas de mortalidad total (Z), natural (M) y por pesca (F) fueron calculados en 2.66, 1.09 y 1.57 año<sup>-1</sup>, respectivamente. La tasa de explotación actual ( $E = 0.59$  año<sup>-1</sup>) indica que el recurso se encuentra sobre explotado, por consiguiente, se sugiere regular la pesquería, disminuyendo la mortalidad por pesca aplicando dos vedas al año o cuotas de pesca, y mantener la talla media de captura de 19 cm.

**Palabras clave:** dinámica poblacional, pesca artesanal, *Sardinella aurita*, Venezuela.

### **Abstract**

The objective of this research was to estimate the reproduction, growth and mortality of the sardine (*Sardinella aurita*) from Nueva Esparta state, Venezuela, through monthly samplings from April to December 2019. 3,679 specimens were analyzed and their total length was recorded (cm), total weight (g), sex and sexual maturity. The sex ratio of females to males differed significantly from 1:1. Three spawning pulses were observed (May, July and November). The mean length at sexual maturity was 19.53 cm. The length-weight relationship for both sexes was  $W = 5.1 \times 10^{-3} * L^{3.15}$ . The routines of the FiSAT package were used to estimate von Bertalanffy growth parameters:  $L_{\infty} = 23.30$  cm,  $k = 0.71$  year<sup>-1</sup>,  $W_{\infty} = 103.18$  g,  $t_0 = -0.12$  years,

while the performance index of the growth  $\emptyset'$  was 2.59. The total (Z), natural (M) and fishing (F) mortality rates were calculated at 2.66, 1.09 and 1.57 year<sup>-1</sup>, respectively. The current exploitation rate ( $E = 0.59$  year<sup>-1</sup>) indicates that the resource is overexploited, therefore, it is suggested to regulate the fishery, reducing mortality by applying, two closures per year or fishing quotas and maintaining the average size of 19 cm capture.

**Keywords:** Population dynamics, *Sardinella aurita*, artisanal fishers, Venezuela

## 1. Introducción

La sardina (*Sardinella aurita*) es una especie pelágica costanera abundante del Océano Atlántico Tropical, tanto en las costas africanas como americanas. En el Atlántico Occidental desde Woods Hole, Massachusetts (EUA), en el Golfo de México hasta Río de Janeiro, Brasil. En Venezuela se presenta desde el Golfo de Venezuela hasta el Golfo de Paria, sin embargo su abundancia es particularmente alta en la región nororiental, debido al fenómeno de surgencia costera (Cervigón, 1991). Se caracteriza 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. La temperatura y el viento guardan cierta asociación con la pesquería, e.g. González et al. (2007a) demostraron que la mayor disponibilidad y/o accesibilidad de la sardina corresponde a los meses de enero a junio cuando ocurre la mayor intensidad de vientos y las temperaturas bajas; por otro lado, Taylor et al., (2012) comprobaron que el aumento de la temperatura superficial del mar muestra una correlación importante con la disminución de la densidad de fitoplancton. Sin embargo, Fréon et al. (1997), señalaron que es difícil determinar con precisión la influencia de la variabilidad ambiental anual en la biología de la sardina, debido posiblemente a la hidrografía de la región nororiental de Venezuela, pues la surgencia costera inducido por el viento en la temporada seca y la descarga del río Orinoco en la época de lluvias se alternan en sus máximas estaciones, provocando una alta productividad sostenida todo el año.

Las prospecciones hidroacústicas realizadas por el Instituto Francés de Investigación Científica para el Desarrollo en Cooperación (ORSTOM) y Fundación La Salle (FLASA) desde 1985 hasta 1988 estimaron una biomasa total entre 800,000 y 1, 000,000 de toneladas (Mendoza, 1990). Sin embargo, el aparente crecimiento sostenido de la pesquería se vio afectado con la drástica disminución de las capturas desde 2005 hasta 2014 por una sobre explotación del recurso, y su efecto provocó impactos desfavorables en los subsectores de extracción y procesamiento por el incremento del esfuerzo de pesca como consecuencia de la exportación desmedida de sardina congelada a Brasil, a pesar de las sugerencias manifestadas por la investigación pesquera, originando una disminución en el tamaño del stock desovante por sobrepesca de reclutamiento (González et al., 2016). A partir del 2015 se observó una ligera recuperación del stock pescable por las medidas de ordenación implementadas, como el aumento de la talla mínima de captura (19 cm) y la veda temporal de 3 meses de enero a marzo, que corresponde con la época reproductiva más intensa, y que posteriormente fue modificada del 15 de diciembre al 15 de marzo. Según las estadísticas oficiales del Instituto Socialista de Pesca y Acuicultura (INSOPESCA) la pesca nacional de captura en el 2019 fue de 205,151 toneladas y de sardina 54,981 toneladas (26.8%) producidos por los estados Sucre y Nueva Esparta. En el caso de Nueva Esparta se capturaron 13,725 toneladas (24.9%), percibiéndose una disminución del 52.02% con respecto al 2018 que fue de 26,380 toneladas. Por otro lado, la captura por unidad de esfuerzo (CPUE) fue de 38.44 toneladas / lance por debajo a la obtenida en el 2018 de 101.46

toneladas / lance. Este escenario podría agravar la frágil situación del stock debido a la tendencia creciente del esfuerzo que no logra ser compensado con el rendimiento.

Debido al interés ecológico en la cadena trófica del ecosistema marino costero que sostiene a otras pesquerías artesanales estacionales de escómbridos y carángidos, entre otros, y la relevancia socioeconómica que representa en Venezuela se amerita el uso de información periódica sobre los parámetros biológicos indispensables en la evaluación de las poblaciones, para administrar adecuadamente el recurso. Desde hace varios años, se han realizado estudios en Venezuela sobre la biología reproductiva (Figuera, 1967, Fréon *et al.*, 1997, Reyes, 1981, Ramírez and Huq, 1986, Guzmán *et al.*, 2001, Mendiola, 2004, Gassman *et al.*, 2008, Tagliafico *et al.*, 2008), Gassman *et al.*, 2012, crecimiento y mortalidad (Guzmán *et al.*, 1998, González and Eslava, 2000, Guzmán and Gómez, 2000, Ramírez de O., 2002, Mendoza *et al.*, 2003, Tagliafico *et al.*, 2008,) y de dinámica poblacional (Etchevers, 1974, Mendoza *et al.*, 1994, Mendoza, 1996, Cárdenas and Archury, 2000, González *et al.*, 2007b, Eslava *et al.*, 2009, González *et al.*, 2020). En este contexto, surgió la hipótesis que plantea la posible existencia de una relación entre los parámetros biológicos-pesqueros y el rendimiento de la biomasa pescable disponible y accesible al arte de pesca que utilizan los pescadores en el estado Nueva Esparta. Por consiguiente, se estimó la reproducción, crecimiento y mortalidad indispensables en la evaluación de la población, a fin de sugerir posibles soluciones en la toma de decisiones.

