

EDAD, CRECIMIENTO Y MADUREZ SEXUAL DE LA HOJITA, *CHLOROSCOMBRUS ORQUETA* JORDAN & GILBERT, 1883, DESEMBARCADAS EN LAS COSTAS DE MANTA, ECUADOR

AGE, GROWTH AND SEXUAL MATURITY OF THE PACIFIC BUMPER *CHLOROSCOMBRUS ORQUETA* JORDAN & GILBERT, 1883, LANDED ON THE COASTS OF MANTA, ECUADOR

Steven Cantos-Mero¹, Geovanny Soledispa-Bravo^{1,*}

¹ Facultad de Ciencias de la Vida y Tecnologías, Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Ecuador

* Autor correspondencia: geovanny.sb2001@gmail.com

Resumen

Los peces pelágicos pequeños como *Chlorocombrus orqueta* son de gran importancia socioeconómica para el país debido a que su valor comercial se ve reflejado en diversas formas de aprovechamiento, pero la falta de información biológica genera preocupación sobre el estado poblacional de esta especie. Por ello, el objetivo del presente trabajo fue evaluar la edad, crecimiento y madurez sexual de *C. orqueta* desembarcadas en las costas de Manabí-Ecuador. Se muestreó un total de 258 ejemplares desde octubre de 2022 hasta octubre de 2023. Los datos revelan que, para ambos sexos, la relación talla-peso exhibe un crecimiento isométrico ($b = 2.90$). La edad de los especímenes capturados osciló entre 1 y 5 años, con longitudes desde 16.07 y 28.80 cm de LT y pesos entre 36 y 141.80 g, sin diferencias significativas entre sexos. Los parámetros de crecimiento de acuerdo con el modelo de von Bertalanffy fueron de $L_{\infty} = 29.16$ cm LT, $k = 0.47$ y $T_0 = 0.00$. *C. orqueta* es una especie de crecimiento rápido, típica de peces pelágicos pequeños, que podría alcanzar la madurez sexual a una edad temprana. Se sugiere un manejo basado en sexos combinados para su conservación.

Palabras clave: alometría, crecimiento, proporción de sexos, talla.

Abstract

Small pelagic fish such as *Chlorocombrus orqueta* are of great socio-economic importance for the country because its commercial value is reflected in various forms of utilization, but the lack of biological information raises concerns about the population status of this species. Therefore, the objective of this study was to assess the age, growth, and sexual maturity of *C. orqueta* landed on the coasts of Manabí, Ecuador. A total of 258 specimens were sampled from October 2022 to October 2023. The data reveal that for both sexes, the length-weight relationship exhibited isometric growth ($b = 2.90$). The age of captured specimens ranged from 1 to 5 years, with lengths ranging from 16.07 to 28.80 cm TL and weights between 36 and 141.80 g, without significant differences between sexes. A sexual maturity size of 17.28 cm TL was established. Growth parameters according to the von Bertalanffy model were $L_{\infty} = 29.16$ cm TL, $k = 0.47$, and $T_0 = 0.0$. *C. orqueta* is a fast-growing species, typical of small pelagic fish, that could reach sexual maturity at an early age. Combined-sex management is suggested for its conservation.

Key words: allometry, growth, sex ratio, size.

Recibido: 2024-05-25 **Aceptado:** 2024-06-25 **Publicado:** 2024-06-27

1. Introducción

Las costas de Ecuador se caracterizan por ser una zona de transición tropical-subtropical, ideal para la pesca de peces pelágicos pequeños (PPP) (Ormaza et al., 2018). En Ecuador, la pesca de peces pelágicos pequeños se inició en la década de 1960 enfocándose en especies costeras como la pinchagua (*Ophistonema* spp.). Con el tiempo, la flota se actualizó con embarcaciones más modernas, lo que permitió expandir sus zonas de pesca (González, 2009). La técnica empleada para la captura es la red de cerco con jareta (Viviana et al., 2018). Los peces pelágicos pequeños son cruciales para las pesquerías en Ecuador, ya que su captura y venta generan ingresos considerables, aportando significativamente a la economía del país (Anastasio Solís, 2022; González, 2009). Esta actividad se ha convertido en la segunda pesquería industrial más grande del Ecuador (Ramos Vargas, 2022). La captura se enfoca en diversas especies de las familias Scombridae, Clupeidae, Engraulidae, Carangidae y Dussumieriidae (Intriago Romero, 2021).

Dentro de la familia Carangidae, *Chloroscombrus orqueta* Jordan & Gilbert, 1883 se distingue por su cuerpo ovalado y comprimido, con una coloración azul metálica oscura en el dorso y la cabeza, y un vientre blanco plateado (Reza et al., 2018). Los adultos forman cardúmenes en costas marinas y estuarios (Smith-Vaniz, 1995). La composición de su dieta es mayormente detritos (66,5%), gusanos del zoobentos (22,2%), peces (13%) y zooplancton (0,3%) (López-Peralta y Arcila, 2002). Las variaciones del índice gonadosomático (IGS) indican que *C. orqueta* presenta en Manabí, Ecuador dos picos de reproducción, en mayo y septiembre (Plua, 2020). Esta especie se distribuye en zonas demersales y pelágicas del océano Pacífico (Aguilar, 1999). Su hábitat principal se extiende desde la costa occidental de Baja California hasta Ecuador (Jiménez Prado & Beárez, 2004), con una mayor captura en el Golfo de Guayaquil y una menor en la provincia de Manabí. Este recurso es muy valioso comercialmente en Ecuador, especialmente en Manabí, donde es fundamental

en la dieta diaria y genera ingresos para los comerciantes. También se utiliza como alimento directo y en la producción de harina de pescado (Baquerizo Holguín, 2021).

Actualmente, los cambios en las poblaciones de peces pelágicos pequeños debido a la alta captura han alterado su estructura y dinámica poblacional (López et al., 2020). Esto ha generado interés en estudiar aspectos biológicos como la edad, crecimiento y talla de madurez sexual, considerándolos fundamentales para la gestión y conservación de las especies marinas (FAO, 2024; Mendoza-Nieto et al., 2022).

La determinación de la edad y crecimiento de los peces es esencial para comprender su biología y lograr una gestión pesquera efectiva (Sparre & Venema, 1997). Los otolitos son fundamentales al proporcionar datos clave sobre el reclutamiento y dinámica de las poblaciones, permitiendo estimar el crecimiento, mortalidad y distribución de edades (Batts et al., 2019). Esta información, junto con características de la especie, es crucial para una explotación sostenible de los recursos pesqueros y una gestión adecuada, contribuyendo a diferenciar "stocks" (poblaciones) y mejorar la gestión pesquera (Santos et al., 2022).

