



Facultad de Ciencias de la Vida y Tecnología

CARRERA DE BIOLOGÍA

Trabajo de titulación

Modalidad Artículo Académico

Tema:

Edad y crecimiento del pez *Centropomus robalito* (Pices: Centropomidae), (Jordan & Gilbert en 1882) en el Pacífico ecuatoriano

Autores:

Pacheco Jimenez Keyla Mabell

Zevallos Alcívar Karla Yuliana

Tutor:

Blgo. Jesús Briones-Mendoza PhD

Período:

2024(2)

Declaración de Autoría

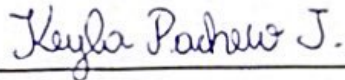
Nosotros, **Pacheco Jiménez Keyla Mabell y Zevallos Alcívar Karla Yuliana** declaramos que hemos contribuido a la realización del trabajo de titulación bajo la modalidad de Artículo Académico previo a la obtención del título de Bióloga, con tema:

Edad y crecimiento del *Centropomus Robalito* (Jordan & Gilbert, 1882) en el Pacífico Ecuatoriano, abril a diciembre 2024.

Hemos revisado la versión final del manuscrito y aprobamos su presentación para su publicación. También garantizamos que este trabajo es original, no ha sido publicado previamente y no está bajo consideración para su publicación en otro lugar.

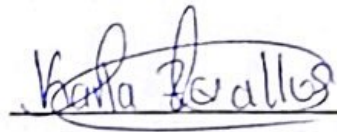
Además, declaramos que no tenemos conflictos de interés en relación con este trabajo.

Firmas:



Pacheco Jiménez Keyla Mabell

CI 1316251386




Zevallos Alcívar Karla Yuliana

CI 1351298201

Manta, Manabí, Ecuador

Jueves, 06 de febrero del 2025

 Uleam <small>UNIVERSIDAD LAICA "ELOY ALFARO" DE MANABÍ</small>	NOMBRE DEL DOCUMENTO: CERTIFICADO DE TUTOR(A).	CÓDIGO: PAT-04-F-004
	PROCEDIMIENTO: TITULACIÓN DE ESTUDIANTES DE GRADO BAJO LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR	REVISIÓN: 1
		Página 1 de 1

CERTIFICACIÓN

En calidad de docente tutor de la Facultad Ciencias de la Vida y Tecnología de la Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí, CERTIFICO:

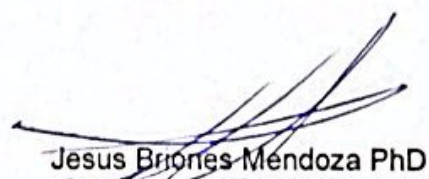
Haber dirigido, revisado y aprobado el Trabajo de investigación/artículo académico, bajo la autoría del estudiante **Pacheco Jiménez Keyla Mabell**, legalmente matriculado en la carrera de biología, período académico 2024-2025, cumpliendo el total de 384 horas, bajo la opción de titulación de artículo académico, cuyo tema del proyecto es "Edad y crecimiento del pez *Centropomus Robalito* (Pices Centropomidae) (Jordan & Gilbert en 1882) en el Pacífico ecuatoriano".


La presente investigación ha sido desarrollada en apego al cumplimiento de los requisitos académicos exigidos por el Reglamento de Régimen Académico y en concordancia con los lineamientos internos de la opción de titulación en mención, reuniendo y cumpliendo con los méritos académicos, científicos y formales, y la originalidad del mismo, requisitos suficientes para ser sometida a la evaluación del tribunal de titulación que designe la autoridad competente.

Particular que certifico para los fines consiguientes, salvo disposición de Ley en contrario.

Manta, 18 de diciembre de 2024.

Lo certifico,


Jesus Briones-Mendoza PhD
Docente Tutor
Área: Ciencias pesqueras

 Uleam <small>UNIVERSIDAD LAICA "ELOY ALFARO" DE MANABÍ</small>	NOMBRE DEL DOCUMENTO: CERTIFICADO DE TUTOR(A).	CÓDIGO: PAT-04-F-004
	PROCEDIMIENTO: TITULACIÓN DE ESTUDIANTES DE GRADO BAJO LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR	REVISIÓN: 1 Página 1 de 1

CERTIFICACIÓN

En calidad de docente tutor de la Facultad Ciencias de la Vida y Tecnología de la Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí, CERTIFICO:

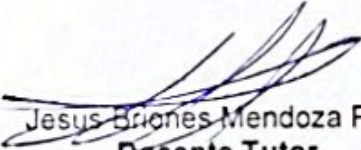
Haber dirigido, revisado y aprobado el Trabajo de investigación/artículo académico, bajo la autoría del estudiante **Zevallos Alcivar Karla Yuliana**, legalmente matriculado en la carrera de biología, período académico 2024-2025, cumpliendo el total de 384 horas, bajo la opción de titulación de artículo académico, cuyo tema del proyecto es "Edad y crecimiento del pez *Centropomus Robalito* (Pices Centropomidae) (Jordan & Gilbert en 1882) en el Pacífico ecuatoriano".

La presente investigación ha sido desarrollada en apego al cumplimiento de los requisitos académicos exigidos por el Reglamento de Régimen Académico y en concordancia con los lineamientos internos de la opción de titulación en mención, reuniendo y cumpliendo con los méritos académicos, científicos y formales, y la originalidad del mismo, requisitos suficientes para ser sometida a la evaluación del tribunal de titulación que designe la autoridad competente.

Particular que certifico para los fines consiguientes, salvo disposición de Ley en contrario.

Manta, 18 de diciembre de 2024.

Lo certifico,


Jesus Briones Mendoza PhD
Docente Tutor
Área: Ciencias pesqueras



FACULTAD CIENCIAS DE LA VIDA Y TECNOLOGÍAS

CARRERA BIOLOGÍA

Modalidad de Artículo Académico

Edad y crecimiento del *Centropomus Robalito* (Jordan & Gilbert, 1882) en el Pacífico Ecuatoriano.

AUTORES:

Pacheco Jiménez Keyla Mabell & Zevallos Alcivar Karla Yuliana



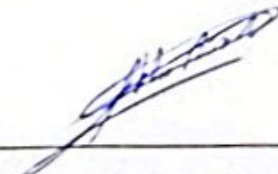
Dra. Dolores Muñoz Verduga, Ph.D.

Presidente del Tribunal de Titulación



Blga. Maribel Carrera Fernandez, Ph.D.

Miembro Tribunal de Titulación



Blgo. Klever Mendoza Nieto, Ph.D.

Miembro Tribunal de Titulación

Manta, Manabí, Ecuador

Jueves, 6 de febrero de 2025

Edad y crecimiento del *Centropomus robalito* (Pices: Centropomidae)

(Jordan & Gilbert, 1882) EN EL PACÍFICO ECUATORIANO

Pacheco-Jimenez Keyla¹; Zevallos-Alcívar Karla¹

¹Carrera de Biología, Facultad de Ciencias de la Vida y Tecnologías, Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, Ciudadela Universitaria vía San Mateo, Manta, Manabí, Ecuador, 130214.

Correo:

pachecokeyla5@gmail.com-
kyza1351298201@gmail.com

Resumen

El presente estudio aborda la determinación de la edad y el crecimiento del robalo (*Centropomus robalito*), evaluando la estimación de parámetros de edad y crecimiento, mediante otolitos. Se obtuvieron 120 individuos, la talla de las hembras osciló los 16.00 - 34.20 cm LT (Mean \pm sd: 25.44 \pm 5.01), los machos los 17.8 - 38.4 cm LT (Mean \pm sd: 28.4 \pm 5.04). El LOOIC indicó que el modelo que mejor se ajustó fue el de VB (LOOICw = 1). Obteniendo las siguientes estimaciones para sexos combinados (L_{∞} = 38.13 \pm 0.01 cm LT, k = 0.29 \pm 0.00 yr⁻¹), hembras (L_{∞} = 40.95 \pm 0.02 cm LT, k = 0.25 \pm 0.00 yr⁻¹) y machos (L_{∞} = 39.00 \pm 0.02 cm LT, k = 0.28 \pm 0.00 yr⁻¹).

Palabras Claves: Robalito, edad y crecimiento, otolitos.

Age and growth of *Centropomus robalito* (Pices Centropomidae) (Jordan & Gilbert, 1882) IN THE ECUADORIAN PACIFIC

Abstract:

The present study addresses the determination of age and growth of snook (*Centropomus robalito*), evaluating the estimation of age and growth parameters through otoliths. A total of 120 individuals were obtained. Female sizes ranged from 16.00 to 34.20 cm TL (Mean \pm SD: 25.44 \pm 5.01), while males ranged from 17.8 to 38.4 cm TL (Mean \pm SD: 28.4 \pm 5.04). The LOOIC indicated that the VB model was the best fit (LOOICw = 1), yielding the following estimates for combined sexes (L_{∞} = 38.13 \pm 0.01 cm TL, k = 0.29 \pm 0.00 yr⁻¹), females (L_{∞} = 40.95 \pm 0.02 cm TL, k = 0.25 \pm 0.00 yr⁻¹), and males (L_{∞} = 39.00 \pm 0.02 cm TL, k = 0.28 \pm 0.00 yr⁻¹).