## 2. Materiales y métodos

### 2.1 Material biológico

Se realizaron 21 muestreos, desde abril hasta diciembre del 2019, con un tamaño de muestra mensual que varió de 200 a 614 ejemplares obtenidos al azar en los lugares de desembarco de la flota artesanal sardinera que opera en los caladeros del estado Nueva Esparta: islas de Cubagua, Coche y Margarita (Manzanillo, El Morro - Playa Valdez, Pampatar, Laguna de Raya, La Isleta y Península de Macanao) (Fig. 1). Las muestras se trasladaron frescas en cavas portátiles al laboratorio de Biología Pesquera del Instituto de Investigaciones Científicas de la Universidad de Oriente, para su examen biométrico. Es importante acotar que la pesca de sardina se realiza con chinchorro de playa (*beach net*), llamado también chinchorro o tren sardinero, y los caladeros se encuentran en zonas muy costeras (menor a 3 millas) y de poca profundidad, los que condicionan la accesibilidad al tamaño del cardumen a ser capturado total o parcialmente.

En el laboratorio fueron analizados 3,679 ejemplares a los cuales se les registró, a cada ejemplar la longitud total (L) en cm, comprendida desde extremo anterior de la boca hasta el extremo posterior de los radios más largos de la aleta caudal, utilizando un ictiómetro marca Wildco modelo 118 con apreciación de 1 mm, y el peso total sin eviscerar (P) en g mediante una balanza electrónica marca Sartorius modelo 1106 con precisión de 0.01 g y 1 kg de capacidad máxima.



**Figura 1.** Área de pesca de *Sardinella aurita* del estado Nueva Esparta, Venezuela.  
**Figure 1.** Fishing area of *Sardinella aurita* from Nueva Esparta State, Venezuela

## 2.2. Reproducción

### 2.2.1. Identificación del sexo

La identificación sexual y sus diferentes estadios de desarrollo gonadal se establecieron mediante la observación directa, según Holden and Raitt (1975). Para analizar si existían desviaciones significativas respecto a la proporción sexual 1:1 se aplicó la prueba Chi-cuadrado ( $\chi^2 = p < 0.05$ ) con corrección de Yates para continuidad (Steel and Torrie, 1985); y con el fin de verificar si la proporción sexual fue variable durante los meses de estudio, se empleó una prueba de heterogeneidad de la Chi-cuadrado (Steel and Torrie, 1985). Las diferencias estadísticas significativas entre las longitudes por sexo se precisaron con la aplicación de la prueba t-student (Zar, 2010).

### 2.2.2. Madurez sexual

La talla media de madurez sexual de la población ( $L_{50}$ ) se obtuvo estimando la fracción de ejemplares maduros y desovando ( $n = 927$ ) en cada intervalo de talla de machos y hembras, mediante la curva logística modificada de Hoydal *et al.* (1982), sugerida por Gaertner and Laloé (1986) y Eslava (2007) según la ecuación 1:

$$F_{(L)} = 1 / 1 + e^{(S_1 - S_2 * L)} \quad (\text{Ec. 1})$$

Donde:

$F_{(L)}$ : Fracción a cada talla.

$S_1$  y  $S_2$ : Constantes a y b del modelo de regresión lineal.

L: Marca de clase de la longitud de referencia.

Para calcular  $S_1$  y  $S_2$  se aplicó la ecuación 2:

$$\ln \left( \frac{1}{F(L)} - 1 \right) = S_1 - S_2 * L \quad (\text{Ec. 2})$$

Donde:

ln: Logaritmo neperiano.

Una vez obtenido los valores de las constantes  $S_1 = a$  y  $S_2 = -b$  se dividió  $S_1 / S_2$  para obtener el  $L_{50}$ .

### 2.3. Relación longitud-peso

La relación entre longitud y peso se determinó mediante la ecuación potencial de Ricker (1975) de acuerdo a la ecuación 3:

$$P = a * L^b \quad (\text{Ec. 3})$$

Donde:

P: Peso total (g) del pez.

L: Longitud total (cm) del pez

a y b: Constantes del modelo potencial de la relación longitud-peso.

Las constantes a y b fueron estimadas por el método de mínimos cuadrados, previa linealización de los datos mediante una transformación logarítmica (ln). La constante b indica la isometría o alometría como expresión de crecimiento del pez. Se aplicó la hipótesis del crecimiento isométrico (Ricker, 1975) mediante la prueba t-student (Walpole *et al.*, 2012) con un nivel de significación de  $\alpha = 0.05$ .

### 2.4. Crecimiento

El crecimiento se asumió al descrito por el modelo de von Bertalanffy (1938) (ECVB). El cálculo de la longitud asintótica ( $L_{\infty}$ ) y el coeficiente de crecimiento o curvatura (k) de la ECVB, se basó en el método indirecto del análisis de la distribución mensual de las frecuencias de longitud de *S. aurita* con un rango de 1 cm, utilizando las rutinas del paquete FiSAT (FAO-ICLARM Stock Assessment Tools) (Gayanilo *et al.*, 1996). Se determinó la longitud asintótica aplicando el Método de Powell (1979) y Wetherall (1986), la que permitió establecer el coeficiente de crecimiento mediante la rutina ELEFAN I (Pauly and David, 1981), previa reestructuración de las frecuencias de longitud. El  $t_0$  se estimó de acuerdo a lo indicado por Pauly (1979) en la ecuación 4:

$$\log_{10} (-t_0) = -0.3922 - 0.2752 * \log_{10} L_{\infty} - 1.038 * \log_{10} k \quad (\text{Ec. 4})$$

Donde:

$t_0$ : Constante, representa la edad que debe tener el pez para que su longitud sea igual a cero.

$L_{\infty}$ : Longitud asintótica o longitud máxima promedio del pez.

k: Coeficiente de crecimiento o de curvatura.

$\log_{10}$ : Logaritmo base 10

El peso asintótico se estimó mediante la ecuación 5 de Ricker (1975) sugerida por Csirke (1980):

$$P_{\infty} = a * L_{\infty}^b \quad (\text{Ec. 5})$$

Donde:

$P_{\infty}$ : Peso asintótico o peso máximo promedio del pez.

a y b: Constantes del modelo potencial de la relación longitud-peso

Para el cálculo de la longevidad teórica se utilizó la ecuación 6 anotada de Taylor (1958):

$$A_{0.95} = t_0 + 2.996/k \quad (\text{Ec. 6})$$

Donde:

$A_{0.95}$ : Edad máxima o tiempo requerido para alcanzar el 95% de la longitud máxima del pez.

Una vez calculados los parámetros de la ECVB ( $L_{\infty}$ ,  $P_{\infty}$ , k y  $t_0$ ), se establecieron las curvas de crecimiento en longitud y peso respectivamente, hasta la edad límite, según las ecuaciones 7 y 8:

$$L_t = L_{\infty} [ 1 - e^{-k(t-t_0)} ] \quad (\text{Ec. 7})$$

$$P_t = P_{\infty} [ 1 - e^{-k(t-t_0)} ]^b \quad (\text{Ec. 8})$$

Donde:

t: Edad

$L_t$ : Longitud del pez a la edad t

$P_t$ : Peso del pez a la edad t

e: Base de logaritmo neperiano

Se determinó el índice de desempeño del crecimiento phi prima ( $\phi'$ ) para comparar los parámetros de crecimiento con los resultados obtenidos por otros investigadores en diferentes regiones, de acuerdo a la fórmula de Munro and Pauly (1983) indicado en la ecuación 9:

$$\phi' = \log_{10} k + 2 * \log_{10} L_{\infty} \quad \text{Ec. 9}$$

Donde:

$\phi'$ : Índice de desempeño de crecimiento.