La información sobre historia de vida *C. orqueta* en Ecuador contribuye a comprender su dinámica poblacional. Este estudio busca abordar los aspectos más relevantes sobre la edad, crecimiento y madurez sexual de la especie, con el propósito de proporcionar información esencial para estrategias de gestión pesquera sostenible.

2. Materiales y Métodos

2.1 Área de estudio

Entre octubre de 2022 y octubre de 2023, se llevó a cabo el muestreo de 255 ejemplares de *Chloroscombrus orqueta* desembarcados en la caleta pesquera de Playita Mía, Manta (0°57'43.6" S y 80°42'45.7" O), ubicada en la provincia de Manabí (Figura 1).

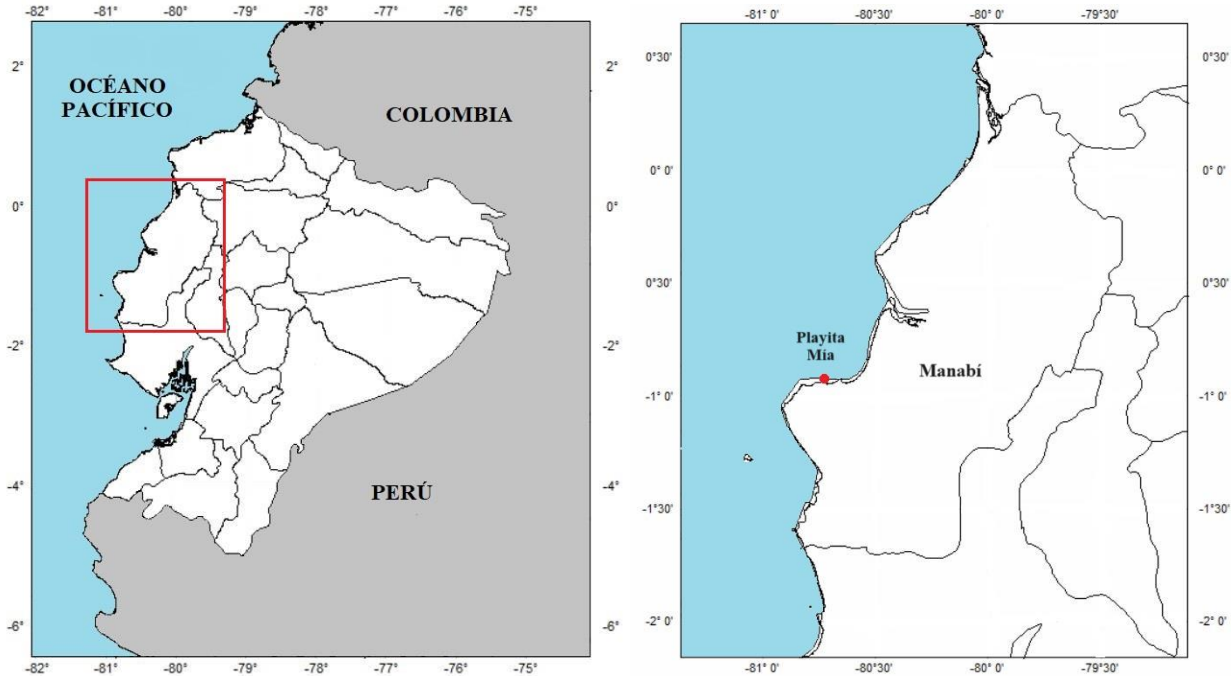


Figura 1. Ubicación de la zona de muestreo.

2.2 Fase de Laboratorio

Los ejemplares fueron transportados en contenedores isotérmicos al laboratorio de Biología de la Facultad de Ciencias de la Vida y Tecnologías en la ULEAM. Allí se recopilaban datos biológicos, como la longitud total (LT), medida con un ictiómetro digital FLUKE 4190 con precisión de 1 mm, así como el peso total (PT) y el peso eviscerado (PE), registrados con una balanza digital CAS con precisión de 0.01 g. La determinación del sexo se realizó mediante la observación directa de las gónadas según Holden y Raitt (1975). Los otolitos sagitales se extrajeron mediante un corte longitudinal en la cápsula ótica. Se limpiaron para eliminar cualquier residuo de materia orgánica adherida a su superficie, para luego ser almacenados y etiquetados en tubos Eppendorf de 1,5 ml.

2.3 Análisis de datos

Se llevó a cabo el análisis de la estructura de tallas mediante la creación de histogramas de frecuencia, previa verificación de los supuestos

de normalidad a través de la prueba Kolmogorov-Smirnov. Además, se utilizó la prueba de t-Student para evaluar posibles diferencias significativas entre tallas por sexos. La diferencia en la proporción sexos con la esperada (1H:1M) se corroboró mediante una prueba de chi cuadrado.

Para conocer el tipo de crecimiento, se analizó la relación entre la talla y el peso mediante ecuación de alometría (Froese, 2006; Ricker, 1975).

$$Pt = a * Lt^b \quad (1)$$

Donde Pt es el peso total del pez (g), Lt representa la longitud total (cm); mientras que, a y b son constantes de la regresión. Los valores de a y b se obtuvieron mediante la adaptación de la ecuación linealizada mediante transformación logarítmica de la longitud y peso totales, utilizado el método de mínimos cuadrados (Munro & Pauly, 1983).

$$\text{Log}_{10}(P) = \text{Log}_{10}(a) + \text{Log}_{10}(b) \quad (2)$$

Para determinar la existencia de diferencias significativas del exponente b y el valor de 3, se utilizó la prueba de t-Student (Zar, 2013).

Los estadios gonadales fueron empleados como una variable binaria de madurez (0 para inmaduro, 1 para maduro) con el fin de estimar la talla de madurez sexual (L50). Los valores se adaptaron a modelo logístico (King, 2007).

$$P_i = \frac{1}{1 + e^{-r(TLi-L50)}} \quad (3)$$

donde, P_i corresponde a la proporción de individuos maduros en cada intervalo de talla (TLi), $L50$ indica la talla donde el 50% de los individuos alcanzan la madurez sexual, r representa la pendiente de la curva que describe la tasa de cambio.

Se siguió la metodología propuesta por (Beamish & Fournier, 1981; Campana et al., 1995) para evaluar la precisión en las lecturas de los anillos de crecimiento entre dos lectores, utilizando la fórmula del error promedio porcentual (APE).

$$APE = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N \left[\frac{1}{R} \sum_{i=1}^R \frac{(|X_{ij} - X_j|)}{X_j} \right] * 100 \quad (4)$$

Donde X_{ij} se refiere a la i -ésima lectura para el individuo, X_j es el promedio del número de pares de bandas de crecimiento del pez, R el número de lectores y N el número total de lecturas.