Keywords: Snook, age and growth, otoliths.

1.INTRODUCCION

El robalo (*Centropomus robalito*) es una especie de pez del género *Centropomus*, familia *Centropomidae*, orden *Perciformes* (Jordan & Gilbert, 1882). Es una especie de alto valor comercial. Su morfología es de cuerpo oblongo, alargado y comprimido; perfil superior del cabeza levemente cóncavo a recto; boca grande y protáctil, mandíbula inferior proyectante (Jordan & Gilbert, 1882). La longitud estándar es de 37,4 centímetros y puede alcanzar un peso máximo de 626 gramos (Jordan & Gilbert, 1882).

Los róbalo están clasificados como depredadores oportunistas que se alimentan principalmente de cangrejos, camarones y peces asociados a los estuarios y a la zona bentónica costera (Bohorquez Herrera, 2009; Camacho-Peña & Velkiss-Gadea, 2005; Dutka-Gianelli, 2014; Feltrin Contente et al., 2009; Fischer et al., 1995; Franco Moreno, 2011). Este pez no tolera aguas de temperaturas bajas por lo que se le considera una especie tropical en algunos sitios se le considera de alto valor deportivo y comercial (Rivas, 1962). Se sabe que la mayor parte del año se les localiza en estuarios o ríos, particularmente si son juveniles (Gilmore et al., 1983).

Los róbalo migran al océano a desovar y, generalmente esto ocurre en áreas cercanas a las bocas de los esteros y lagunas costeras, durante la marea baja para facilitar el movimiento de los juveniles al interior de los estuarios y lagunas costeras (Gilmore et al., 1983).

Mediante la enumeración de las marcas rítmicas de crecimiento en estructuras duras, como escamas, otolitos, vértebras y espinas, es posible analizar el desarrollo de los peces (Morales-Nin, 1992). En los peces óseos, los otolitos son cuerpos policristalinos complejos que funcionan como órganos sensoriales del equilibrio en el oído interno (Carlstrom, 1963; Gauldie et al., 1990). Su composición principal es carbonato de calcio cristalizado en forma de aragonito, junto con una proteína fibrosa denominada otolina, que tiene propiedades similares al colágeno (Degens et al., 1969; Gutiérrez et al., 1986). Estos otolitos son translúcidos y no presentan marcas claras de crecimiento (Morales-Nin, 1987), pero se desarrollan en capas concéntricas con el tiempo, de forma análoga a los anillos de crecimiento de los árboles (Morales-Nin, 1992; Popper et al., 2005). Cada capa generalmente corresponde a un año, lo que permite estimar la edad del pez mediante el conteo de estas capas, de manera similar al análisis de las escamas (Morales-Nin, 1987; Rodríguez Mendoza, 2006).

La estructura del otolito está formada por capas concéntricas, conocidas como conchas, que presentan distintos radios (Morales-Nin, 1984). La apariencia de estas capas varía en función del contenido orgánico, pudiendo ir desde completamente opacas hasta totalmente hialinas o transparentes (Morales-Nin, 1992; Villamor et al., 2020). La primera capa corresponde al núcleo del otolito. Las zonas opacas se generan durante fases de crecimiento rápido, mientras que las zonas hialinas se forman en períodos de crecimiento más lento; a estas capas se les conoce también como anillos (Morales-Nin, 1978, 1992).

En cuanto a la estimación de la edad de esta especie, los otolitos son estructuras localizadas en la cavidad del oído interno de los peces teleósteos (Bravo-Delgado et al., 2023; Morales-Nin, 1987). Se encuentran encapsulados dentro de una membrana semipermeable y rodeados por un líquido llamado endolinfa (Rodríguez Mendoza, 2006). Además de funcionar como órganos de equilibrio, también desempeñan un papel en la audición (Campana, 1999; Campana & Thorrold, 2001).

La presente investigación evaluó los parámetros biológicos de crecimiento del robalo (*Centropomus robalito*) en un ambiente tropical, se analizó que la mayoría de los estudios realizados sobre la edad y crecimiento de esta especie se han realizado en ambientes fríos o templados y condiciones biológicas diferentes, por ende, se basó mediante el análisis de estructuras calcificadas y modelos de crecimiento.

2. MATERIALES Y METODOS

Las muestras fueron recolectadas en la playa Los Perales del cantón San Vicente (Fig. 1) los cuales se analizaron en el laboratorio de la Facultad de Ciencias de la Vida, Carrera de Biología, ubicado en la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí.

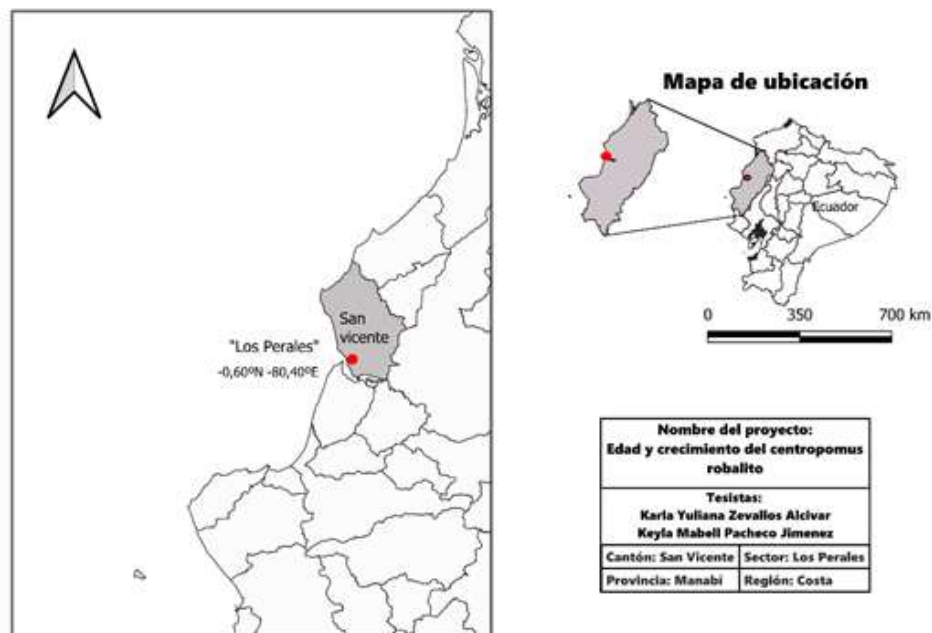


Figura 1. Lugar donde se recolectaron las muestras del pez *Centropomus robalito* (Pices: Centropomidae).

Se analizaron un total de 120 especímenes, procesando 10 ejemplares semanales durante un período de seis meses, recolectados desde abril del 2024 hasta septiembre del 2024, entre las mediciones realizadas se incluyeron: Longitud total (LT) que se da desde la punta de la mandíbula superior hasta el final de la aleta caudal, Longitud caudal (LC) que se extiende desde la mandíbula superior hasta el inicio de la aleta caudal y Longitud horquilla (LH) que se extiende desde la punta de

la mandíbula hasta la última parte cartilaginosa del pez, respecto al peso la medición se la realizó en dos partes, Peso total (PT) utilizando una balanza analítica ADAM con una precisión de 0,1 g.

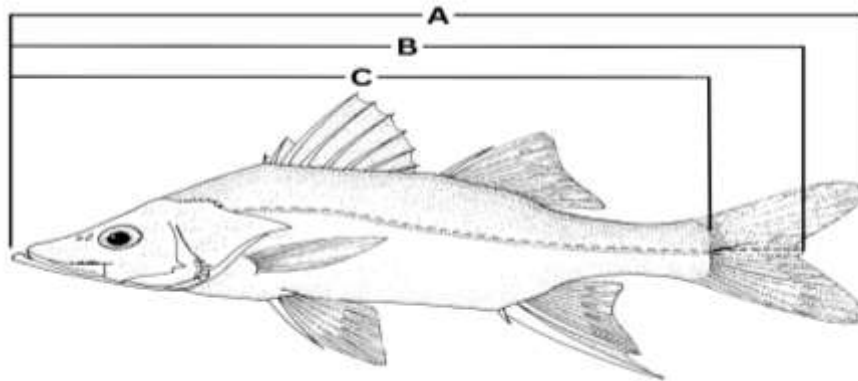


Figura 2. Tipos de medidas aplicadas en el muestreo, A (Longitud total), B (Longitud horquilla), C (Longitud estándar o caudal).

Fuente: Tomado y modificado de Fischer et al. (1995).