Se consideró el criterio de Sparre and Venema (1997), quienes señalaron que el coeficiente de variación (CV) de  $\phi'$  no debe exceder de 4% para asumir que los resultados son estadísticamente similares.

## 2.5 Mortalidad

La mortalidad natural (M) se calculó utilizando el método empírico de Pauly (1980) mostrada en la ecuación 10:

$$\log_{10} (M) = -0.0066 - 0.279 * \log_{10} L_{\infty} + 0.6543 * \log_{10} k + 0.4634 * \log_{10} T \quad \text{Ec. 10}$$

Donde:

M: Tasa instantánea de mortalidad natural

T: Temperatura del agua

La temperatura superficial media del agua en 2019 según el Centro Internacional para la Investigación de El Fenómeno de El Niño (CIIFEN) fue de 29 °C, y luego se multiplicó por el factor 0.7 del rango de 0.6 a 0.8 sugerido por Pauly (1980) basado en que probablemente la M de los clupeidos tropicales formadores de cardúmenes están sobreestimados (Pauly, 1980; Ursin, 1984).

La mortalidad total (Z) se calculó mediante el método de la curva de captura linealizada convertida a longitudes (Pauly, 1983) según la ecuación 11:

$$\ln (N_i / \Delta t_i) = a + b * t'_i \quad \text{Ec. 11}$$

Donde:

N<sub>i</sub>: Número de individuos capturados pertenecientes a la clase de longitud i.

t'<sub>i</sub>: Edad relativa de la clases de longitud i.

Δt<sub>i</sub>: Tiempo medio requerido por individuo para su crecimiento a través de la clase i.

a y b: Constantes del modelo de regresión lineal.

La mortalidad por pesca (F) se calculó de la diferencia entre Z y M, según la ecuación 12 de Gulland (1971):

$$F = Z - M \quad \text{Ec. 12}$$

Donde:

F: Tasa instantánea de mortalidad por pesca.

Z: Tasa instantánea de mortalidad total.

La tasa de explotación (E) fue calculada utilizando la ecuación 13 de Gulland (1971) quien indicó que la tasa de explotación óptima (E óptima) ocurre cuando  $E = 0.5 \text{ año}^{-1}$ :

$$E = F/Z \quad \text{Ec. 13}$$

Donde:

E: Fracción de muerte por explotación.

### 3. Resultados y discusión

Se examinó un total de 3,679 ejemplares con longitudes entre 9.2 y 23.6 cm y pesos que fluctuaron entre 5.07 g y 104.91 g, como se puede observar en la Tabla 1. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas para la longitud entre hembras y machos ( $t_s = 0.80$ ;  $p > 0.05$ ), por lo que se determinó el crecimiento para los sexos combinados.

**Tabla 1.** Ejemplares examinados de *Sardinella aurita* del estado Nueva Esparta, Venezuela, durante el periodo abril - diciembre 2019.

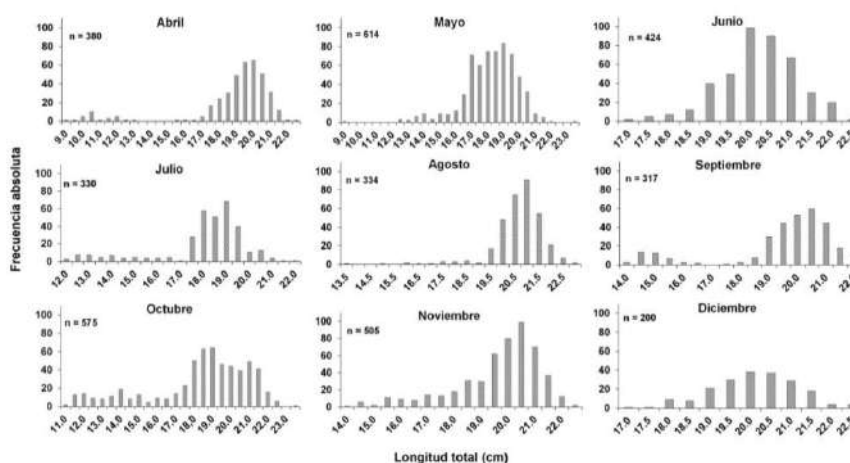
**Table 1.** Specimens examined of *Sardinella aurita* from Nueva Esparta State, Venezuela, during the period April - December 2019.

| Sexo                | n            | Longitud total (cm) |             |            | Peso total (g) |              |              |
|---------------------|--------------|---------------------|-------------|------------|----------------|--------------|--------------|
|                     |              | Min - Max           | Media       | DE±        | Min - Max      | Media        | DE±          |
| Hembras (♀♀)        | 2,067        | 11.4 – 23.6         | 19.5        | 1.9        | 9.82 – 104.91  | 60.91        | 16.94        |
| Machos (♂♂)         | 1,510        | 11.8 – 22.9         | 19.6        | 1.4        | 11.14 – 100.76 | 62.34        | 13.03        |
| Indeterminados (♀♂) | 102          | 9.2 – 14.4          | 12.4        | 1.3        | 5.07 – 23.82   | 13.84        | 4.46         |
| <b>Total</b>        | <b>3,679</b> |                     | <b>17.7</b> | <b>1.5</b> |                | <b>45.70</b> | <b>11.48</b> |

n = número de ejemplares examinados; Min = valor mínimo; Max = valor máximo; valor medio; DE = desviación estándar.

n = number of specimens examined; Min = minimum value; Max = maximum value; Media = mean value; DE = standard deviation.

En la Fig. 2 se puede apreciar el ingreso de la sardina a la zona de pesca a partir de una longitud de 9 cm en abril y de 11 cm en octubre cuando tienen 6 meses de edad que según Mendoza *et al.* (2003) lo alcanza a una longitud de 10 cm. Este evento explica dos reclutamientos al año como resultado de la intensidad estacional de la reproducción y migración por alimento a zonas de mayor productividad que favorezcan su crecimiento. González *et al.* (2007b), mencionan que el patrón de reclutamiento es continuo durante el año con dos pulsos en marzo - abril y julio - agosto que coincide con la máxima actividad reproductiva.