Además, se utilizó la fórmula del coeficiente de variación (CV) para evaluar la precisión de las lecturas (Chang, 1982)

$$CV = \left[\frac{1}{n} \times \left(\frac{\sqrt{\sum_{i=1}^R \frac{(x_{ij} - x_j)^2}{R_j}}}{x_j} \right) \right] \times 100\% \quad (5)$$

Donde CV_j representa la precisión de la estimación de la edad para el individuo, x_{ij} es la

i -ésima edad, x_j es la edad promedio del individuo y R es el número de lectores.

Para determinar los parámetros de crecimiento se utilizó estadística frecuentista a partir de los datos de talla por edad mediante el modelo de von Bertalanffy (1938):

$$L_t = L_{\infty} (1 - e^{-k(t-t_0)}) \quad (6)$$

donde, L_t representa la longitud en un tiempo determinado, L_{∞} es la longitud infinita, k es el parámetro de curvatura, t corresponde a la edad y t_0 indica la edad teórica en la longitud cero.

Las evaluaciones estadísticas se llevaron a cabo con un nivel de confianza del 95% utilizando los paquetes de Statgraphics y R.

3. Resultados

Se registro un total de 258 individuos de *C. orqueta*, de los cuales 134 correspondían a hembras y 121 a machos y a 3 de ellos no se les pudo identificar el sexo. La proporción sexual observada de 1.10H:1M no fue significativamente diferente a la esperada 1:1 ($\chi^2 = 0.66$; $p > 0.05$).

La longitud total de las hembras presentó un intervalo de 17.01 – 28.8 cm con promedio \pm d.s de 21.24 ± 2.13 . Entre los machos se encontró un intervalo de tallas de 16.07 a 25.80 cm, con promedio de 20.64 ± 2.28 (Figura 2). Para sexos combinados, el intervalo de tallas fue 10.5 – 28.8 y el promedio 20.47 ± 2.04 . Se encontró diferencia estadísticamente significativa en las tallas entre sexos ($t = 2.250$; $p < 0.05$) (Figura 3).

De manera similar, el peso de los individuos fue significativamente diferente entre sexos ($t = 2.35$; $p < 0.05$). Se registraron organismos hembras con intervalo de peso de 38 – 141.80 g y promedio 86.52 ± 23.2 g. y machos con un intervalo de peso total de 36 – 138.10 g con promedio de 79.11 ± 26.32 g.

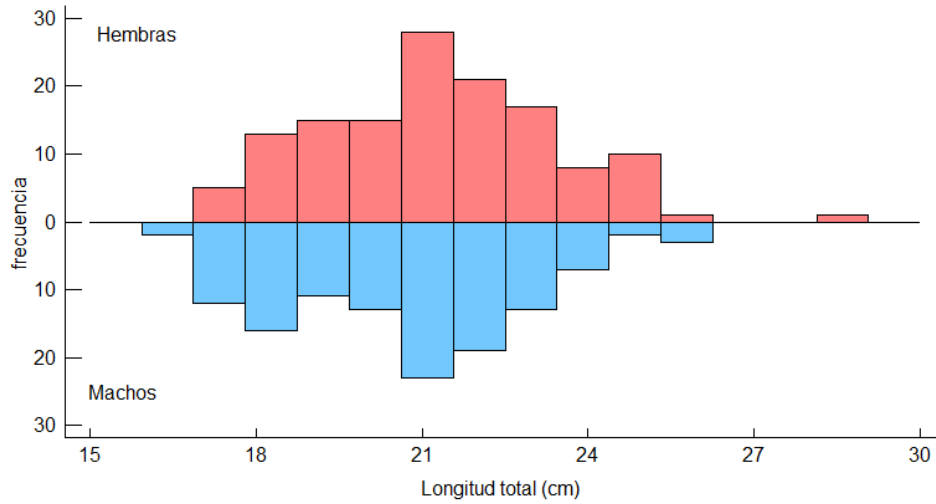


Figura 2. Distribución de tallas para hembras y machos de *C. orqueta* desembarcados en Manta, Ecuador.

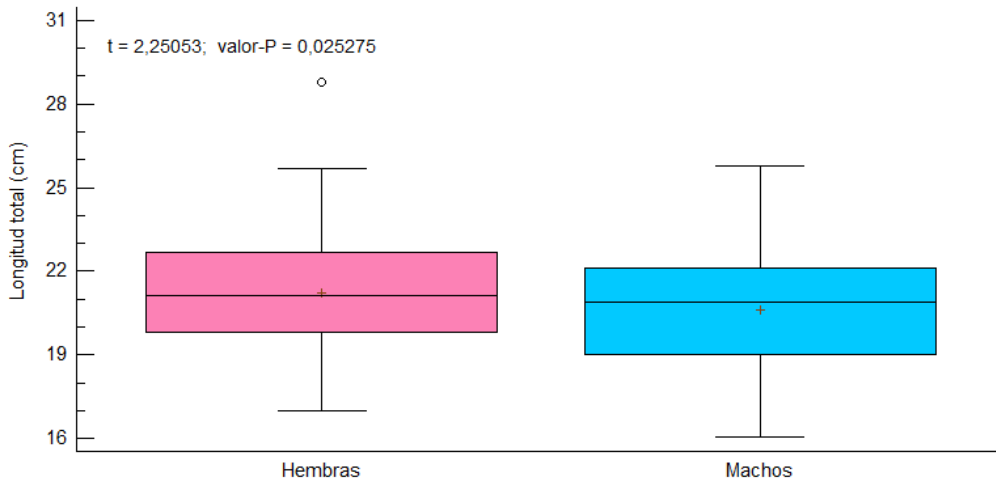


Figura 3. Tallas promedio de hembras y machos de *C. orqueta* desembarcados en Manta, Ecuador.

En el análisis de la relación talla peso de los ejemplares de *C. orqueta* exhibieron un crecimiento isométrico, presentando valores de $b = 2.90$, sin ser significativamente diferente a 3

($t = 1.60$; $p > 0.05$) y un coeficiente de determinación de $r^2 = 0.92$, por lo que la especie crece en igual proporción en talla como en peso (Figura 4).