Los otolitos (estructuras calcificadas del oído interno) se extrajeron con precisión y siguiendo protocolos estándar. Se emplearon pinzas finas y tijeras de disección esterilizadas para realizar cortes transversales entre la parte posterior de los ojos y la zona anterior del opérculo, permitiendo así el acceso a las cápsulas óticas donde se alojan los pares de otolitos. Una vez identificados los otolitos izquierdo y derecho, se retiraron con cuidado y se separaron para proceder con su etiquetado correspondiente.

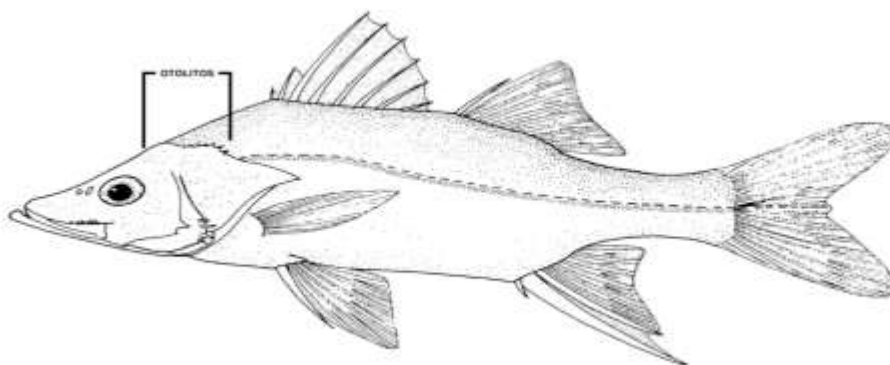


Figura 3. Robalo, la parte donde se extraerá la muestra (otolitos).

Fuente: Tomado y modificado de Fischer et al. (1995).

Al realizar la extracción de otolitos se procedió a lavar con agua destilada para así eliminar cualquier residuo orgánico, asegurando no dañar sus estructuras calcificadas. Luego, se dejaron secar en un ambiente cálido antes de colocarlos en tubos Eppendorf (Weiß et al., 2008), cada par de otolitos fueron medidos incluyendo el largo del otolito los cuales fueron

etiquetados con el número de muestra y fecha correspondiente de cada individuo, al momento de colocar cada par de otolitos en los tubos Eppendorf se incluyó agua destilada para su hidratación.

Para la encapsulación de los otolitos en resina epoxica, como primer paso se eligieron los moldes de silicona de un tamaño adecuado en el cual cada otolito entre correctamente. Una vez posicionados los otolitos en el molde se procedió a mezclar la resina y el endurecedor en proporción 1:1 (Parte A 30G: Parte B 30G), se dejó reposar la mezcla para minimizar las burbujas y proceder a verter cuidadosamente la resina hasta cubrir el otolito. El proceso de endurecimiento duro de 24 a 28 horas para así finalmente desmoldar el bloque de resina.

Una vez obtenidos los bloques de resina, se colocaron en la plataforma de la Isomet, esta es una cortadora de precisión equipada con un disco diamantado (Bagnall et al., 1998). Esta herramienta nos permitió realizar los cortes delgados de 0,04 mm siendo estos homogéneos, preservando las estructuras internas del otolito para su análisis posterior. Durante el proceso, se ajustaron cuidadosamente la velocidad de corte y la presión para evitar fracturas o alteraciones en la muestra.

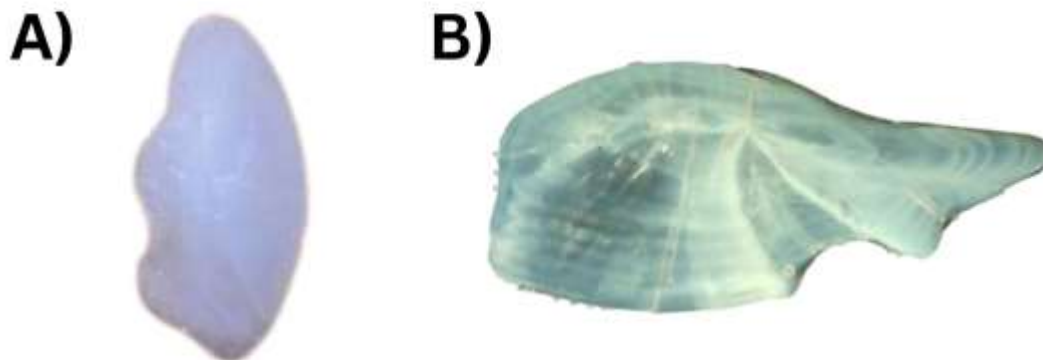


Figura 4. A) Muestra de otolito B) Muestra del corte de 0,04 mm.

Para la lectura los cortes fueron sumergidos en aceite de inmersión, posteriormente fueron colocados en láminas portaobjetos, luego se utilizó un microscopio digital LCD con luz transmitida para contar los anillos (Campana, 2004).

Cada corte fue fotografiado y adjuntado a una carpeta con sus respectivos datos de etiquetado, estos fueron examinados 2 veces, por dos lectores independientes para determinar la edad.

En este estudio, utilizamos el software RStudio para llevar a cabo los análisis estadísticos (Campbell et al., 2019; Wickham & Bryan, 2023). Para verificar que los datos seguían una

distribución normal, empleamos la prueba de Kolmogórov-Smirnov (Kolmogorov, 1962), mientras que para comprobar la homogeneidad de las varianzas aplicamos la prueba de Levene (Schultz, 1985). Las diferencias significativas entre hembras y machos se analizaron con la prueba de Mann-Whitney U, un método no paramétrico ideal para este tipo de comparaciones (Wilcoxon, 1950).

Para estudiar la relación entre la longitud y el peso de los peces, usamos una fórmula conocida como ecuación alométrica potencial (Froese, 2006; Ricker, 1979). Esta ecuación nos permitió relacionar el peso total de un pez con su longitud total en centímetros. Los términos de la fórmula incluyen un coeficiente de crecimiento (b), que indica cómo varía el peso respecto a la longitud, y un intercepto (a), que fija el punto inicial (Gulland, 1983; Ricker, 1975). Si el valor de b es igual a 3, significa que el pez crece de manera proporcional en peso y longitud (crecimiento isométrico). Si es menor o mayor a 3, nos encontramos con patrones de crecimiento alométrico: cuando $b < 3$, la longitud aumenta más que el peso, y cuando $b > 3$, ocurre lo contrario (Pauly, 1984).

Además, aplicamos la prueba de Bowker (1948) para evaluar si había simetría en los datos emparejados. Este análisis fue realizado también con RStudio, aprovechando su capacidad para análisis avanzados y precisos (Campbell et al., 2019; Wickham & Bryan, 2023).

Para evaluar si había consistencia y precisión entre las mediciones de diferentes lectores, utilizamos tres herramientas clave: el Error Porcentual Promedio (APE), el Coeficiente de Variación (CV) y el Porcentaje de Acuerdo (PA). El APE nos permitió medir cuánto se desviaban las observaciones realizadas por los lectores en comparación con los valores esperados (Beamish & Fournier, 1981). Por su parte, el CV evaluó qué tan consistentes eran los datos entre diferentes observadores (Chang, 1982), y el PA calculó la cantidad de observaciones en las que los lectores estuvieron totalmente de acuerdo, ayudándonos a medir el nivel de coincidencia absoluta (Goldman, 2002).

Analizamos la proporción de sexos en la muestra utilizando la prueba de chi-cuadrado (Plackett, 1983). Este análisis estadístico nos permitió comparar el número de machos y hembras observados con lo que se esperaría bajo la suposición de una proporción equilibrada de 1:1, es decir, la misma cantidad de machos y hembras. Los resultados nos ayudaron a identificar si había alguna desviación significativa de este equilibrio, lo que aporta datos clave para entender cómo se organiza y se comporta la población estudiada.

Además, para examinar los patrones de crecimiento de la especie, empleamos el paquete BayesGrowth (Smart, 2020), una herramienta estadística avanzada. Aplicamos tres modelos de crecimiento ampliamente reconocidos: el modelo de Von Bertalanffy, que describe un crecimiento rápido en las primeras etapas y una estabilización posterior (Von Bertalanffy, 1938); el modelo logístico, que considera un crecimiento inicial lento, seguido de una fase rápida y una posterior estabilización (Ricker, 1979); y el modelo de Gompertz, que refleja un crecimiento acelerado al inicio y un declive gradual con el tiempo (Gompertz, 1825). Todos estos modelos fueron implementados utilizando el paquete AquaticLifeHistory (Smart, 2019) en R, lo que nos permitió explorar cómo evoluciona el crecimiento de la especie a lo largo del tiempo y comparar las diferencias entre los parámetros estimados.