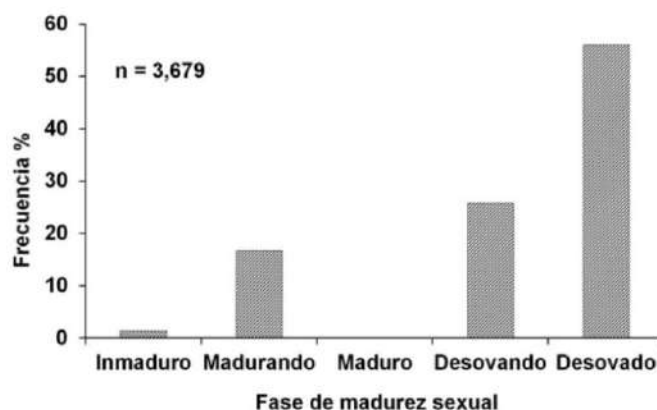


**Figura 2.** Distribución de frecuencia de longitudes mensuales de *Sardinella aurita* durante el periodo abril - diciembre 2019.

**Figure 2.** Frequency distribution of monthly lengths of *Sardinella aurita* during the period April - December 2019.



Se observó mayor porcentaje de hembras (56.18%) que de machos (41.04%), y los de sexo indeterminado representaron el 2.77%. La proporción obtenida fue de 1.4:1 hembras a machos, la cual difirió significativamente de una proporción 1:1 a un nivel de confianza de 95% ( $\chi^2 = 86.58$ ;  $p < 0.05$ ). En la Fig. 3 se presenta la variación porcentual de los individuos en las diferentes Fases de madurez sexual, donde la Fase 1 (inmaduros), estuvo levemente representada por 150 individuos, la Fase 2 (en maduración) mostró con 598 individuos, en la Fase 3 (maduros) solo se observaron 3 ejemplares, la Fase 4 (desovando) estuvo representada con 924 individuos y la Fase 5 (Desovado) exhibió 2,004 ejemplares que representó el 54.47%, lo que evidencia que un poco más del 50% del stock reproductor de sardina ingresa al área de pesca desovado.

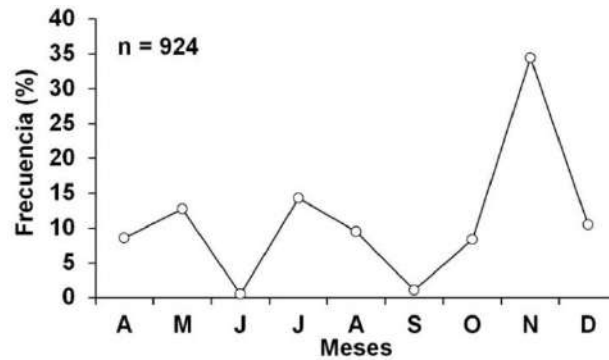


**Figura 3.** Distribución de las fases de madurez sexual de *Sardinella aurita* durante el periodo abril - diciembre 2019.

**Figure 3.** Distribution of the stages of sexual maturity of *Sardinella aurita* during the period April - December 2019.

La presencia de óvulos de diferente tamaño en los ovarios maduros reportados por Gassman *et al.* (2008), pone en evidencia el carácter parcial y continuo del desove de *S. aurita* al no madurar los óvulos al mismo tiempo, tal como lo afirman Figuera (1967), Reyes (1981), Ramírez and Huq (1986) y Guzmán *et al.* (2001). En cuanto a la época de desove, la presencia de individuos desovados durante todos los meses de estudio, evidencia que la especie se reproduce durante todo el año. La frecuencia de individuos de Fase 4 (desovando) mostró fluctuación a lo largo de todo el periodo de muestreo, reconociéndose desoves continuos con dos picos altos en mayo y julio y uno de mayor magnitud reproductiva en noviembre (Fig. 4). De acuerdo con estos resultados el desove más intenso ocurre en noviembre y posiblemente hasta marzo que coincide con la surgencia costera. Este evento no se pudo constatar porque los muestreos se realizaron solo en la temporada de pesca quedando interrumpidos los muestreos durante la veda que empieza desde el 15 de diciembre hasta el 15 de marzo (Resolución DM/Nº 043-17 del 04/12/2017) publicado en Gaceta Oficial Nº 41.295 del 07/12/2017. Sin embargo, estudios realizados por Gassman *et al.* (2012) determinaron que el índice de gónadas presenta variación a lo largo del año, reconociéndose un desove continuo con dos periodos de relativa intensidad reproductiva, uno de mayor actividad que ocurre de febrero a abril con un valor máximo en marzo y otro de menor magnitud de octubre a diciembre con un valor máximo en el mes de noviembre; guardando cierta coincidencia con Tagliafico *et al.* (2008) en el primer lapso (enero - marzo) más no en el segundo periodo (julio - diciembre). Estos resultados se podrían asociar con la temperatura superficial del mar (TSM). De acuerdo al CIIFEN, en mayo el Mar Caribe mantuvo una TSM cerca de lo normal (26 °C), pero entre el Ecuador y los 10° N se presentaron

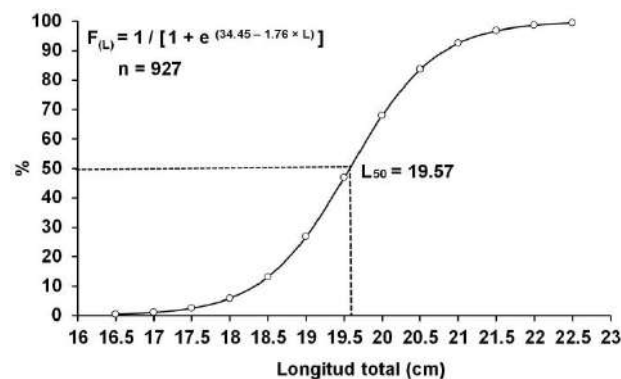
ligeras anomalías cálidas debido a vientos anómalos del oeste en las costas del norte de Sudamérica alcanzando los 29 °C promedio anual de la TSM. Cárdenas and Archury (2000) señalaron a la temperatura como indicador rector que condiciona de manera importante las demás variables ambientales y los focos de surgencia. Por otro lado, es importante acotar que la duración de los periodos reproductivos cambia en función de la variabilidad ambiental anual asociados con épocas de alta productividad, y pueden comenzar en diferentes épocas del año, debido a la estrategia reproductiva oportunista de la sardina que desova cuando las condiciones ambientales le son favorables para la sobrevivencia de sus huevos y larvas.



**Figura 4.** Variación mensual del estado de madurez 4 (desovando) de *Sardinella aurita* durante el periodo abril - diciembre 2019.

**Figure 4.** Monthly variation of the maturity stage 4 (spawning) of *Sardinella aurita* during the period April - December 2019.