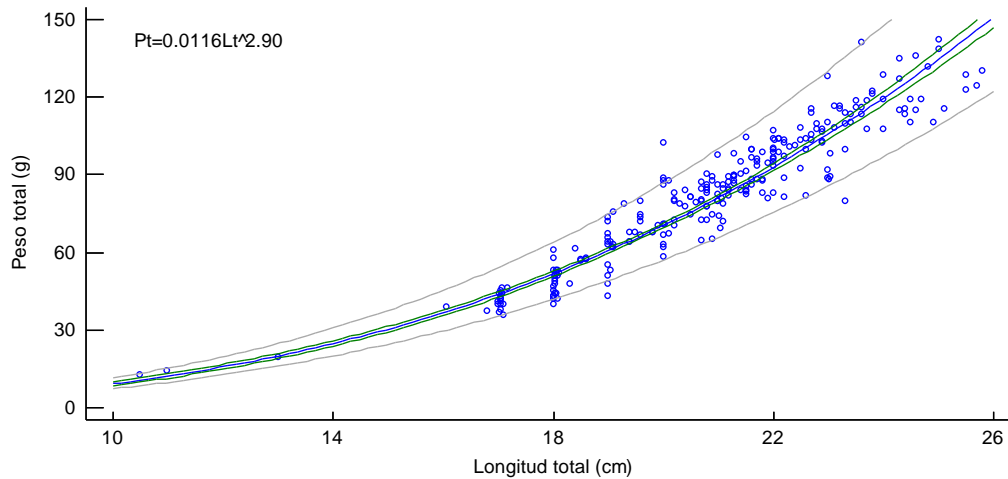


Figura 4. Relación potencial de talla-peso de *C. orqueta* para sexos combinados.

De los 258 individuos solo se consideró para la estimación de los parámetros de crecimiento 174 otolitos legibles, mismos que presentaron mediciones mínimas y máximas de 3.15 – 5.99 mm (promedio 4.60 ± 0.50) en diámetro. Además, se observó una correlación significativa entre el diámetro del otolito y la longitud total de *C. orqueta* ($r = 0.62$; $p < 0.05$), lo que corrobora que los otolitos son estructuras adecuadas para la lectura de anillos de crecimiento y la estimación de la edad en la especie. (Figura 5). Se lograron identificar hasta 5 grupos de edades. Los grupos de edades

estimados fueron 1+ (1.75%), 2+ (11.11%), 3+ (57.31%), 4+ (28.07%) y 5+ (1.75%). Los valores obtenidos del APE y CV de las lecturas fueron 4.7 y 2.4, respectivamente, lo que demuestra consistencia en las mismas.

Los parámetros de crecimiento obtenidos mediante la ecuación de von Bertalanffy para sexos combinados presentaron las siguientes estimaciones: Longitud asintótica $L_{\infty} = 29.16$ cm LT, constante de crecimiento $k = 0.43$ años⁻¹, y una edad teórica $t_0 = 0.00$ años (Figura 6).

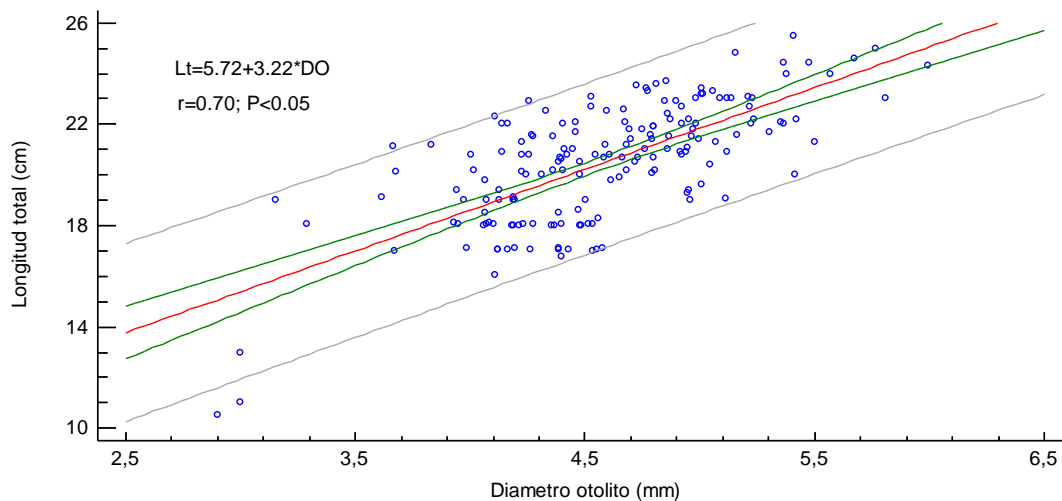


Figura 5. Relación lineal del radio del otolito y la longitud total de *C. orqueta* para sexos combinados.

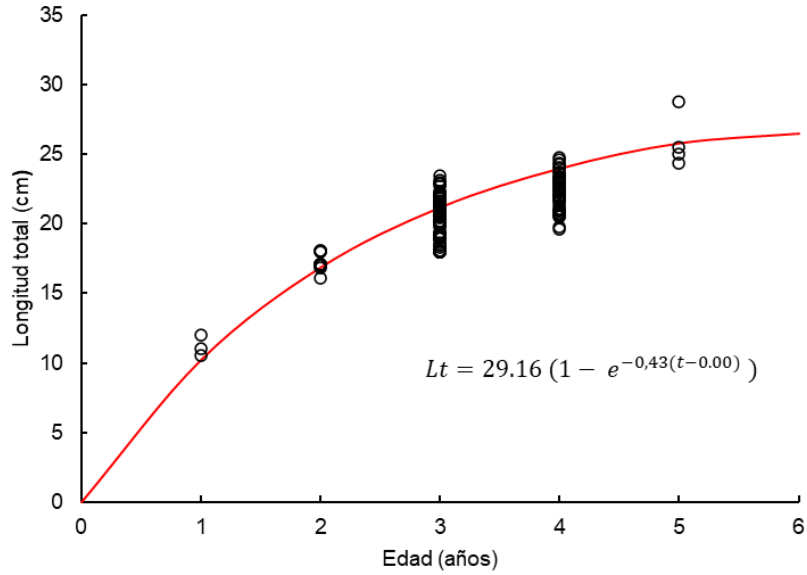


Figura 6: Curva de crecimiento de von Bertalanffy para sexos combinados de *C. orqueta*.

Mediante aplicación del modelo de King, los análisis indicaron que la talla de madurez sexual (L50) se alcanzó a los 17.27 cm de longitud total (LT) para sexos combinados de *C. orqueta*. Esto implica que el 50% de la población muestreada alcanzó la madurez sexual a partir de esta longitud que es menor a la talla media de captura

20.47cm de LT observada en el lugar de muestreo. Este hallazgo es fundamental para la gestión y conservación de la especie, ya que proporciona un parámetro crítico para el desarrollo de estrategias de manejo sostenible (Figura 7).

