



**Uleam**  
UNIVERSIDAD LAICA  
ELOY ALFARO DE MANABÍ

**Facultad de Ciencias de la Vida y Tecnología  
CARRERA DE BIOLOGÍA**

**Trabajo de titulación**

Modalidad Artículo Académico

**Tema:**

Edad y crecimiento del serrano carabonita *Diplectrum eumelum*  
(Rosenblatt & Johnson, 1974) en el Pacífico ecuatoriano.

**Autores:**

Cevallos Espinoza Yeiner Vivielys

López Bravo Sheyla Anahí

**Tutor:**

Blgo. Jesús Briones-Mendoza, PhD.

**Periodo 2025 - 1**

### **Declaración de autoría.**

Nosotros, **Cevallos Espinoza Yeiner Vivielys** y **López Bravo Sheyla Anahí** declaramos que hemos contribuido a la realización del trabajo de titulación bajo la modalidad de Artículo Académico previo a la obtención del título de Biólogo (a), con el tema: **Edad y crecimiento del serrano carabonita *Diplectrum eumelum* (Rosenblatt & Johnson, 1974) en el Pacífico ecuatoriano.**

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:**



**Cevallos Espinoza Yeiner Vivielys**

**C.I. 1314203595**



**López Bravo Sheyla Anahí**

**C.I. 1315291631**

Manta, Manabí, Ecuador

Viernes, 5 de septiembre 2025

 <b>Uleam</b> UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABI	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(a) de la Facultad Ciencias de la Vida y Tecnología de la carrera de Biología de la Universidad Laica "Eloy Alfaro", CERTIFICO:

Haber dirigido, revisado y aprobado preliminarmente el Trabajo de Integración Curricular bajo la autoría de la estudiante **Cevallos Espinoza Yeiner Vivielys**, legalmente matriculada en la carrera de Biología, período académico 2025-2026, cumpliendo el total de **384** horas, cuyo tema del proyecto es "**Edad y crecimiento del serrano carabonita *Diplectrum eumelum* (Rosenblatt & Johnson, 1974) 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, 05 de agosto 2025.

Lo certifico,



Bgo. Jesús Briones Mendoza, PhD.  
**Docente Tutor(a)**  
**Área: Ciencias pesqueras**

 Uleam ELOY ALFARO DE MANABI	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(a) de la Facultad Ciencias de la Vida y Tecnología de la carrera de Biología de la Universidad Laica "Eloy Alfaro", CERTIFICO:

Haber dirigido, revisado y aprobado preliminarmente el Trabajo de Integración Curricular bajo la autoría de la estudiante **López Bravo Sheyla Anahí**, legalmente matriculada en la carrera de Biología, período académico 2025-2026, cumpliendo el total de **384** horas, cuyo tema del proyecto es "**Edad y crecimiento del serrano carabonita *Diplectrum eumelum* (Rosenblatt & Johnson, 1974) 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, 05 de agosto 2025.

Lo certifico,

  
Blgo. **Jesus Briones Mendoza**, PhD.  
**Docente Tutor(a)**  
**Área: Ciencias pesqueras**

## **AGRADECIMIENTO**

Expresamos nuestra más sincera gratitud a todas las personas que hicieron posible la realización de este proyecto. A nuestros padres, por ser el pilar fundamental de nuestras vidas, por su amor incondicional y su apoyo constante. A nuestros docentes, quienes han contribuido a nuestra formación profesional, y de manera especial a nuestro tutor, el Blgo. Jesús Briones Mendoza, por compartir generosamente sus conocimientos y acompañarnos en la elaboración de este trabajo académico. Su orientación ha sido fundamental para nuestro crecimiento académico y profesional.

Y a quienes nos acompañaron en este camino: familiares, amigos, compañeros, y aquellos que nos alentaron a seguir adelante.

A todos ustedes, nuestra más sincera gratitud.

## **DEDICATORIA**

A Dios, por ser mi guía y fortaleza en cada paso de este camino, por darme la vida, la sabiduría y la paciencia para alcanzar esta meta.

A mis padres, Carlos César Cevallos Cevallos y Zoveida Guadalupe Espinoza Macías, quienes con su amor, esfuerzo y ejemplo me enseñaron el valor del trabajo, la constancia y la humildad. Gracias por ser mi mayor inspiración y mi soporte incondicional.

A mi esposo, Francisco Xavier Briones Moreira, por su apoyo, paciencia y compañía en los momentos de mayor esfuerzo. Gracias por creer en mí y alentarme a seguir adelante.