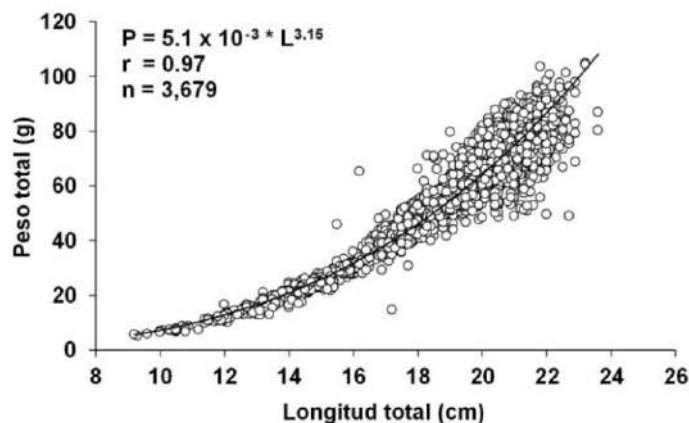
Los valores obtenidos de la talla de madurez del 50% de la población ( $L_{50}$ ) por Mendiadúa (2004), Gassman *et al.* (2008) y Tagliafico *et al.* (2008), oscilaron desde 18.5 hasta 20 cm y la obtenida en el presente trabajo fue 19.57 cm, valor que estuvo dentro del rango estimado para el estado Nueva Esparta (Fig. 5), y muy cercano a 19.7 cm estimado por Fréon *et al.* (1997) para las costas orientales de Venezuela. Podemos demostrar que la talla media de madurez sexual fue ligeramente superior a la permitida por la regulación vigente ( $L_{50} = 19$  cm) y una talla mínima de madurez sexual de 16.5 cm. Sin embargo, resultados preliminares del 2020 estimados por L.W. González (2021, com. pers.) indican una longitud modal de las capturas de 17 cm y longitudes de madurez sexual media ( $L_{50} = 17.35$  cm) y mínima ( $L_{min} = 13.5$  cm). Es posible que también esté ocurriendo en esta pesquería una sobre pesca de crecimiento.



**Figura 5.** Longitud media de madurez sexual ( $L_{50}$ ) de *Sardinella aurita* durante el periodo abril - diciembre 2019.

**Figure 5.** Sexual maturity curve and size at maturity ( $L_{50}$ ) from of *Sardinella aurita* during the period April - December 2019.

La relación longitud-peso como expresión de crecimiento quedó establecida como:  $P = 5.1 \times 10^{-3} * L^{3.15}$  (Fig. 6) y demostró estadísticamente un crecimiento isométrico ( $t_s = 1.39$ ;  $p > 0.05$ ), lo que indica que los ejemplares, tienen un crecimiento individual donde las proporciones geométricas del cuerpo no cambian (crecimiento homogéneo).



**Figura 6.** Relación longitud-peso de *Sardinella aurita* durante el periodo abril - diciembre 2019.  
**Figure 6.** Length-weight relationship of *Sardinella aurita* during the period April - December 2019.

Los ejemplares de mayor talla registrados fueron de 23.6 cm en hembras y 22.9 en machos con un valor promedio de 23.5 cm no muy lejano a la longitud asintótica estimada ( $L_{\infty} = 23.3$  cm), que fue utilizada como dato de entrada en la rutina ELEFAN I para la estimación de  $k$ . Luego de varias corridas, se obtuvo la valoración de  $k = 0.71$  año<sup>-1</sup>. Se estimó el  $t_0 = -0.12$  años, lo que permitió finalmente determinar la edad límite  $A_{0.95} = 4.2$  años. Las tasas de crecimiento obtenidos en el análisis de la progresión modal no se usaron, porque los grupos modales no quedaron bien definidos. Se obtuvo un peso asintótico de 103.18 g, utilizando las constantes  $a = 5.1 \times 10^{-3}$  y  $b = 3.15$  de la ecuación de la relación longitud-peso y el parámetro preliminar de crecimiento  $L_{\infty} = 23.30$  cm. La curva de crecimiento en longitud describió una curva de tipo exponencial, acelerado en el primer año de vida y luego disminuyó gradualmente hasta alcanzar la longitud máxima teórica (Fig. 7A) y la curva de crecimiento en peso mostró un comportamiento sigmoideo lento en el primer año de vida, luego en forma exponencial hasta los dos años y posteriormente, una disminución paulatina hasta alcanzar su peso asintótico (Fig. 7B). La longitud asintótica obtenida ( $L_{\infty} = 23.30$  cm) y el peso asintótico ( $P_{\infty} = 103.18$  g) fue cercano al del ejemplar de mayor talla observado en el muestreo (104.91 g). El coeficiente de crecimiento ( $k = 0.71$  año<sup>-1</sup>) demostró que la especie posee un crecimiento moderadamente rápido. El  $t_0$  fue de  $-0.12$  año y la edad límite teórico de 4.2 años. Según Mendoza *et al.* (2003), la talla de reclutamiento a la pesquería es de 10 cm que alcanza a los seis meses de edad relativa, mientras que la talla de primera madurez sexual se presenta alrededor del año de edad, y la mayor parte del crecimiento se desarrolla particularmente en los dos primeros años.

El valor del coeficiente de variación de  $\emptyset'$  estimado (2.59) resultó estar por debajo de los calculados por los autores mencionados utilizando el método de frecuencia de tallas (Tabla 2). Una explicación es que los parámetros de la curva de crecimiento en longitud fueron los más bajos ( $L_{\infty} = 23.30$  cm,  $k = 0.71$  año<sup>-1</sup>) de los últimos 23 años. Por otro lado, el  $\emptyset'$  promedio  $2.80 \pm 0.12$  (CV= 4%) no mostró variabilidad del patrón de crecimiento de *S. aurita* en diferentes áreas de la región oriental de Venezuela, 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 esta época para crecer (González *et al.*, 2007b). A pesar que los parámetros de crecimiento de los países africanos son altos, González and

Eslava (2000) observaron el mismo comportamiento al comparar los Ø' promedios de Venezuela, Golfo de México, Senegal y El Congo, confirmando la teoría de Pauly and Munro (1984) que las especies de una misma familia tienen valores similares de Ø'.

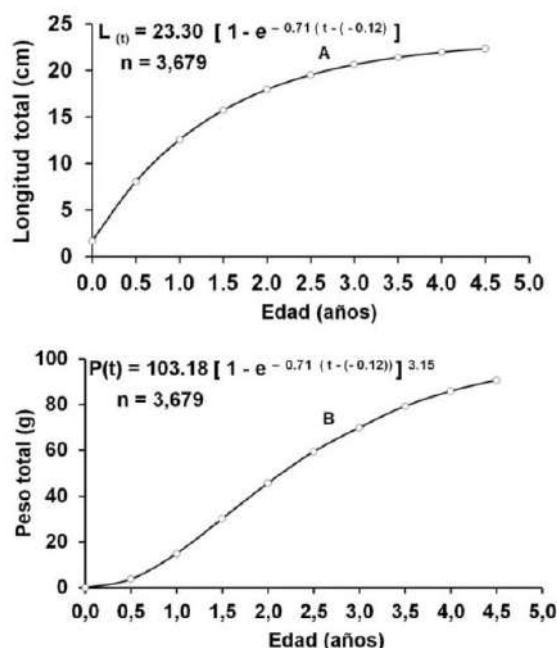


Figura 7. (A) Curva de crecimiento en longitud de *Sardinella aurita* según el modelo de von Bertalanffy (1938). (B) Curva de crecimiento en peso de *Sardinella aurita* según el modelo de von Bertalanffy (1938).  
 Figure 7. (A) Growth curve in length of *Sardinella aurita*, according to the von Bertalanffy model (1938). (B) Growth curve in weight of *Sardinella aurita*, according to the von Bertalanffy model (1938).