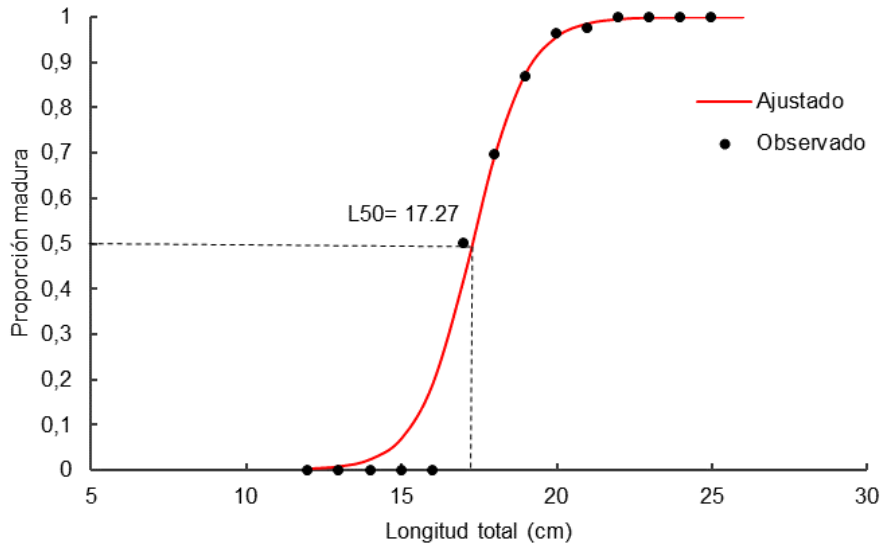


Figura 7: Curva de madurez sexual para sexos combinados de *C. orqueta*.

4. Discusión

La proporción sexual de *C. orqueta* fue diferente a lo reportado por Plua (2020) entre Crucita y Playita Mía, Ecuador con 1,3H:1M ($p < 0,05$), pero similar a la estimada por Tirado-Ibarra et al. (2018), quienes en el sureste del Pacífico mexicano obtuvieron una predominancia de hembras. A diferencia de esto, para la misma especie, Tapia-García (1997) en el golfo de Tehuantepec, México, informo una proporción de 65% machos y 32% de hembras, la cual fue significativamente distinta a las antes mencionadas. Dichas variaciones en este valor posiblemente estén atribuidas al número de muestra (Vicentini & Araújo, 2003). En este estudio, se registró un tamaño de muestra mucho menor a lo reportado por Tapia-García (1997) con un $n=2124$, por lo que quizás la proporción haya sido sobrestimada debido al bajo número de ejemplares evaluados.

En lo que respecta a tallas observadas en el presente trabajo, estas fueron similares a las reportadas por la campaña de investigación del Instituto Público de Investigación De Acuicultura y Pesca (IPIAP, 2021) en aguas ecuatorianas, a diferencia del estudio de Tapia-García (1997) quien reporta un intervalo menor, pero sin reportar diferencias significativas en las tallas de machos y hembras. Por su parte, Martínez-Magaña et al. (2021) en el Golfo de Tehuantepec de México, también reportaron intervalos de talla menores, al igual que Velasco Reyes, (2020). La razón del porque las tallas difirieron entre estudios, suele estar relacionado con la selectividad del arte de pesca utilizado, el tamaño de la muestra y la escasez del recurso en ciertas zonas (Bravo et al., 2009).

En lo referente al tipo de crecimiento de *C. orqueta*, los resultados de este estudio demuestran que esta especie tiene un crecimiento isométrico ($b = 3$) es decir, el pez exhibe un aumento en la misma proporción de su talla con respecto al peso en el transcurso del tiempo. Este análisis fue similar a lo obtenido por Tumbaco Pino (2022) en el Pacífico ecuatoriano, pero diferente a lo

reportado por Flores-Ortega et al. (2017) y Martínez-Magaña et al. (2021) en el Golfo de California y Tehuantepec, México, respectivamente, quienes encontraron un crecimiento alométrico negativo ($b < 3$).

Mazumder et al. (2016) mencionan que las diferencias en el crecimiento pueden depender de las variaciones en los factores ambientales de un hábitat o de la variación en el peso de los individuos durante ciertas temporadas. También puede ser el resultante de la forma corporal según la familia (Jacobina et al., 2013; Karachle & Stergiou, 2012).

Los resultados de precisión y sesgo obtenidos en este estudio para *C. orqueta* (4,7 y 2,4, respectivamente) fueron menores a lo referenciado por Campana (2001), quien recomienda un APE y CV igual o inferior a 5.5% y 7.6%, respectivamente. Estas variaciones en las lecturas del presente estudio posiblemente estén influenciadas por la naturaleza del otolito, experiencia de los lectores, diferencias metodológicas en laboratorio, procesos de envejecimiento y otros factores, cuyos errores suelen ser comunes entre los estudios de edad y crecimiento para peces óseos (Isermann et al., 2003; Oele et al., 2015).

En el presente estudio existe buena relación entre la longitud total y longitud del otolito para *C. orqueta* similar a lo reportado por Bravo-Delgado et al., (2023) y Muñoz Quimí, (2012) en el Pacífico ecuatoriano. Esto resalta la relevancia de los otolitos sagitta como estructuras fiables para interpretar edades a través de los anillos de crecimiento.

No existen estudios de parámetros de crecimiento de *C. orqueta* registrados en el Ecuador. Sin embargo, en especies del mismo género e intervalo de talla similar, se puede destacar que en el presente estudio fueron mayores a los obtenidos por Queiroz et al., (2018) en el océano Atlántico para *Chloroscombrus chrysurus* y a lo reportados por Costa et al. (2005) en el sureste de Brasil. Este

valor alto de K es característico de especies pelágicas pequeños de crecimiento rápido. Estas variaciones en los parámetros de crecimiento suelen estar relacionados a múltiples factores propias de cada zona, diferencias genéticas entre poblaciones, clima, latitud o alimentación (Guerrieri et al., 2015; Tarkan & Vilizzi, 2015). Además, la limitación en el tamaño de los individuos puede afectar las estimaciones, ya que los modelos de crecimiento son muy sensibles a la falta de datos mínimos y máximos, que son cruciales para definir los límites de la curva de crecimiento (Smart & Grammer, 2021).