Tabla 1. Ecuaciones para evaluar precisión y sesgo

ÍNDICES	ECUACIONES
Error porcentual promedio (APE) (Beamish & Fournier, 1981)	$APE = \frac{1}{R} \sum_{i=1}^R \frac{x_{ij} - X_j}{x_j} \times 100$
Porcentaje de acuerdo entre lectores (PA) (Goldman, 2002)	$PA = \frac{\text{Número de acuerdos}}{\text{Número de otolitos leídos}} \times 100$
Coefficiente de variación (CV) (Chang, 1982)	$CV = \frac{\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^R (X_{ij} - X_j)^2}{R-1}}}{X_j} \times 100$

Se analizó la proporción de sexos en la muestra utilizando la prueba de chi-cuadrado (Plackett, 1983). Este análisis estadístico nos permite comparar el número de machos y hembras observados con lo que se esperaría bajo la suposición de una proporción equilibrada de 1:1, es decir, la misma cantidad de machos y hembras. Los resultados nos ayudaron a identificar si había alguna desviación significativa de equilibrio, lo que aporta datos clave para entender cómo se organiza y se comporta la población estudiada.

Tabla 2. Modelos de crecimiento de Von Bertalanffy (VB), Logístico (Log) y Gompertz (Gom)

ÍNDICES	ECUACIONES
Modelo de Von Bertalanffy (VB) (Von Bertalanffy, 1938)	$L(t) = L_{\infty} [1 - e^{(-k(t-t_0))}]$
Modelo Logístico (Log) (Ricker, 1979)	$L(t) = \frac{L_{\infty} L_0 (\exp(gt))}{L_{\infty} + L_0 (\exp(gt) - 1)}$
Modelo de Gompertz (Gompertz, 1825)	$L_a = L_0 e^{\log\left(\frac{L_{\infty}}{L_0}\right) (1 - e^{-kt})}$

Por otra parte, se examinaron los parámetros de crecimiento de la especie, empleamos el paquete BayesGrowth (Smart, 2020). Aplicamos tres modelos de crecimiento ampliamente reconocidos: el modelo de Von Bertalanffy, que describe un crecimiento rápido en las primeras etapas y una estabilización posterior (Von Bertalanffy, 1938); el modelo logístico, que considera un crecimiento inicial lento, seguido de una fase rápida y una posterior estabilización (Ricker, 1979); y el modelo de Gompertz, que refleja un crecimiento acelerado

al inicio y un declive gradual con el tiempo (Gompertz, 1825). Todos estos modelos fueron implementados utilizando el paquete AquaticLifeHistory (Smart, 2019) en R, lo que nos permitió explorar cómo evoluciona el crecimiento de la especie a lo largo del tiempo y comparar las diferencias entre los parámetros estimados.

3. RESULTADOS

Durante el mes de mayo hasta octubre del 2024, se muestrearon un total de 120 ejemplares de *C. robalito* en el sitio de desembarque Los Perales, San Vicente, Ecuador; de los cuales se registraron 59 individuos hembras (49.2%) y 61 machos (50.8%). La proporción sexual obtenida fue 1.03M:1H, careciendo de diferencias significativas en la proporción esperada 1M:1H (X-squared = 0.03, df = 1, p-value = >0.05). La talla de las hembras osciló los 16.00 - 34.20 cm LT (Mean \pm sd: 25.44 \pm 5.01), mientras que la de los machos los 17.8 - 38.4 cm LT (Mean \pm sd: 28.4 \pm 5.04) (Figura 5). No se evidenció distribución normal en la longitud total (Kolmogorov-Smirnov test: D = 0.12535, p-value = < 0,05), pero sí existió homogeneidad de las varianzas entre sexo (Levene's test: group =1, Df = 118, p value = >0.05). En vista de que no se cumplieron con uno de los dos supuestos estadísticos (Distribución normal), se procedió a utilizar estadística no paramétrica. Las tallas de los ejemplares machos y hembras de *C. robalito* exhibieron diferencias significativas entre sexo (U de Mann-Whitney test: W = 1241.5, p-value = < 0.05) (Figura 6) y en los diferentes meses (Kruskal-Wallis test: chi-squared = 70.135, df = 3, p-value = >0.05) (Figura 7).

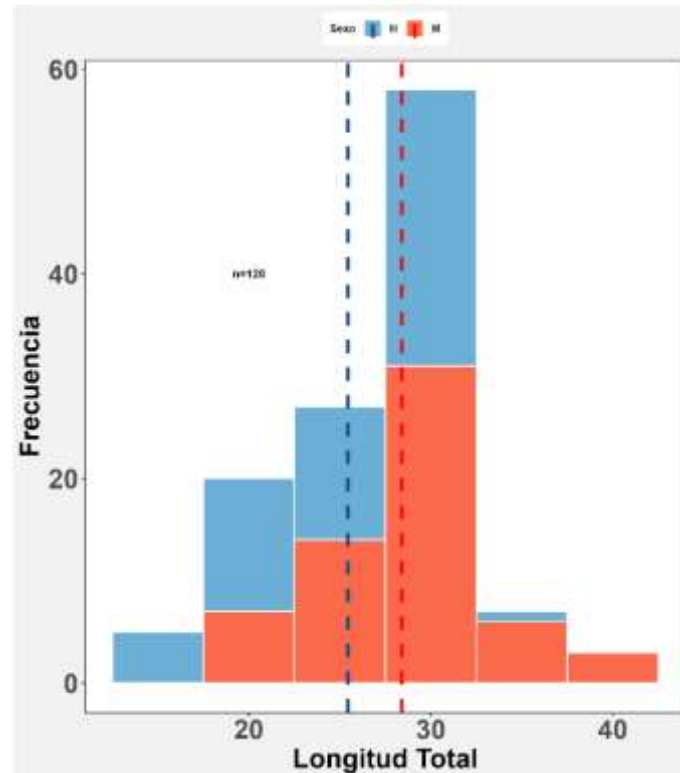


Figura 5. Distribución de tallas de *Centropomus robalito* desembarcado en el sitio Los Perales, San Vicente, Ecuador. Las líneas discontinuas reflejan el

promedio de tallas para cada sexo y las siglas H, M representan a los individuos hembras y machos, respectivamente.

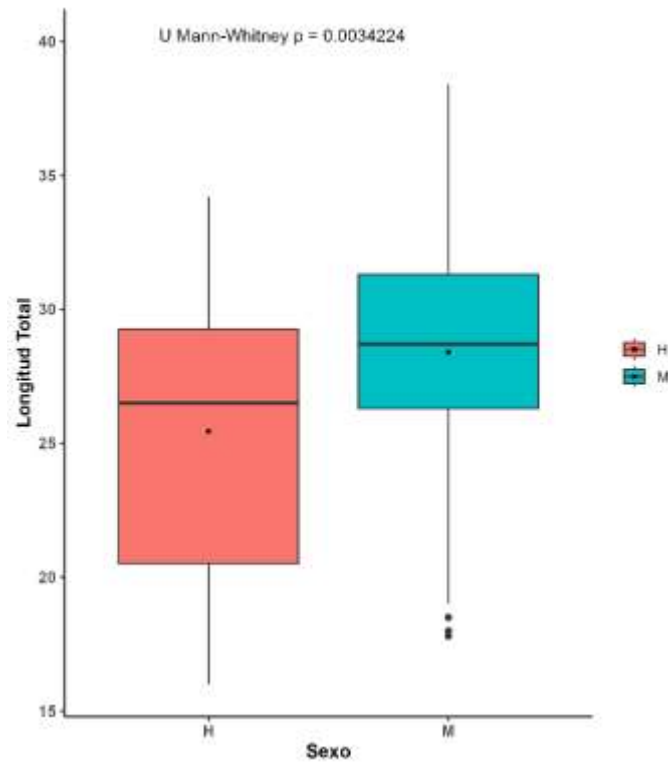


Figura 6. Gráfico de cajas y bigotes de las tallas de *Centropomus robalito* entre sexo. El punto dentro de las cajas refleja la talla promedio obtenida para cada sexo y los puntos extremos representan los valores atípicos observados.

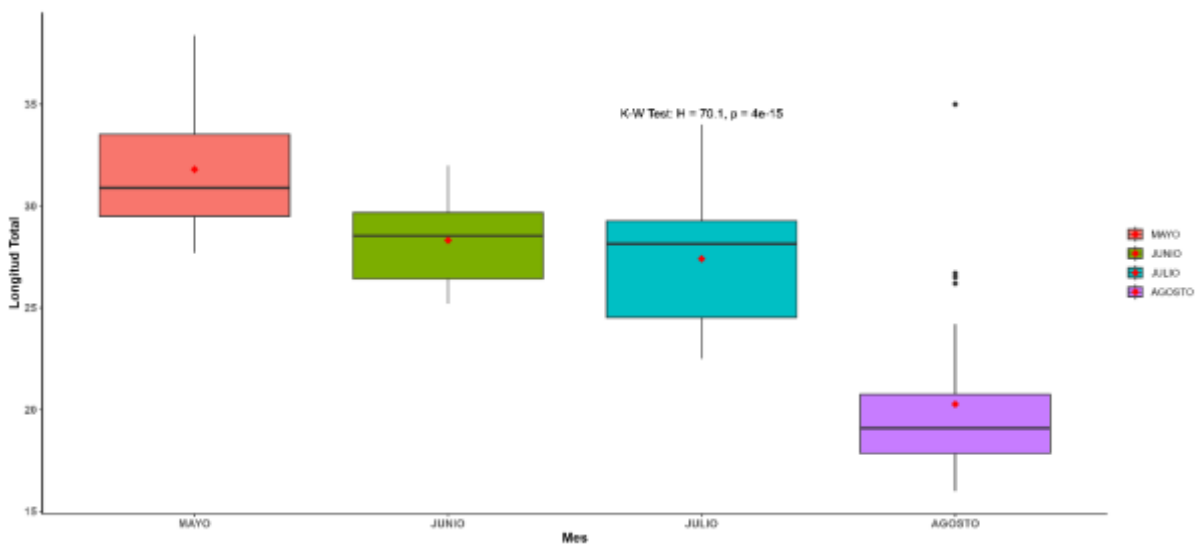


Figura 7. Gráfico de cajas y bigotes de las tallas de *Centropomus robalito* por meses. Los puntos en rojo representan la talla promedio obtenida en cada mes y los puntos negros representan los valores atípicos.