Tabla 2. Parámetros de crecimiento de *Sardinella aurita* estimados por diferentes autores en Venezuela.  
 Table 2. Growth parameters of *Sardinella aurita* estimated by different authors in Venezuela

| Método               | $L_{\infty}$ (cm) | $k$ (año <sup>-1</sup> ) | Ø'    | Fuente                          | Áreas                      |
|----------------------|-------------------|--------------------------|-------|---------------------------------|----------------------------|
| Frecuencia de tallas | 24.40             | 1.13                     | 2.83  | Guzmán <i>et al.</i> , (1998)   | Golfo de Cariaco           |
| Frecuencia de tallas | 28.45             | 0.83                     | 2.83  | González and Eslava (2000)      | Nueva Esparta              |
| Frecuencia de tallas | 26.60             | 1.26                     | 2.95* | Mendoza <i>et al.</i> (2003)    | Oriente de Venezuela       |
| Frecuencia de tallas | 25.46             | 0.86                     | 2.75  | González <i>et al.</i> (2007b)  | Sur este Isla de Margarita |
| Frecuencia de tallas | 26.00             | 1.10                     | 2.87  | Tagliafico <i>et al.</i> (2008) | Sur este Isla de Margarita |
| Frecuencia de tallas | 23.30             | 0.71                     | 2.59  | Presente trabajo                | Nueva Esparta              |

Media = 2.80; DE = 0.12 ±; CV = 4 %

$L_{\infty}$  = longitud asintótica;  $k$  = coeficiente de crecimiento; Ø' = índice de desempeño de crecimiento.

$L_{\infty}$  = asymptotic length;  $k$  = growth coefficient; Ø' = growth performance index.

DE = desviación estándar; standard deviation.

CV = coeficiente de variación; coefficient of variation.

\* Valor recalculado; recalculated value.

La tasa de mortalidad total obtenida mediante regresión lineal obtenida mediante regresión lineal de los puntos ubicados en la fase explotada de la curva de captura fue  $Z = 2.66 \text{ año}^{-1}$  ( $r = 0.99$ ). La mortalidad natural  $M$  se estimó en  $1.09 \text{ año}^{-1}$ , en consecuencia se obtuvo la mortalidad por pesca  $F = 1.57 \text{ año}^{-1}$  y la tasa de explotación  $E = 0.59 \text{ año}^{-1}$ . Con respecto al valor de la mortalidad natural obtenida en el presente trabajo fue más alto que el estimado para Nueva Esparta ( $M = 1.0 \text{ año}^{-1}$ ) por González and Eslava (2000) y del Golfo de México ( $M = 1.0 \text{ año}^{-1}$ )

por Grall (1984) y se ubicó entre los valores de Senegal ( $M = 0.8$  y  $1.2 \text{ año}^{-1}$ ) obtenidos por Fréon (1988); sin embargo, estuvo por debajo del calculado por Mendoza (1996) para la región oriental de Venezuela ( $M = 1.4 \text{ año}^{-1}$ ). Esos resultados confirman que es una especie de ciclo de vida corta que justifica su ubicación en la cadena trófica, por estar sometida a fuerte presión depredadora por especies pelágicas mayores y batipelágicas, lo que ha permitido a la sardina desarrollar una estrategia vital de rápido crecimiento para llegar pronto a la madurez sexual y poder reproducirse (González and Eslava, 2000). Sánchez and Medina (2008) indican que la expresión  $M$  es alta cuando los peces tienen crecimiento rápido y habitan ambientes cálidos. La mortalidad natural es el parámetro de incertidumbre intrínseca en toda pesquería por los diferentes aspectos de la historia de vida del recurso. En tal sentido, se considera clave en la determinación de la dinámica poblacional por su influencia directa sobre los estimados de producción, ya sea en términos de crecimiento somático o entre la población desovante y la abundancia de los reclutas. El valor de la mortalidad por pesca determinada en esta investigación ( $F = 1.57 \text{ año}^{-1}$ ) fue inferior al obtenido por González *et al.* (2007b) para el sur este de la Isla de Margarita ( $F = 2.19 \text{ año}^{-1}$ ); sin embargo cuando asociamos la disminución de la abundancia (CPUE = 38.44 tonelada / lance) en el año 2019 respecto al año 2018 (CPUE = 101.46 tonelada / lance) por el incremento del esfuerzo de pesca debido a la instalación de pequeñas empresas enlatadoras, creando un conflicto de competencia de compra-venta con las grandes conserveras tradicionales y la demanda de sardina fresca-refrigerada para los programas sociales del gobierno. La mortalidad por pesca es un parámetro importante que puede ser controlado y regulado con medidas de manejo (Csirke, 1980). 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 deduce que la población de sardina del nororiente de Venezuela podría encontrarse sobreexplotada, debido a que la tasa de explotación actual fue alta ( $E = 0.59 \text{ año}^{-1}$ ). Patterson (1992) a partir de un análisis de varias poblaciones de pelágicos menores, 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)

#### 4. Conclusiones

La sardina (*Sardinella aurita*) en Nueva Esparta presentó alometría positiva con una proporción de sexos que difieren significativamente de la unidad, y actividad reproductiva de aguda estacionalidad que encubre la variabilidad mensual debido a las variaciones ambientales. El valor de la talla media de madurez sexual estuvo dentro del rango obtenido durante 63 años, pero en el 2020 disminuyó de manera drástica en más de 2 cm debido, posiblemente, a que la fracción de la biomasa pescable esté siendo sometida a una fuerte presión de pesca. De continuar disminuyendo la talla de captura y el incumplimiento de las normas que regulan la pesca, probablemente la longitud media de madurez sexual descienda y no asegure el éxito del reclutamiento de la población desovante de las futuras clases anuales. Los parámetros de crecimiento estimados alcanzaron los valores más bajos de los últimos 23 años y demostraron que es una especie de vida corta con un crecimiento moderadamente alto, y al igual que los parámetros de mortalidad, están influenciados por la variabilidad ambiental anual y el esfuerzo de pesca. La tasa de explotación indica que la fracción de la biomasa pescable está sobreexplotada y de proseguir aumentando el esfuerzo, podría llegar a niveles críticos que afecten el rendimiento. Por consiguiente, se sugiere regular la pesquería, disminuyendo la mortalidad por pesca aplicando dos vedas al año o cuotas de pesca, y mantener la talla media de captura en 19 cm como lo establece la Providencia Administrativa vigente, a fin de evitar consecuencias socio-económicas desfavorables a los subsectores de extracción y procesamiento.

## 5. Agradecimientos

Nuestro más sincero agradecimiento a la empresa La Perla del Sur, C. A. por el apoyo logístico en los muestreos y a su personal de la Gerencia de Control de Calidad en particular al Lic. José Miguel Valerio. Así mismo, agradecemos a los árbitros anónimos por sus comentarios y sugerencias en el mejoramiento del artículo.

## Conflicto de interés

Los autores de este escrito no tienen conflicto de intereses en la publicación de estos resultados.