A mi hijo, que es mi mayor motivo para superarme cada día y la razón más grande de mi perseverancia.

A todos ellos, dedico con amor y gratitud este logro, que también es suyo.

**Yeiner Vivielys Cevallos Espinoza**

## DEDICATORIA

En primer lugar, agradezco a Dios, fuente de fortaleza y sabiduría, por iluminar mi camino y darme la perseverancia necesaria para culminar esta meta.

A mi madre, Rosario Bravo, quien ha sido mi apoyo incondicional en todo momento, brindándome amor, paciencia y confianza para seguir adelante, A mi familia, en especial a mi abuelita Carmen, cuyo cariño y ejemplo han sido un pilar en mi vida, y a mi abuelito Pedro que, aunque ya no está físicamente conmigo, sé que desde el cielo me acompaña, me cuida y me guía en cada paso que doy.

A mis hermanos Denisse, Jesús y Karol por siempre estar presentes con sus palabras de aliento y compañía, los amo.

A mi pareja, André Jiménez, por motivarme a continuar, por su apoyo constante y por caminar junto a mí durante toda esta etapa académica.

A mis amigos, quienes con sus gestos de cariño y ánimo hicieron de este proceso una experiencia más llevadera.

Finalmente, agradezco a todos aquellos que, de una u otra manera, contribuyeron a la culminación de esta etapa tan importante en mi vida.

**Sheyla Anahí López Bravo.**

## Edad y crecimiento del serrano carabonita *Diplectrum eumelum* (Rosenblatt & Johnson, 1974) en el Pacífico ecuatoriano.

Age and growth of the carabonita mountain squid *Diplectrum eumelum* (Rosenblatt & Johnson, 1974) in the Ecuadorian Pacific.

Cevallos-Espinoza Yeiner<sup>1</sup>; López-Bravo Sheyla<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Carrera 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: geiner221998@gmail.com, sheylpez03@gmail.com

### Resumen:

El serrano carabonita *Diplectrum eumelum* es una de las especies demersales de interés en la pesca artesanal del Ecuador. Sin embargo, a pesar de su importancia en los desembarques, no se han realizado estudios para conocer parámetros como su edad y crecimiento. Debido a lo cual, se estimaron datos biológicos de esta especie mediante enfoques estadísticos: bayesianos y frecuentistas. Se recolectaron en la zona de “Playita Mía”-Manta entre septiembre de 2024 a mayo 2025, se analizaron los otolitos sagitta de 395 ejemplares, con tamaños comprendidos entre 16.07-22.03 cm LT (1-4 años). Se evaluaron parámetros de crecimiento, y según el criterio de información de validación cruzada LOOIC, el modelo Bayesiano fue el que mejor se ajustó en sexos combinados ( $L_{\infty}=30.32$  cm,  $k=0.53$ ). Los resultados indicaron que presentan un crecimiento rápido, en consecuencia, haber realizado este trabajo, permite conocer el estado actual de la historia de vida de esta especie, lo cual podría ser utilizado en siguientes estudios, para así generar una mejor gestión pesquera y conservación de este recurso en el país.

**Palabras claves:** Pesca artesanal, edad y crecimiento, modelos de crecimiento, camotillo.

### Abstract:

The serrano carabonita *Diplectrum eumelum* is one of the demersal species of interest in Ecuador's artisanal fishing industry. However, despite its importance in landings, no studies have been conducted to determine parameters such as its age and growth. As a result, biological data for this species were estimated using statistical approaches: Bayesian and frequentist. Specimens were collected in the “Playita Mía”-Manta area between September 2024 and May 2025, and the sagitta otoliths of 395 specimens were analyzed, with sizes ranging from 16.07 to 22.03 cm LT (1-4 years). Growth parameters were evaluated, and according to the LOOIC cross-validation information criterion, the Bayesian model was the best fit for combined sexes ( $L_{\infty}=30.32$  cm,  $k=0.53$ ). The results indicated rapid growth. Consequently, this study provides insight into the current life history of this species, which could be used in future studies to improve fisheries management and conservation of this resource in the country.

**Key words:** Artisanal fishing, age and growth, growth models, camotillo.

## 1. INTRODUCCIÓN

Los Serránidos (Serranidae), son una familia de peces óseos claves en pesquerías tropicales, pertenecen al orden Perciformes (Franke & Acero, 1995), habitan en plataformas continentales, en rangos de profundidad <300 m (Rojas M & Pequeño, 2001). Los miembros de esta familia desempeñan funciones esenciales en las pesquerías artesanales, recreativas e industriales en todo el mundo (Vera-García et al., 2025), son importantes tanto de manera ecológica como económica, principalmente en zonas costeras, donde representa un recurso de gran importancia (dos-Santos et al., 2019).