Los machos de de *C. robalito* presentaron un peso de 50.7 - 658.0 g (Mean \pm sd: 258.6 ± 133.27) y las hembras de 36.37 - 416.63 g (Mean \pm sd: 188.22 ± 96.65). La variable peso no presentó una distribución normal (Kolmogorov-Smirnov: $D = 0.098847$, $p\text{-value} = < 0.05$), pero si homogeneidad en las varianzas (Levene's test: $df = 118$, $group = 1$, $p\text{-value} = > 0.05$). Se evidenciaron diferencias representativas en el peso de las hembras y machos analizados (U de Mann-Whitney test: $W = 1277$, $p\text{-value} = < 0.05$). Además, se encontró crecimiento alométrico positivo ($b > 3$) en la longitud total y el peso de las hembras (t test: $T = 2.29128$, $df = 57$, $p\text{ value} = < 0.05$) y los machos (t test: $T = 3.155948$, $df = 59$, $p\text{ value} = < 0.05$) (Figura 8).

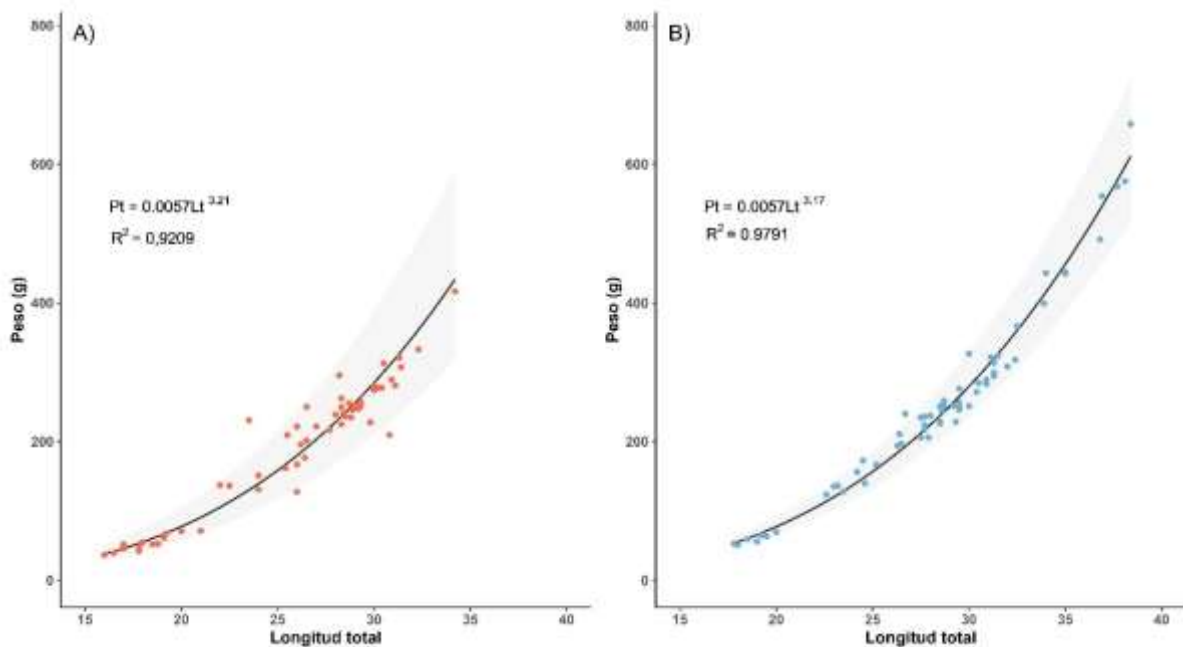


Figura 8. Relación talla-peso de las A) hembras y B) machos de *Centropomus robalito*. En las gráficas se presentan las ecuaciones de regresión potencial y el coeficiente de determinación (R^2) obtenido para cada sexo. Los rangos reflejan los intervalos de confianza del 95% del modelo.

Las edades de las hembras fluctuaron los 1 – 7 años, mientras que los machos presentaron 2 – 14 años. No se presentó distribución normal (Kolmogorov-Smirnov test: $D = 0.15788$, $p\text{-value} = < 0.05$) y homogeneidad en las varianzas (Levene's test: $df = 117$, $group = 1$, $p\text{-value} = < 0.05$). La prueba de U de Mann-Whitney indico que se presentaron diferencias significativas en los grupos de edades estimados para hembras y machos ($W = 1250.5$, $p\text{-value} = < 0.05$). El análisis de precisión y sesgo reveló que las lecturas de *C. robalito* entre el Lector N°1 y Lector N°2 presentaron un $PA = 82.5$, $CV = 2.31$ y $APE = 1.63$. Los conteos realizados en los anillos de crecimiento entre ambos lectores no difirieron significativamente entre sí (Bowker test: $df = 19$, $chi.sq = 21.11$, $p\text{ value} = > 0.05$), ya que se observaron ligeras desviaciones en las concordancias a partir de los grupos de edades de > 5 años (Figura 9).

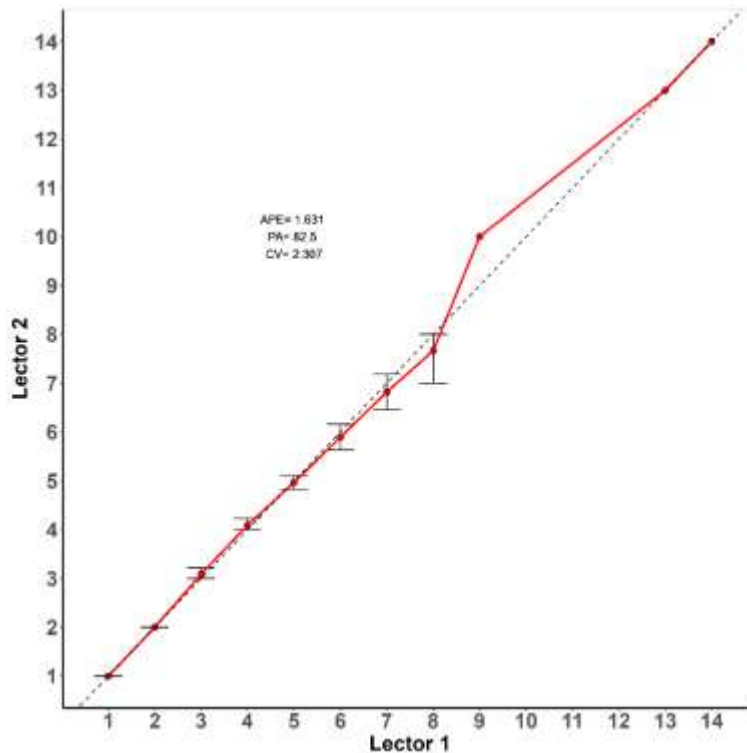


Figura 9. Gráfico de precisión y sesgo de *Centropomus robalito* entre el lector N°1 y 2.

El LOOIC indicó que el modelo que mejor se ajustó a los datos de *C. robalito* fue el de VB (LOOICw = 1) para sexos combinados, hembras y machos, en contraste a los modelos Log (LOOICw = 0) y Gom (LOOICw = 0), los cuales no recibieron ningún apoyo. Los multimodelos bayesianos obtenidos reflejaron las siguientes estimaciones para sexos combinados ($L_{\infty} = 38.13 \pm 0.01$ cm LT, $k = 0.29 \pm 0.00$ yr⁻¹), hembras ($L_{\infty} = 40.95 \pm 0.02$ cm LT, $k = 0.25 \pm 0.00$ yr⁻¹) y machos ($L_{\infty} = 39.00 \pm 0.02$ cm LT, $k = 0.28 \pm 0.00$ yr⁻¹) (Tabla 3; Figura 10).