## 6. Referencias

- Cárdenas, J., & Achury, A. (2000). Acústica pesquera de los recursos marinos del nororiente de Venezuela: evaluación y seguimiento espacio-temporal del stock de sardina (*Sardinella aurita* Valenciennes, 1847). Memoria de la Sociedad de Ciencias Naturales La Salle, 154, 39–54. <https://bit.ly/3zkWDfg>
- Cervigón, F. (1991). Los peces marinos de Venezuela Vol. 1 (2nd ed.). Fundación Científica Los Roques. Caracas: Impresión Cromotip.
- Csirke, J. (1980). Introducción a la dinámica de poblaciones de peces (Documento Técnico de Pesca No. 192). Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. 82 pp. <https://bit.ly/3GYjRK6>
- De Anda, M. J. A., Seijo J. C., & Martínez, S. (1994). Reclutamiento y variabilidad ambiental en la pesquería de sardina Monterrey (*Sardinops sagax*) del Golfo de California, México. Investigación Pesquera, 38, 23–36.
- Eslava, N. (2007). Alimentación y Reproducción de Peces (2nd ed.). Universidad de Oriente. Cumaná: Editorial Universitaria.
- Eslava, N., González, L. W., & Suarez-Villasmíl, L. (2009). Análisis de ruta en la pesquería de sardina (*Sardinella aurita*) del oriente de Venezuela. Boletín del Centro de Investigaciones Biológicas, 43, 3, 355-365. <https://produccioncientificaluz.org/index.php/boletin/article/view/163>
- Etchevers, S. (1974). Variaciones morfométricas-merísticas, biología y tamaño del stock de sardina en el nororiente de Venezuela. Boletín Científico y Técnico, Serie de Recursos Marinos, 1, 3, 70-82.
- Figuera, F. (1967). Contribución a los conocimientos de la fecundidad en la *Sardinella* sp. del Golfo de Cariaco. (Tesis de Licenciatura, Universidad de Oriente Núcleo de Sucre, Venezuela).
- Fréon, P., El Khattabi, M., Mendoza, J. & Guzmán, R. (1997). Unexpected reproductive strategy of *Sardinella aurita* of the coast of Venezuela. Marine Biology, 128, 363-372. <https://doi.org/10.1007/s002270050102>
- Fréon, P. (1988). Réponses et adaptations des stocks de clupéidés d'Afrique de l'ouest á la variabilité du milieu et de l'exploitation: Analyse et réflexion á partir de l'exemple du Sénégal. (Tesis Doctoral, Université d'Aix-Marseille II). <https://bit.ly/3toeGgT>
- Gaertner, D., & Laloé, F. (1986). Etude biométrique de la taille á première maturité sexuelle de *Geryon maritae* Manning et Holthuis, 1981 du Sénégal. Oceanologica Acta, 9, 479-487. <https://bit.ly/3PYNuyW>
- Gayanilo Jr., F. C., Sparre, P., & Pauly, D. (1996). FAOICLARM stock assessment tools (FiSAT). User's manual. FAO Computerized Information Series (Fisheries No. 8). Rome: United Nations Organization for Food and Agriculture. 126 pp. <https://bit.ly/3zoimTI>

- Gassman, J., Eslava, N., & González, L. W. (2008). Reproducción de la sardina, *Sardinella aurita* (Cupleiformes: Clupeidae) del sureste de la Isla de Margarita, Venezuela. *Revista de Biología Tropical*, 56, 4, 1813-1824. <https://doi.org/10.15517/rbt.v56i4.5761>
- Gassman, J., Eslava, N., González, L. W., & Aguado, N. (2012). Indicadores reproductivos de la sardina *Sardinella aurita* (Clupeiformes: Clupeidae) del sureste de la Isla de Margarita, Venezuela. *Boletín del Centro de Investigaciones Biológicas*, 46, 2, 121-136. <https://bit.ly/3H5ILIT>
- González, L. W., & Eslava, N. (2000). Crecimiento y mortalidad natural de la sardina, *Sardinella aurita* (Teleostei: Clupeidae) del Estado Nueva Esparta, Venezuela. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 35,1, 83-91. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/8067559.pdf>
- González, L. W., Euán, J., Eslava, N., & Suniaga, J. (2007a). La pesca de sardina, *Sardinella aurita* (Teleostei: Clupeidae) asociada a la variabilidad ambiental del ecosistema de surgencia costera de Nueva Esparta, Venezuela. *Revista de Biología Tropical*, 55, 1, 279-286. <https://doi.org/10.15517/rbt.v55i1.6080>
- González, L. W., Eslava, N., & Gómez, E. (2007b). Parámetros poblacionales de la sardina (*Sardinella aurita*) del sureste de la Isla de Margarita, Venezuela. *Boletín del Centro de Investigaciones Biológicas*, 41, 4, 457-470. <https://produccioncientificaluz.org/index.php/boletin/article/view/99>
- González, L. W., Eslava, N., Troccoli, L., & Guevara, F. (2016). Análisis de la pesquería artesanal de sardina (*Sardinella aurita*) en Venezuela. *Tecnociencia Chihuahua*, 10, 2, 81-89. <https://vocero.uach.mx/index.php/tecnociencia/article/view/575/548>
- González, L. W., Núñez, E., Eslava, N., & Guevara, F. (2020). Estimación del índice de abundancia relativa de la sardina (*Sardinella aurita*) del estado Nueva Esparta, Venezuela. *Boletín del Instituto del Mar del Perú*, 35, 1, 127-133. <https://revistas.imarpe.gob.pe/index.php/boletin/article/view/296>
- Gulland, J. (1971). *The fish resources of the oceans*. Surrey, England: Fishing News Books Ltd.
- Guzmán, R., Gómez, G., & Penott M. (1998). Aspectos biológicos y pesquería de la sardina (*Sardinella aurita*) en Golfo de Cariaco, Venezuela. *Zootecnia Tropical*, 16, 149-162. <https://biblat.unam.mx/es/revista/zootecnia-tropical/13>
- Guzmán, R., & Gómez, G. (2000). Crecimiento, mortalidad y patrón de reclutamiento de *Sardinella aurita* en el nororiente de Venezuela. *Zootecnia Tropical*, 18, 2,129-144. <https://biblat.unam.mx/es/revista/zootecnia-tropical/11>
- Guzmán, R., Arocha, F., & Gómez, G. (2001). Tipo de desove de la sardina (*Sardinella aurita* Valenciennes, 1847) en el nororiente de Venezuela: Resultados preliminares. *Zootecnia Tropical*, 19, 173-183. <https://bit.ly/3mjYB8a>
- Grall, C. (1984). A study of the biology of the Spanish sardine *Sardinella aurita*, in Florida waters. (Master`s Thesis, University of Miami). <https://bit.ly/3GV7Wg9>
- Holden, M., & Raitt, D. (1975). *Manual de Ciencia Pesquera. Parte 2. Métodos para investigar los recursos y su aplicación* (Documento Técnico de Pesca No.115. Rev. 1). Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. 211 pp. <https://www.fao.org/3/F0752S/F0752S00.htm>
- Hoydal, K., Rorvik, C., & Sparre, P. (1982). Estimation of effective mesh sizes and their utilization in assessment. *Dana*, 2, 69-95. <https://bit.ly/3GZnNKL>
- 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 Núcleo de Nueva Esparta, Venezuela).
- Mendoza, J. (1990). La pesquería de sardina en el nororiente venezolano: evaluación y perspectiva de desarrollo (pp 99 – 126) In *Resultados de Talleres sobre la pesca en Venezuela*. MAC, Dirección General Sectorial de Pesca y Acuicultura. Caracas.