La talla de madurez sexual obtenida fue menor a la reportada por Plua (2020) para *C. orqueta* con 19.3 y 19.02 cm para hembras y machos respectivamente desembarcadas en Manabí Ecuador y Tumbaco Pino (2022) para *C. orqueta* con 19.75 cm en aguas del Pacífico ecuatoriano, pero mayor a lo reportado por Tapia-García (1997) con 12.5cm en el Golfo de Tehuantepec, México, y similar a lo que reportaron Queiroz et al., (2018) para *C. chrysurus*, con 17.27 en el Atlántico (Tabla 1).

Tabla 1. Parámetros de historia de vida estimados para sexos combinados en diferentes zonas.

Autor	Especie	Parámetros de crecimiento y madurez					Región
		L_{∞} (cm LT)	k (años ⁻¹)	t ₀ (años)	Modelo	L ₅₀	
Queiroz et al. (2018)	<i>C. chrysurus</i>	25.49	0.32	0.058	VB	15.5	Océano Atlántico
Costa et al. (2005)	<i>C. chrysurus</i>	31.6	0.38	-	VB	-	Océano Atlántico
Tumbaco Pino (2022)	<i>C. orqueta</i>	-	-	-	-	19.75	Pacífico ecuatoriano
de Jesus Tirado-Ibarra et al. (2018)	<i>C. orqueta</i>	-	-	-	-	18.5	Norte del Pacífico
Tapia-García (1997)	<i>C. orqueta</i>	-	-	-	-	12.5	Norte del Pacífico
Plua (2020)	<i>C. orqueta</i>	-	-	-	-	19,3 - 19,02 machos y hembras	Pacífico ecuatoriano
Presente estudio	<i>C. orqueta</i>	29.16	0.43	0.001	VB	17.27	Pacífico ecuatoriano

Estas variaciones en la talla de madurez sexual suelen estar relacionadas a las condiciones ambientales y la presión pesquera, lo que influiría en el crecimiento de las poblaciones de peces

(Albo-Puigserver et al., 2021), así como los modelos utilizados para la estimación de los parámetros en diferentes estudios (Mendoza-Nieto et al., 2023).

5. Conclusiones

Los resultados de este estudio revelan una proporción equilibrada de sexos en *C. orqueta*, sin diferencias significativas en longitud total entre sexos. Se identifica un crecimiento isométrico en la relación talla-peso y se estiman hasta cinco grupos de edades mediante el análisis de otolitos. Los parámetros de la ecuación de von Bertalanffy muestran una longitud asintótica teórica de 29.16 cm y una Tasa de crecimiento $k = 0.43$, indicando un crecimiento rápido, característico de peces pelágicos pequeños. Además, se destaca que la talla de madurez sexual (L50) es menor que la talla media de captura. Estos hallazgos proporcionan una base sólida para el desarrollo de estrategias de manejo pesquero sostenible, resaltando la importancia de considerar la dinámica poblacional en la gestión de recursos pesqueros.

6. Referencias

- Aguilar, F. (1999). La pesquería de peces pelágicos pequeños en el Ecuador entre 1981 y 1998. *Bol. Cient. Tec. Inst. Nac. de Pesca*, XVII (14).
- Albo-Puigserver, M., Pennino, M. G., Bellido, J. M., Colmenero, A. I., Giráldez, A., Hidalgo, M., Gabriel Ramírez, J., Steenbeek, J., Torres, P., Cousido-Rocha, M., & Coll, M. (2021). Changes in life history traits of small pelagic fish in the western Mediterranean sea. *Frontiers in Marine Science*, 8. 570354. <https://doi.org/10.3389/fmars.2021.570354>
- Anastasio Solís, J. G. (2022). Plan de negocios para la presentación de servicios de fortalecimiento de prácticas pesqueras sostenibles en la proveeduría de peces pelágicos pequeños para la producción de ingredientes marinos en Ecuador [Tesis de pregrado, Escuela Superior Politécnica del Litoral, Guayaquil. Ecuador]. <http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/55826>
- Baquerizo Holguín, W. A. (2021). Análisis de la captura de los peces: Corbata *Trichiurus lepturus*, hojita *Chloroscombrus orqueta* y carita Selene peruviana, en Ecuador 2012–2019. [Tesis de pregrado, Universidad Estatal Península de Santa Elena, Ecuador.]. <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/6629>
- Batts, L., Minto, C., Gerritsen, H., & Brophy, D. (2019). Estimating growth parameters and growth variability from length frequency data using hierarchical mixture models. *ICES Journal of Marine Science*, 76(7), 2150-2163. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsz103>
- Beamish, R. J., & Fournier, D. A. (1981). A Method for Comparing the Precision of a Set of Age Determinations. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 38(8), 982-983. <https://doi.org/10.1139/f81-132>
- Bravo, E., Eslava, N., & González, L. (2009). Crecimiento y mortalidad natural del pez *Haemulon aurolineatum* (Teleostei: Haemulidae) del suroeste de la isla de Margarita, Venezuela. *Revista de Biología Tropical*, 57(3), 699-706.
- Bravo-Delgado, L. A., Cañarte-Pin, J. D., & Zambrano-Santana, L. J. (2023). Análisis morfométrico de otolitos en pelágicos pequeños de la familia carangidae capturados en el Pacífico Ecuatoriano. *Revista de Ciencias del Mar y Acuicultura YAKU*, 6(11), 13-23 <https://doi.org/10.56124/yaku.v6i11.536>
- Campana, S. E. (2001). Accuracy, precision and quality control in age determination, including a review of the use and abuse of age validation methods. *Journal of Fish Biology*, 59(2), 197-242. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.2001.tb00127.x>
- Campana, S. E., Annand, M. C., & McMillan, J. I. (1995). Graphical and Statistical Methods for Determining the Consistency of Age Determinations. *Transactions of the American Fisheries Society*, 124(1), 131-138. [https://doi.org/10.1577/1548-8659\(1995\)124<0131:GASMFD>2.3.CO;2](https://doi.org/10.1577/1548-8659(1995)124<0131:GASMFD>2.3.CO;2)
- Chang, W. Y. (1982). A Statistical Method for Evaluating the Reproducibility of Age Determination. *Canadian Journal of Fisheries*