Tabla 3. Estimaciones de los modelos bayesianos de *Centropomus robalito* en el Pacífico ecuatoriano para cada sexo. VB representa al modelo de Von Bertalanffy, Log: Logístico, Gom: Gompertz, LOOIC Leave-One-Out Information Criterion, LOOICw: Peso del Leave-One-Out Information Criterion, L_{∞} : Longitud asíntotica, k coeficiente de crecimiento del modelo de VB, g : coeficiente de crecimiento del modelo Gom y Log.

Sexo	Modelos	LOOIC	LOOICw	Parámetros de crecimiento	
				L_{∞} (cm LT)	k/g (yr ⁻¹)
Combinado	VB	588.67	1	38.13 ± 0.01	0.29 ± 0.00
	Log	1632.44	0	43.51 ± 0.40	0.92 ± 0.05
	Gom	696.84	0	33.56 ± 0.05	0.99 ± 0.00
Hembras	VB	292.52	1	40.95 ± 0.02	0.25 ± 0.00
	Log	763.52	0	44.02 ± 0.12	0.67 ± 0.02
	Gom	361.28	0	34.80 ± 0.03	0.97 ± 0.00

Machos	VB	306.04	1	39.00 ± 0.02	0.28 ± 0.00
	Log	857.23	0	43.62 ± 0.19	0.98 ± 0.00
	Gom	347.24	0	34.28 ± 0.02	0.98 ± 0.00

4. DISCUSIÓN

Este estudio es uno de los primeros en estimar los parámetros de crecimiento de *C. robalito* en el Pacífico ecuatoriano. Estos hallazgos ayudarán a llenar los vacíos de conocimiento que existen en torno a los aspectos biológicos esta especie, brindando así información base que servirá para futuras investigaciones y modelos estadísticos más complejos que permitirán proyectar escenarios de manejo sostenibles en la región con respecto a esta especie.

Se presenció que los individuos de *C. robalito* no presentaron diferencias significativas en la proporción de machos y hembras durante el periodo en el que se realizó el muestreo. Estos resultados fueron contrastantes con la proporción sexual observada (1H:0.63M) de Lucano-Ramírez et al. (2024) en *C. robalito* y Gallardo-Cabello et al. (2018) en la especie *C. nigrescens*, donde en ambos estudios se evidenció una elevada abundancia de hembras en comparación a los ejemplares machos. Existen múltiples razones que podrían explicar estas variaciones encontradas: selectividad de los artes de pesca, número de muestras, zonas de capturas, condiciones ambientales, temporada, etc (Vicentini & Araujo, 2003; Widodo, 1993). En *Centropomus* spp, se ha evidenciado que algunas especies son hermafroditas protándricos (Taylor et al., 2000), es decir cambian del macho a hembras durante una etapa de su ciclo de vida. Esto en gran proporción explicaría dichas discrepancias entre estudios, ya que esto provocaría un desequilibrio en la proporción sexual de *C. robalito*, si en tal caso exhibiera dicho comportamiento sexual al igual que sus congéneres. Además, el número de muestra y el corto plazo en el tiempo que se realizó el muestreo, pudieron haber sesgado los resultados de este análisis en el presente estudio, por lo que se recomienda ampliar el tiempo de muestreo en esta especie y evaluar a detalle sus aspectos reproductivos en futuras investigaciones.

Los individuos muestreados en aguas ecuatorianas exhibieron dimorfismo sexual por tamaño, los machos alcanzaron longitudes totales mayores en comparación a las ejemplares hembras. La talla máxima observada de *C. robalito* en el presente estudio (38.4 cm LT), fue ligeramente inferior al registro máximo observado en FishBase en el sur del Océano Pacífico (Ejemplar macho: 41.2 cm LT) (Velázquez-Velázquez et al., 2009), en contraste al estudio de Lucano-Ramírez et al. (2024) en la laguna costera de Chautengo, México, donde se muestrearon mayormente individuos juveniles, los cuales alcanzaron una longitud máxima observada inferior (24.6 cm LT) a la del presente trabajo. Respecto a las edades estimadas de esta especie, nuestros resultados fluctuaron dentro de los rangos informados para especies de este género. Perera-Garcia et al. (2013) estimaron grupos de edades de 2 a 16 años para *C.*

undecimalis, mientras que para *C. nigrescens*, Cabrera Neri (2002) registro individuos de 0 a 18 años. Aunque estos rangos son similares a las edades determinadas aquí (1 a 14 años), los mismos se distinguen a los rangos propuestos por Labastida-Che et al. (2013) (2 a 6 años) para *C. viridis*. Probablemente estas diferencias estén asociadas al método de determinación de edad usados entre estudios. Por ejemplo, las edades estimadas por Labastida-Che et al. (2013) se obtuvieron por análisis de frecuencia de longitud, lo que puede indicar un posible sesgo en los rangos de edad a comparación de los determinados por lectura de otolitos (Cabrera Neri, 2002).

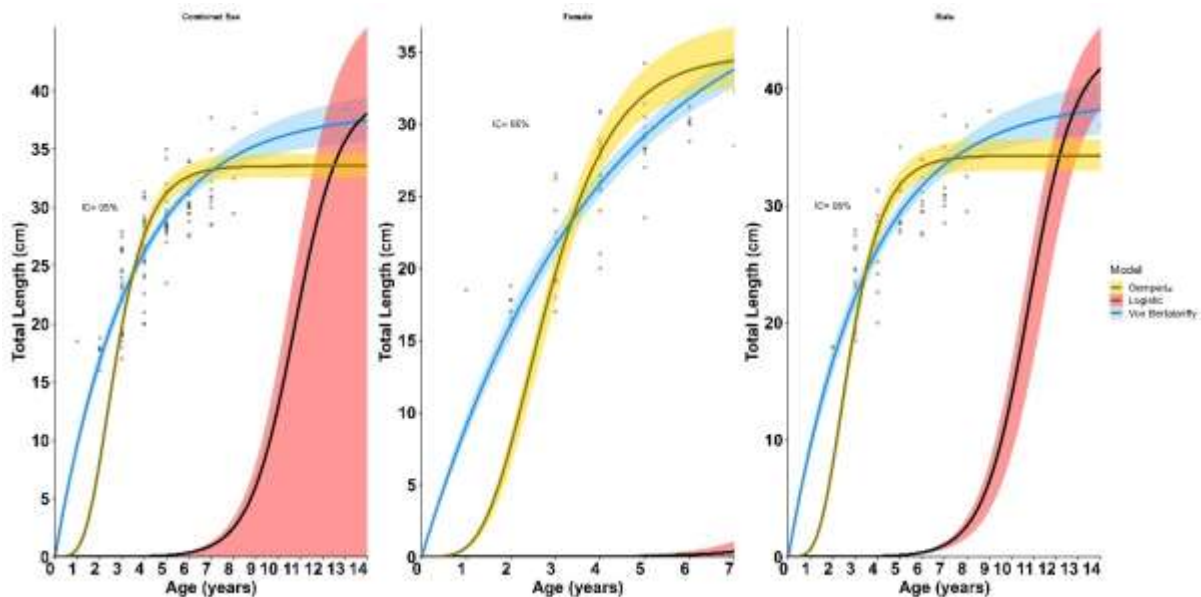


Figura 10. Curvas de crecimiento de *C. robalito* en Los Perales, San Vicente, Ecuador. Los puntos representan los valores observados para de cada sexo y el ancho de las curvas representan los intervalos de confianza del 95% de cada modelo de crecimiento.

La evaluación de la relación longitud total junto al peso total de los individuos de *C. robalito* en aguas ecuatorianas, evidenciaron un crecimiento de tipo alométrico positivo ($b > 3$), es decir, los ejemplares presentaron un mayor aumento en el peso total de su cuerpo en comparación a su longitud total (Pauly, 1984). Dichos resultados coincidieron con González-Sansón et al. (2014), quien reporto que los ejemplares de *C. robalito* presentaron la misma alometría en la laguna costera, Jalisco de México. A diferencia de Lucano-Ramírez et al. (2024), donde evidenciaron que las hembras y machos de esta especie presentaron un crecimiento alométricamente negativo ($b = 2.01$ y 1.91 , respectivamente) en la laguna costera de Chautengo, Guerrero, México. Nuestros valores obtenidos también se diferenciaron a los de Velázquez-Velázquez et al. (2009) en la Laguna costera del Pacífico Sur mexicano, donde se presentó un crecimiento isométrico ($b = 3.01$). Dichas divergencias encontradas pueden estar asociadas a factores ambientales, disponibilidad de alimento entre temporadas, variaciones geográficas, número de muestra, cuestiones metodológicas, limitantes de tallas, etc (Lucano-Ramírez et al., 2024; Mazumder et al., 2016).