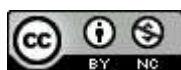
- Mendoza, J. (1996). Interacciones tróficas, dinámica poblacional y socio economía de la explotación de la sardina (*Sardinella aurita*) en el oriente de Venezuela. (Trabajo de Ascenso, Universidad de Oriente Núcleo de Sucre, Venezuela).
- Mendoza, J., Fréon, P., & Guzmán, R. (1994). VPA estimates of fishing mortality and exploited biomass from *Sardinella aurita* catch at length data in eastern Venezuela. *Naga*, 17, 4, 32-36. <https://hdl.handle.net/20.500.12348/2854>
- Mendoza, J., Fréon, P., & Guzmán, R. (2003). Estimaciones de crecimiento, mortalidad y biomasa explotada de la sardina (*Sardinella aurita*) en el oriente venezolano por medio de frecuencias de longitudes (pp 473-492) In P. Fréon, & J. Mendoza (Eds.), *La sardina (Sardinella aurita), su medio ambiente y explotación en el oriente de Venezuela*. Institut de Recherche pour le Développement. París: Collection Colloques et séminaires. <https://www.documentation.ird.fr/hor/fdi:010031246>
- Munro, J., & Pauly, D. (1983). A simple method for comparing the growth of fishes and invertebrates. *Fishbyte*, 1, 1, 5-6. <https://ideas.repec.org/a/wfi/wfbyte/38125.html>
- 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 Review*, 1, 1-35. [https://pdf.usaid.gov/pdf\\_docs/pnaan987.pdf](https://pdf.usaid.gov/pdf_docs/pnaan987.pdf)
- Pauly, D. (1980). On the interrelationships between natural mortality, growth parameters and mean environmental temperature in 175 fish stocks. *International Council for the Exploration of the Sea*, 39, 2, 175-192. <https://doi.org/10.1093/icesjms/39.2.175>
- Pauly D. (1983). Length-converted catch-curves. A powerful tool for fisheries research in the tropics (Part I). *Fishbyte*, 1, 2, 9-13. <https://ideas.repec.org/a/wfi/wfbyte/38112.html>
- Pauly, D., & David, N. (1981). ELEFAN I, a BASIC program for the objective extraction of growth parameters from length-frequency data. *Meeresforschung*, 28, 4, 205-211. <https://bit.ly/3xd16ht>
- Pauly, D. & Munro, L. (1984). Once more on growth comparison in fish and vertebrates. *Fishbyte*, 2, 1-21. <https://ideas.repec.org/a/wfi/wfbyte/38103.html>
- Powell, D. (1979). Estimation of mortality and growth parameters for the length frequency of a catch. *Rapport procès-V Réunion Réunion Conseil International pour L'Exploitation de la Mer*, 175, 167-169. <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=XE8021572>
- Patterson, K. (1992). Fisheries for small pelagic species: an empirical approach to management targets. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 2, 321-338. <https://doi.org/10.1007/BF00043521>
- Ramírez de O., T. (2002). Edad y crecimiento de larvas silvestres de *Sardinella aurita* Valenciennes, 1847 del nororiente de Venezuela, mediante el análisis de sus otolitos. (Trabajo de Ascenso, Universidad de Oriente Núcleo de Sucre, Venezuela). <https://doi.org/10.7773/cm.v32i3.1123>
- Ramírez, I., & Huq, M. (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*, 25, 3-20.
- Reyes, D. (1981). Aspectos reproductivos de *Sardinella aurita* (Pisces: Clupeidae). (Tesis de Licenciatura, Universidad de Oriente Núcleo de Sucre, Venezuela).
- Ricker, W. (1975). Computation and interpretation of biological statistic of fish population. (Department of Environmental Fisheries and Marine Service.) *Bulletin of Fisheries Research Board of Canada*, 191, 1-382. <https://waves-vagues.dfo-mpo.gc.ca/Library/1485.pdf>
- Sánchez, O., & Medina, A. (2008). Análisis de la pesquería de boquinete, *Lachnolaimus maximus*, en la Isla de Holbox, Quintana Roo, México. *Proceedings Gulf and Caribbean Fisheries Institute*, 60, 287-296. <http://hdl.handle.net/1834/31270>



- Sparre, P., & Venema, S. (1997). Introducción a la evaluación de recursos pesqueros tropicales (Documento Técnico de Pesca No. 306, Parte 1 Rev. 2). Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. 420 pp. <https://www.fao.org/3/w5449s/W5449S.pdf>
- Steel, R., & Torrie, J. (1985). Bioestadística: Principios y procedimientos. 2da Edición. Mc. Graw-Hill, Latinoamericana S.A. Bogotá, Colombia. <https://bit.ly/3NW97OC>
- Tagliafico, A., González, L. W., & Eslava, N. (2008). Estimación de los parámetros de crecimiento y reproducción de la sardina (*Sardinella aurita*), del sureste de la isla de Margarita, Venezuela. Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras, 37, 2, 45-54. <http://hdl.handle.net/1834/3483>
- Taylor, C. (1958). Cod growth and temperature. Journal du Conseil International pour l'Exploration de la Mer, 23, 366-370. <https://doi.org/10.1093/icesjms/23.3.366>
- Taylor G, Muller-Karger, F., Thunell, R., Scranton, M., Astor, Y., Varela, R., Troccoli-Ghinaglia, L., Lorenzoni, L., Fanning, K., Hameed, S., & Doherty, O. (2012). Ecosystem responses in the southern Caribbean Sea to global climate change. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 109, 19315–19320. <https://doi.org/10.1073/pnas.1207514109>
- Ursin, E. (1984). The tropical, temperate and the Arctic Seas as media for fish production. Dana, 3, 43-60. <https://bit.ly/3tfKLYj>
- Walpole, R. E., Myers, R. H. Myers, S. L., & Ye, K. (2012). Probabilidad y estadística para ingeniería y ciencias. (9th ed.). México: Pearson Educación de México, S.A. de C.V. <https://bit.ly/3xr8bMT>
- Wetherall, J. (1986). A new method for estimating growth and mortality parameters from length-frequency data. Fishbyte, 4, 12-14. [http://pubs.iclarm.net/Naga/na\\_2924.pdf](http://pubs.iclarm.net/Naga/na_2924.pdf)
- von Bertalanffy, L. (1938). A quantitative theory of organic growth. Human Biology, 10, 2, 181-213. <https://bit.ly/3PZiXkJ>
- Zar, J. H. (2010). Biostatistical analysis (5th ed.). New Jersey, United States of America: Prentice Hall.

2020 TECNOCENCIA CHIHUAHUA.

Esta obra está bajo la Licencia Creative Commons Atribución No Comercial 4.0 Internacional.



<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>