- and Aquatic Sciences, 39(8), 1208-1210.
<https://doi.org/10.1139/f82-158>
- Costa, M. R. da, Albieri, R. J., & Araújo, F. G. (2005). Size distribution of the jack *Chloroscombrus chrysurus* (Linnaeus) (Actinopterygii, Carangidae) in a tropical bay at Southeastern Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 22, 580-586.
<https://doi.org/10.1590/S0101-81752005000300009>
- de Jesus Tirado-Ibarra, J., Loya-Rodriguez, M., Morales-Arevalo, J. C., Muñoz-Garcia, I. R., Martinez-Perez, F., Ramirez-Perez, J. S., & Jimenez-Gutierrez, L. R. (2018). Reproduction and community structure of fish from winter catch sites from industrial shrimp bycatch from the northeast and southeast Mexican Pacific. *PeerJ*, 6, e4460.
- FAO. 2024. Versión resumida de El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2024. La transformación azul en acción. Roma.
<https://doi.org/10.4060/cd0690es>
- Flores-Ortega, J. R., Granados-Amores, J., Zavala-Leal, I., Nieto-Navarro, J. T., & Palacios-Salgado, D. S. (2017). Length-weight relationships of 20 fish species from Bahía de Matanchen, in the southeast Gulf of California, Mexico. *Journal of Applied Ichthyology*, 33(1), 152-154.
<https://doi.org/10.1111/jai.13227>
- Froese, R. (2006). Cube law, condition factor and weight-length relationships: History, meta-analysis and recommendations. *Journal of Applied Ichthyology*, 22(4), 241-253.
<https://doi.org/10.1111/j.1439-0426.2006.00805.x>
- González, N. (2009). La pesquería de peces pelágicos pequeños en Ecuador durante 2009. *Boletín Científico y Técnico, Instituto Nacional de Pesca*, 20(4), 1-17.
- Guerrieri, A., Eslava, N., González, L. W., & Guevara, F. (2015). Parámetros de crecimiento y mortalidad de *Orthopristis ruber* (Perciformes: Haemulidae) en el archipiélago Los Frailes, Venezuela. *Revista de Biología Tropical*, 63(1), 189-198.
- Holden, M. F. y Raitt, D. F. S. (Eds.). (1974). *Manual de ciencia pesquera- Parte 2 - Métodos para Investigar los Recursos y su Aplicación*. Documento Técnico de Pesca. No.115. FAO, Roma.
- Intriago Romero, D. A. (2021). Análisis de desembarque de 4 especies de peces pelágicos pequeños capturados por flota cerquera – sardinera, periodo 2010 – 2019. [Tesis de pregrado, Universidad Estatal Península de Santa Elena, Ecuador].
<https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/6632>
- IPIAP. (2021). Crucero de prospección hidroacústica y pesca comprobatoria con barcos pesqueros comerciales (IPIAP 2021-01-01 PV; p. 124). Informe técnico. Instituto Público de Investigación de Acuicultura y Pesca, Guayaquil, Ecuador.
https://www.institutopesca.gob.ec/wp-content/uploads/2022/01/31_Informe-Interaccion-Bioceanografica-Pesquera-LibroV2.pdf
- Isermann, D. A., Meerbeek, J. R., Scholten, G. D., & Willis, D. W. (2003). Evaluation of three different structures used for walleye age estimation with emphasis on removal and processing times. *North American Journal of Fisheries Management*, 23(2), 625-631.
[https://doi.org/10.1577/1548-8675\(2003\)023<0625:EOTDSU>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1577/1548-8675(2003)023<0625:EOTDSU>2.0.CO;2)
- Jacobina, U. P., Vicari, M. R., Martinez, P. A., de Bello Cioffi, M., Bertollo, L. A. C., & Molina, W. F. (2013). Atlantic moonfishes: Independent pathways of karyotypic and morphological differentiation. *Helgoland Marine Research*, 67(3), 499-506.
<https://doi.org/10.1007/s10152-012-0338-8>
- Jiménez Prado, P., & Beárez, P. (2004). Peces marinos del Ecuador continental II. Quito/SIMBIIOE/2004.
- Karachle, P. K., & Stergiou, K. I. (2012). Morphometrics and allometry in fishes. In Wahl, C. (Ed.), *Morphometrics*, (pp. 65-86). London: IntechOpen.
- King, M. (2007). Fisheries Management. En *Fisheries Biology, Assessment and*

- Management (pp. 273-315). John Wiley & Sons, Ltd.
<https://doi.org/10.1002/9781118688038.ch6>
- López-Peralta, R.H. and C.A.T. Arcila, 2002. Diet composition of fish species from the southern continental shelf of Colombia. *Naga, WorldFish Center Q.* 25(3&4):23-29. https://digitalarchive.worldfishcenter.org/bitstream/handle/20.500.12348/2293/NAGA_25n03n4_features_e.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- López, L. H. B., Vera, R. J. C., & Galarza, B. I. S. (2020). Factores amenazantes del desarrollo sostenible de peces pelágicos en Ecuador desde una óptica gerencial. *Dominio de las Ciencias*, 6(1), 583-600.
- Martínez-Magaña, V., Huidobro-Campos, L., Vallarta-Zárate, J. R., Vásquez-Ortiz, M., Lizárraga-Rodríguez, A. A., Alatorre-Alba, A. J., Altamirano-López, L., Pérez-Flores, E. V., Hernández-Cruz, D., & Rojas-González, R. I. (2021). Prospección de recursos pesqueros en el Pacífico sur mexicano: Golfo de Tehuantepec (Informe Técnico 11; Campaña Océano Pacífico 2021, B/I Dr. Jorge Carranza Fraser, p. 110). Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura, Dirección General de Investigación Pesquera en el Atlántico.
- Mazumder, S. K., Das, S. K., Bakar, Y., & Ghaffar, M. Abd. (2016). Effects of temperature and diet on length-weight relationship and condition factor of the juvenile Malabar blood snapper (*Lutjanus malabaricus* Bloch & Schneider, 1801). *Journal of Zhejiang University. Science. B*, 17(8), 580-590.
<https://doi.org/10.1631/jzus.B1500251>
- Mendoza-Nieto, K., C-Soriguer Escofet, M., Carrera-Fernández, M., Mendoza-Nieto, K., C-Soriguer Escofet, M., & Carrera-Fernández, M. (2023). Reproductive cycle and sexual maturity size of landed *Selene peruviana* (Perciformes: Carangidae) on the coasts of the Ecuadorian Pacific. *Ciencias Marinas*, 49.
<https://doi.org/10.7773/cm.y2023.3363>
- Mendoza-Nieto, K., Soriguer-Escofet, M. C., Carrera-Fernández, M., Alió, J. J., Figueroa-Chávez, F., Mendoza-Nieto, K., Soriguer-Escofet, M. C., Carrera-Fernández, M., Alió, J. J., & Figueroa-Chávez, F. (2022). Reproductive dynamics of *Peprilus medius* captured in the Ecuadorian Pacific. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 50(5), 660-668.
<https://doi.org/10.3856/vol50-issue5-fulltext-2928>
- Munro, J. L., & Pauly, D. (1983). A simple method for comparing the growth of fishes and invertebrates. *Fishbyte*, 1(1), 5-6.
- Muñoz Quimí, H. J. (2012). Características de los otolitos sagitales de peces pelágicos pequeños de interés comercial en las costas de Santa Elena, Pacífico ecuatoriano, julio 2011—enero 2012 [Tesis de pregrado, Universidad Estatal Península de Santa Elena, Ecuador]. <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/853>
- Oele, D. L., Lawson, Z. J., & McIntyre, P. B. (2015). Precision and Bias in Aging Northern Pike: Comparisons among Four Calcified Structures. *North American Journal of Fisheries Management*, 35(6), 1177-1184.
<https://doi.org/10.1080/02755947.2015.1099579>
- Ormaza, F., Anastacio, J., & Velasco, M. (2018). Análisis de Causa Raíz para la pesquería de Peces Pelágicos Pequeños en Ecuador. Informe de Consultoría. Proyecto Cadenas Mundiales Sostenibles. Ministerio de Acuicultura y Pesca/Sustainable Fisheries Partnership/PNUD/GEF.
<https://info.undp.org/docs/pdc/Documents/ECU/An%C3%A1lisis%20causa%20ra%C3%ADz%20pesquer%C3%ADa%20PPP.pdf>
- Plua Santana, J.V. (2020). Evaluación de la dinámica reproductiva de la hojita, *Chloroscombrus orqueta* Jordan y Gilbert, 1883 (Pisces: Carangidae) desembarcada en Manabí, Ecuador: periodo abril-noviembre 2019. Tesis de pregrado, Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Ecuador.
- Queiroz, J. D. G. R. D., Salvador, N. L. A., Sousa, M. F., Silva, V. E. L. D., Fabrè, N. N., & Batista, V. S. (2018). Life-history traits of *Chloroscombrus chrysurus* (Actinopterygii:

- Perciformes: Carangidae) in tropical waters of the Atlantic Ocean. *Acta Ichthyologica et Piscatoria*, 48, 1-8. <https://doi.org/10.3750/AIEP/02315>
- Ramos Vargas, M. B. (2022). Variabilidad de pelágicos pequeños de interés comercial de la costa ecuatoriana durante el periodo 2016 – 2020. [Tesis de pregrado, Universidad Estatal Península de Santa Elena, Ecuador]. <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/8100>
- Reza, M., Ocampo, L., & Campos-Dávila, L. (2018). Association of three Carangidae juvenile fishes with cannonball jellyfish *Stomolophus meleagris* in Bahía de La Paz, Gulf of California. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 53(3), Article 3. <https://doi.org/10.22370/rbmo.2018.53.3.1362>
- Ricker, W. E. (1975). Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. *Fish. Res. Board Can. Bull.*, 191, 1-382.
- Santos, R., Peixoto, U. I., Medeiros-Leal, W., Nova-Pabon, A., & Pinho, M. (2022). Growth parameters and mortality rates estimated for seven data-deficient fishes from the Azores based on length-frequency data. *Life*, 12(6), 778. <https://doi.org/10.3390/life12060778>
- Smart, J. J., & Grammer, G. L. (2021). Modernising fish and shark growth curves with Bayesian length-at-age models. *PLOS ONE*, 16(2), e0246734. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0246734>
- Smith-Vaniz, W.F. (1995). Carangidae. Jureles, pámpanos, cojinúas, zapateros, cocineros, casabes, macarelas, chicharros, jorobados, medregales, pez pilota. p. 940-986. In W. Fischer, F. Krupp, W. Schneider, C. Sommer, K.E. Carpenter and V. Niem (eds.) *Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca. Pacífico Centro-Oriental. Vol. 2.* FAO, Roma.
- Sparre, P., & Venema, S. C. (1997). *Introducción a la evaluación de recursos pesqueros tropicales - Parte 1: Manual.* FAO, Roma. https://www.fao.org/documents/card/es?detail_s=88c572ae-835d-5f1a-ac64-
- Tapia-García, M. (1997). Diversidad, dinámica y patrones reproductivos de la comunidad de peces demersales del golfo de Tehuantepec (proyecto B094; Informe final SNIB-CONABIO, p. 117). Universidad Autónoma Metropolitana. Unidad Iztapalapa, México.
- Tarkan, A. S., & Vilizzi, L. (2015). Patterns, latitudinal clines and countergradient variation in the growth of roach *Rutilus rutilus* (Cyprinidae) in its Eurasian area of distribution. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 25(4), 587-602. <https://doi.org/10.1007/s11160-015-9398-6>
- Tumbaco Pino, C. P. (2022). Talla media de madurez sexual de peces acompañantes de la pesquería de pelágicos pequeños: *Fistularia corneta* trompeta, *Selene peruviana* carita, *Chloroscombrus orqueta* hojita durante el período de enero de 2019 – diciembre 2021 [Tesis de pregrado, Universidad Estatal Península de Santa Elena, Ecuador]. <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/8849>
- Velasco Reyes, L. E. (2020). Ecomorfología trófica de especies de la familia Carangidae en la laguna Barra de Navidad [tesis de Maestría, Universidad de Guadalajara, México]. <https://riudg.udg.mx/handle/20.500.12104/83564>
- Vicentini, R. N., & Araújo, F. G. (2003). Sex ratio and size structure of *Micropogonias furnieri* (Desmarest, 1823) (Perciformes, Sciaenidae) in Sepetiba Bay, Rio de Janeiro, Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 63, 559-566. <https://doi.org/10.1590/S1519-69842003000400003>
- Viviana, J., Guillermo, G., Gabriela, P., & Karina, S. (2018). Interacción de la pesquería de red de cerco de peces pelágicos pequeños con el hábitat. Informe técnico, Instituto Nacional de Pesca, Guayaquil, Ecuador. <https://www.institutopesca.gob.ec/wp-content/uploads/2018/01/Interacci%C3%B3n-de-la-pesquer%C3%ADa-de-red-de-cerco-de-peces-pel%C3%A1gicos-peque%C3%B1os-con-el-h%C3%A1bitat.pdf>

- von Bertalanffy, L. (1938). A quantitative theory of organic growth (inquiries on growth laws. II). *Human Biology*, 10(2), 181-213.
- Zar, J. H. (2013). *Biostatistical Analysis*, Pearson New International Edition, 5th edition. Northern Illinois University.