Las lecturas de *C. robalito* entre ambos lectores presentaron índices que se encontraron dentro del rango que manifiesta Campana (2001) ($APE = 5.5$, $CV = 7.6$) en los análisis de precisión y sesgo. Las desviaciones encontradas en el gráfico de este análisis entre los dos lectores, fueron evidentes en los grupos de edades más avanzados, Dicha problemática suele ser comunes en los estudios de edad y crecimiento, y varían según la especie (Campana, 2001). En vista de que esta especie carece de estudios de edad y crecimiento, se recomienda que futuras investigación implementen el analisis de precisión y sesgo para comprobar las variaciones de lecturas en diferentes intervalos de tallas y zonas geográficas.

Las relaciones de L_{∞} encontradas entre estudios fueron diferentes según las regiones y especies del género *Centropomus*. El valor de L_{∞} estimado aquí ($L_{\infty} = 38.13$ cm), fue menor a los reportados por Labastida-Che et al. (2013) ($L_{\infty} = 97.15$ cm) y Perera-Garcia et al. (2013) ($L_{\infty} = 109.21$ cm) para la especie *Centropomus viridis* y *Centropomus undecimalis*, ambas en el océano Pacífico mexicano. Dichos contrastes pueden estar asociados al hábitat de las especies comparadas aquí. Se ha mencionado que, dentro de este género, el incremento de tallas puede estar asociado a las variaciones latitudinales, siendo más grandes en regiones del Pacífico norte (30 a 90 cm) a comparación de las presentadas en el Pacífico sur (15 a 60 cm) (Durá & Fernanda, 1978; Vigliola & Meekan, 2009). Además, factores ambientales como la temperatura superficial del mar (TSM) influyen de forma directa en el crecimiento, como se demostró con *C. undecimalis* cuando se comparó su desarrollo en ambientes con variaciones de TSM entre 10 a 33°C (Andrade et al., 2013).

Tabla 4. Estudios de edad y crecimiento de *Centropomus* spp en diferentes zonas geográficas. VB representa al modelo de Von Bertalanffy, L_{∞} : Longitud asíntotica, k coeficiente de crecimiento del modelo de VB, t_0 Edad teórica a longitud cero, C sexos combinados, H hembras y M machos.

Zona	Especie	Sexo	Método	Modelo	Parámetros de crecimiento			Estudio
					L_{∞} (cm LT)	k (yr^{-1})	t_0 (yr)	
Pacífico mexicano	<i>C. viridis</i>	C	Frecuencia de tallas	VB	80	0.57	-0.218	Labastida-Ché et al. (2013)
Pacífico mexicano	<i>C. undecimalis</i>	C	Otolitos seccionados	VB	109.21	0.21	1.39	Perera-Garcia et al. (2013)
Pacífico ecuatoriano	<i>C. robalito</i>	C	Otolitos seccionados	VB bayes	38.13	0.29	-	Presente estudio
		H			40.95	0.25	-	
		M			39.00	0.28	-	

Los valores de la tasa de crecimiento (k) mostraron una posible discrepancia gradual entre el crecimiento de machos ($k= 0.28$) y hembras ($k= 0.24$). En comparación con los estimados por Perera-Garcia et al. (2013) para *C. undecimalis* ($k= 0.14$), nuestros resultados fueron mayores, a diferencia de la especie *C. viridis* ($k= 0.57$, Labastida-Che et al. (2013) donde nuestro coeficiente fue considerablemente menor. Varios aspectos podrían explicar dichas oposiciones encontradas entre estudios. La TSM generalmente influye con los cambios de crecimiento en especies (Audzijonyte et al., 2024). Se ha mencionado que, si la temperatura aumenta, proporcionalmente el k lo hará de la misma manera, debido a que como parámetro biológico este se asocia a las condiciones del entorno (Taylor, 1960). Estas divergencias también pueden ser resultados de variaciones longitudes (Durá & Fernanda, 1978; Vigliola & Meekan, 2009) e incluso asociarse a cuestiones metodológicas como datos insuficientes de talla por edad e incluso muestreos no representativos de la población. Esto se ha mencionado previamente en el uso de modelos de crecimiento (Smart et al., 2016), resultando en sobreestimaciones y comparaciones no adecuadas entre parámetros de crecimiento

En el Ecuador y en otras regiones del mundo, *C. robalito* carece de estudios puntuales sobre su historia de vida. Actualmente se desconocen muchos aspectos biológicos sobre dicha especie. En las costas de San Vicente, los desembarques de esta especie ocurren durante todo el año, y se la captura por lo general con artes de pescas variados: anzuelos y redes de enmalle. En vista de que se encuentra categorizada como especie de interés comercial en Ecuador, esto brinda la necesidad de realizar más investigaciones sobre su dinámica poblacional, ya que presenta una frecuencia de capturada moderada y una alta repercusión económica en las comunidades locales.

5 CONCLUSIONES

Los machos alcanzaron longitudes totales mayores en comparación a las ejemplares hembras, evidenciando dimorfismo sexual. Los ejemplares de *C. robalito* muestreados presentaron un crecimiento de tipo alométrico positivo. No se presentó sesgo sistemático en las lecturas de esta especie, lo que indicó una buena reproducibilidad en las determinaciones de edades realizadas. Las estimaciones de los parámetros de crecimientos bayesianos revelaron que esta especie presenta divergencia en las estimaciones con otras genero Centropomus.

6 AGRADECIMIENTOS

Queremos dedicar este espacio a expresar nuestra gratitud a quienes nos acompañaron durante todo este proceso. A nuestras madres, por ser la base de todo lo que somos. Su amor incondicional y apoyo constante. A nuestros hermanos, a nuestras queridas mascotas, a nuestro tutor, Blgo. Jesús Briones, quien con su orientación y paciencia nos ayudó a transformar nuestras ideas en realidad. Su compromiso y experiencia fueron fundamentales para alcanzar este logro.

Y a todas las personas que de alguna manera estuvieron presentes en este camino: amigos, compañeros y aquellos que nos alentaron a seguir adelante. Cada uno de ustedes dejó una huella imborrable en este proyecto.

A todos, nuestra más sincera gratitud.

7. REFERENCIAS

- Andrade, H., Santos, J., & Taylor, R. J. J. o. F. B. (2013). Life-history traits of the common snook *Centropomus undecimalis* in a Caribbean estuary and large-scale biogeographic patterns relevant to management. *82(6)*, 1951-1974.
- Audzijonyte, A., Andersen, K. H., Atkinson, D., Bigman, J., Blanchard, J. L., Coghlan, A. R., . . . Pauly, D. J. A. P. (2024). Temperature affects fish body sizes. Which sizes?
- Bagnall, C., Bühler, H., Chermant, J., Dietl, V., Elssner, G., Exner, H., . . . Klaar, H. J. P. M. (1998). Titelfoto: Die ISOMET® 1000. *35*, 1.
- Beamish, R., & Fournier. (1981). A method for comparing the precision of a set of age determinations. *38(8)*, 982-983.
- Bohorquez Herrera, J. (2009). *Ecomorfología alimentaria de algunas especies de peces asociadas a fondos blandos* Instituto Politécnico Nacional. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas].
- Bowker, A. H. J. J. o. t. a. s. a. (1948). A test for symmetry in contingency tables. *43(244)*, 572-574.
- Bravo-Delgado, L. A., Cañarte-Pin, J. D., & Zambrano-Santana, L. J. J. R. d. C. d. M. y. A. Y. I.-. (2023). Análisis morfométrico de otolitos en pelágicos pequeños de la familia carangidae capturados en el Pacífico Ecuatoriano. *6(11)*, 13-23.
- Cabrera Neri, E. (2002). *Edad y crecimiento del robalo Centropomus nigrescens Günther 1864 en el sistema lagunar Chacahua-Pastoría* El autor].
- Camacho-Peña, J., & Velkiss-Gadea, E. J. M. P. A. R. S. J.-M. (2005). Estudio técnico científico del robalo en Río San Juan y el Gran Lago de Nicaragua.
- Campana, S. E. (1999). Chemistry and composition of fish otoliths: pathways, mechanisms and applications. *188*, 263-297.
- Campana, S. E. (2004). *Photographic atlas of fish otoliths of the Northwest Atlantic Ocean*. NRC Research press.
- Campana, S. E., & Thorrold, S. R. (2001). Otoliths, increments, and elements: keys to a comprehensive understanding of fish populations? , *58(1)*, 30-38.
- Campana, S. J. J. o. f. b. (2001). Accuracy, precision and quality control in age determination, including a review of the use and abuse of age validation methods. *59(2)*, 197-242.
- Campbell, M., Campbell, M. J. L. R. I. Q., Effective,, & Science, P. D. (2019). RStudio Projects. 39-48.
- Carlstrom, D. J. T. B. B. (1963). A crystallographic study of vertebrate otoliths. *125(3)*, 441-463.
- Chang, W. (1982). A statistical method for evaluating the reproducibility of age determination. *39(8)*, 1208-1210.
- Degens, E. T., Deuser, W. G., & Haedrich, R. L. J. M. b. (1969). Molecular structure and composition of fish otoliths. *2*, 105-113.
- Durá, R., & Fernanda, M. (1978). Recursos pesqueros de las costas de México.