El género *Diplectrum* es endémico de América, incluye especies bentónicas y habitan en zonas costeras demersales, sobre sustratos blandos como fango o arena. Estos peces son de talla pequeña, con longitudes máximas de 31 cm de longitud total (LT) (Heemstra, 1995). Presentan una morfología externa similar entre ellas, caracterizándose principalmente por poseer un preopérculo notablemente agrandado (Bortone, 1977a; Aguilar Palomino & González Sansón, 2010). Las especies de este género presentan hermafroditismo sincrónico, lo que significa que cada individuo posee simultáneamente órganos reproductivos masculinos y femeninos. A pesar de que su pequeño tamaño limita su valor comercial, su elevada abundancia indica que podrían ser aprovechadas para consumo humano o industrial (Bortone, 1977b). Sin embargo, el conocimiento sobre la biología de estas especies sigue siendo muy limitado (Bortone, 1971; Aguilar Palomino & González Sansón, 2010).

El serrano carabonita *D. eumelum* (Rosenblatt & Johnson, 1974), es una especie demersal, se extiende desde California (EE.UU) hasta Perú incluida las Islas Galápagos (Instituto Público de Investigación Acuícola y Pesquero, 2018). En Ecuador, se le conoce como «camotillo» y constituye parte de las pescas de captura por la flota artesanal que opera en zonas costeras con espinel de fondo o línea de mano. Su clasificación como “Preocupación menor” por la UICN (Smith-Vaniz, 2008) refleja la ausencia de estudios detallados sobre su biología lo cual ha dificultado la aplicación de medidas de manejo sostenible.

El presente estudio tuvo como objetivo proporcionar información relacionada con la edad y crecimiento de *D. eumelum* capturado en el Pacífico ecuatoriano, con el fin de proporcionar información que contribuya al desarrollo de estrategias de manejo sostenible y ambientalmente responsable para este recurso.

## **1.1 IMPORTANCIA DE LOS ESTUDIO DE EDAD Y CRECIMIENTO**

El estudio del crecimiento individual en peces es crucial para entender la dinámica de poblaciones, este proceso, junto con los patrones de supervivencia, determina la biomasa disponible para su explotación (Alarcón et al., 2016). Parámetros importantes como la edad y el crecimiento son fundamentales para la investigación pesquera, ya que permiten estimar la mortalidad (natural y por pesca), el reclutamiento, el tamaño poblacional y el rendimiento máximo sostenible (Morales-Nin, 1992; Cailliet et al., 2001; Beltrán-Álvarez et al., 2010; López et al., 2019). Estos estudios son la base científica para evaluar las poblaciones explotadas y aplicar medidas de regulación pesquera precisas (Morales & González, 2010).

Por otra parte, los estudios de crecimiento buscan establecer la relación entre la edad y el tamaño de los peces razón por la cual muchos modelos de evaluación de poblaciones se fundamentan en la estructura de edades (Tagliafico et al., 2008). Determinar la edad en la que una especie alcanza una talla óptima de captura mejora el manejo pesquero y garantizar la sostenibilidad del recurso, ya que el ritmo de crecimiento incide directamente en la sobrevivencia, madurez sexual y la fecundidad (Beltrán-Álvarez et al., 2010; Morales & González, 2010).

## **1.2 MÉTODOS PARA DETERMINAR LA EDAD Y SU RELACIÓN CON EL CRECIMIENTO**

Determinar la edad en los peces proporciona información clave para entender el ciclo de vida de los peces, lo que permite aplicar estrategias de manejo efectivas (Márquez et al., 2020). Los métodos tradicionales analizan estructuras calcificadas como otolitos, escamas, vertebras, radios, espinas, opérculos y cleitro (Cailliet et al., 2001; Araya & Cubillos, 2002). Los otolitos, son los más utilizados debido a su capacidad para registrar con precisión los patrones de crecimiento (Pardo et al., 2017; Vieira, 2023).