- Dutka-Gianelli, J. J. T. o. t. A. F. S. (2014). Feeding habits of the Smallscale Fat Snook from east-central Florida. *143*(5), 1199-1203.
- Feltrin Contente, R., Freitas Stefanoni, M., & Gadig, O. B. F. J. J. o. A. I. (2009). Size-related shifts in dietary composition of *Centropomus parallelus* (Perciformes: Centropomidae) in an estuarine ecosystem of the southeastern coast of Brazil. *25*(3), 335-342.
- Fischer, W., Krupp, F., Schneider, W., Sommer, C., Carpenter, K., & Niem, V. (1995). Guia FAO para la Identificacion de Especies para los Fines de la Pesca-Pacífico Centro-Oriental Volumen II. Vertebrados. Parte1.
- Franco Moreno, R. A. (2011). Morfología y desempeño del aparato mandibular de seis especies de peces ictiofagos demersales, asociados a los fondos blandos de la plataforma continental de Nayarit-Sinaloa.
- Froese, R. (2006). Cube law, condition factor and weight-length relationships: history, meta-analysis and recommendations. *22*(4), 241-253.
- Gallardo-Cabello, M., Espino-Barr, E., Garcia-Boa, A., Puente-Gómez, M. J. J. o. A., & Science, V. (2018). Fishery Analysis of *Centropomus nigrescens* in Central Mexican Pacific. *11*, 60-67.
- Gauldie, R., Nelson, D. J. C. B., & Physiology, P. P. A. (1990). Otolith growth in fishes. *97*(2), 119-135.
- Gilmore, R. G., Donohoe, C. J., & Cooke, D. W. J. F. S. (1983). Observations on the distribution and biology of east-central Florida populations of the common snook, *Centropomus undecimalis* (Bloch). 313-336.
- Goldman, K. J. (2002). *Aspects of age, growth, demographics and thermal biology of two Lamniform shark species*. The College of William and Mary.
- Gompertz, B. J. P. t. o. t. R. S. o. L. (1825). XXIV. On the nature of the function expressive of the law of human mortality, and on a new mode of determining the value of life contingencies. In a letter to Francis Baily, Esq. FRS &c. (115), 513-583.
- González-Sansón, G., Aguilar-Betancourt, C., Kosonoy-Aceves, D., Lucano-Ramírez, G., Ruiz-Ramírez, S., Flores-Ortega, J., & Silva-Bátiz, F. J. J. o. a. i. (2014). Weight-length relationships for 38 fish species of Barra de Navidad coastal lagoon, Jalisco, Mexico. *30*(2), 428-430.
- Gulland, J. A. (1983). *Fish stock assessment: a manual of basic methods* (Vol. 1).
- Gutiérrez, E., Morales-Nin, B. J. J. o. E. M. B., & Ecology. (1986). Time series analysis of daily growth in *Dicentrarchus labrax* L. otoliths. *103*(1-3), 163-179.
- Jordan, D. S., & Gilbert, C. H. J. P. o. t. U. S. N. M. (1882). Description of five new species of fishes from Mazatlán, Mexico.
- Kolmogorov, A. N. J. J. o. F. M. (1962). A refinement of previous hypotheses concerning the local structure of turbulence in a viscous incompressible fluid at high Reynolds number. *13*(1), 82-85.
- Labastida-Che, A., Núñez-Orozco, A. L., & Oviedo-Piamonte, J. A. J. C. P. (2013). Aspectos biológicos del robalo hocicudo *Centropomus viridis*, en el sistema lagunar Chantuto-Panzacola, Chiapas, México. *21*(2), 21-28.
- Lucano-Ramírez, G., Zamora-Castañeda, C., Ruiz-Ramirez, S., & Violante-González, J. J. R. B. C. (2024). Condición reproductiva de *Centropomus robalito* (Perciformes: Centropomidae) en la laguna costera de Chautengo, Guerrero, México. *11*.
- Mazumder, S. K., Das, S. K., Bakar, Y., & Abd Ghaffar, M. J. J. o. Z. U. S. B. (2016). Effects of temperature and diet on length-weight relationship and condition

- factor of the juvenile Malabar blood snapper (*Lutjanus malabaricus* Bloch & Schneider, 1801). *17*(8), 580.
- Morales-Nin, B. (1978). Avances en el estudio del otolito de los teleósteos.
- Morales-Nin, B. (1984). Microarquitectura, características y composición de los otolitos de los peces teleósteos.
- Morales-Nin, B. (1987). Métodos de determinación de la edad en los osteictios en base a estructuras de crecimiento.
- Morales-Nin, B. (1992). *Determinación del crecimiento de peces óseos en base a la microestructura de los otolitos* (Vol. 322). Food & Agriculture Org.
- Pauly, D. (1984). *Fish population dynamics in tropical waters: a manual for use with programmable calculators* (Vol. 8). WorldFish.
- Perera-Garcia, M. A., Mendoza-Carranza, M., Contreras-Sánchez, W., Ferrara, A., Huerta-Ortiz, M., & Hernández-Gómez, R. E. J. R. d. B. T. (2013). Comparative age and growth of common snook *Centropomus undecimalis* (Pisces: Centropomidae) from coastal and riverine areas in Southern Mexico. *61*(2), 807-819.
- Plackett, R. L. J. I. s. r. r. i. d. s. (1983). Karl Pearson and the chi-squared test. 59-72.
- Popper, A. N., Ramcharitar, J., Campana, S. E. J. M., & Research, f. (2005). Why otoliths? Insights from inner ear physiology and fisheries biology. *56*(5), 497-504.
- Ricker. (1979). Growth rates and models. 677-744.
- Ricker, W. E. J. F. R. B. C. B. (1975). Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. *191*, 1-382.
- Rivas, L. R. J. Q. J. o. t. F. A. o. S. (1962). The Florida fishes of the genus *Centropomus*, commonly known as snook. *25*(1), 53-64.
- Rodríguez Mendoza, R. J. C. J. o. F. R. (2006). Otoliths and their applications in fishery science. *64*(3), 89-102.
- Schultz, B. B. J. S. Z. (1985). Levene's test for relative variation. *34*(4), 449-456.
- Smart, J. (2020). BayesGrowth: Estimate fish growth using MCMC analysis. R package version 0.3. 0. In.
- Smart, J. J., Chin, A., Tobin, A. J., Simpfendorfer, C. A. J. F., & Fisheries. (2016). Multimodel approaches in shark and ray growth studies: strengths, weaknesses and the future. *17*(4), 955-971.
- Smart, J. J. R. p., vers. 0.0. (2019). AquaticLifeHistory: Fisheries life history analysis using contemporary methods. *9000*.
- Taylor, C. C. J. I. J. o. M. S. (1960). Temperature, growth, and mortality—the pacific cockle. *26*(1), 117-124.
- Taylor, R. G., Whittington, J. A., Grier, H. J., & Crabtree, R. E. J. F. B. (2000). Age, growth, maturation, and protandric sex reversal in common snook, *Centropomus undecimalis*, from the east and west coasts of south Florida. *98*(3), 612-612.
- Velázquez-Velázquez, E., Navarro Alberto, J., Domínguez Cisneros, S., & Vega Cendejas, M. J. J. o. A. I. (2009). Length–weight relationships for 24 fish species in a coastal lagoon of the Mexican South Pacific. *25*(2), 228-229.
- Vicentini, R., & Araujo, F. J. B. J. o. B. (2003). Sex ratio and size structure of *Micropogonias furnieri* (Desmarest, 1823)(Perciformes, Sciaenidae) in Sepetiba bay, Rio de Janeiro, Brazil. *63*, 559-566.

- Vigliola, L., & Meekan, M. G. (2009). The back-calculation of fish growth from otoliths. In *Tropical fish otoliths: information for assessment, management and ecology* (pp. 174-211). Springer.
- Villamor, B., Navarro, M. R., Dueñas-Liaño, C., Antolínez, A., & Hernández, C. J. C. O. d. S. (2020). Criterios de Interpretación de la Edad en los Otolitos de la Caballa del Atlántico Nordeste (*Scomber scombrus*)(versión 2).
- Von Bertalanffy, L. J. H. b. (1938). A quantitative theory of organic growth (inquiries on growth laws. II). *10*(2), 181-213.
- Weiβ, N., Freitag, S., Löhn, J., & Heβ, R. J. T. d. I. (2008). Tubos Eppendorf Safe-Lock—Máxima seguridad durante la centrifugación y la incubación de las muestras en el laboratorio. (337), 1130-1133.
- Wickham, H., & Bryan, J. (2023). *R packages*. " O'Reilly Media, Inc."
- Widodo, J. J. J. P. P. L. (1993). Preliminary study on the biology and fishery of spotted sardine, *Amblygaster sirm* (Clupeidae) in the Java Sea (Indonesia). (72).
- Wilcoxon, F. J. A. o. t. N. Y. A. o. S. (1950). Some rapid approximate statistical procedures. *52*(6), 808-814.