Los enfoques para estimar la edad de los peces son: el método anatómico, basado en el conteo de marcas en estructuras duras; el análisis de frecuencias de tallas, el cual analiza las distribuciones modales de la longitud a lo largo del tiempo; y la estimación directa, basada en mediciones de crecimiento de ejemplares marcados y recapturados o criados en cautiverio (Morales-Nin, 1992). Sin embargo, estructuras como escamas o radios puede presentar limitaciones en ciertas especies, especialmente en ejemplares longevos. En estos casos, los otolitos mediante anillos de crecimiento

anuales (bandas opacas e hialinas) se han convertido en una alternativa más confiable (Pardo et al., 2017; Liotta et al., 2022; Bravo-Delgado et al., 2023).

La biomineralización de los otolitos, está influida por factores fisiológicos y ambientales, y su variabilidad morfológica sobre todo en el otolito sagitta, cuya forma está determinada en gran medida por la genética de cada especie, los convierten en una herramienta valiosa para estudios filogenéticos (Mille et al., 2015).

### **1.3 ESTIMACIÓN DE LA EDAD DE LOS PECES ÓSEOS**

Los otolitos aparecen en etapas tempranas del desarrollo del pez (Leta & Keim, 1982; Lombarte & Cruz, 2007), están ubicadas en el oído interno de los peces, dentro de las cápsulas óticas en tres pares: la sagitta (sáculo), el asteriscus (lagena) y el lapillus (utrículo). Cumplen funciones, relacionadas con el equilibrio y la audición (Martínez Pérez et al., 2007; González Dubox et al., 2023). El sagitta es el más utilizado para determinar la edad debido a un tamaño y claridad estructural, a diferencia del lapillus y el asteriscus (Das, 1994).

Los otolitos están compuestos por carbonato de calcio ( $\text{CaCO}_3$ ) en forma de aragonita (Mendoza Rodríguez, 2006) suspendido en una matriz proteica. El carbonato de calcio se deposita normalmente en sagitta, en el lapillus en forma de aragonita, mientras que en asteriscus en forma de vaterita el cual está presente en otolitos sagitta anormales o cristalizados (A. V. Volpedo & Vaz-dos-Santos, 2015).

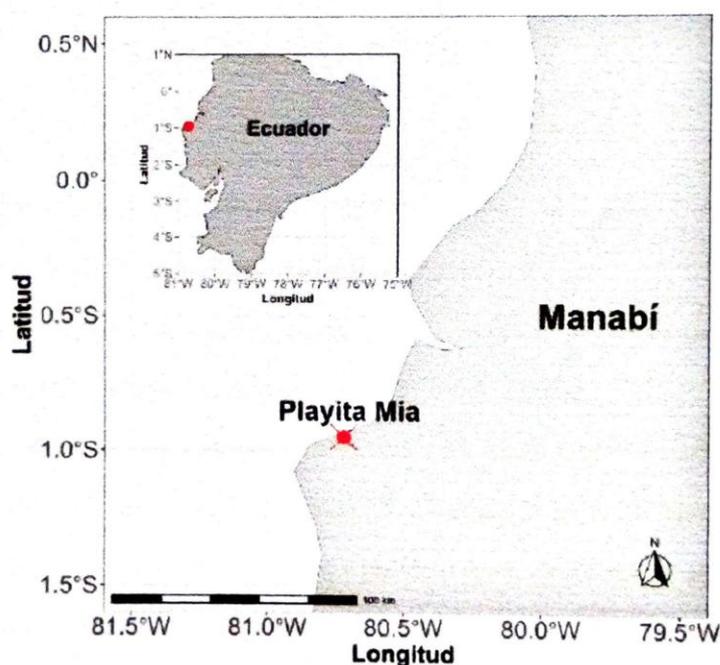
La morfología de los otolitos, varía por factores ambientales como temperatura, profundidad y alimentación. Estas variaciones ambientales afectan la formación de las líneas de crecimiento, proporcionando registros que permitan entender los cambios climáticos, variaciones en la salinidad y disponibilidad de alimento (Lombarte & Cruz, 2007; González Dubox et al., 2023; Salgado Ugarte et al., 2023).

En los peces demersales, los otolitos presentan formas muy variadas como ovaladas, pentagonales, trapezoidales y fusiformes sin un patrón definido (Omaña Reyes, 2024). El sagitta suele ser ovalado y estar lateralmente comprimido, con bordes finamente dentados. En su cara interna, donde se establece el contacto con la cara mesial, se observa una depresión longitudinal conocida como sulcus acusticus, esta estructura se divide en dos regiones: la porción anterior denominada ostium y la posterior conocida como cauda, la cual está limitada por una estructura llamada crista (Valle López, 2014).

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

### 2.1 ÁREA DE ESTUDIO

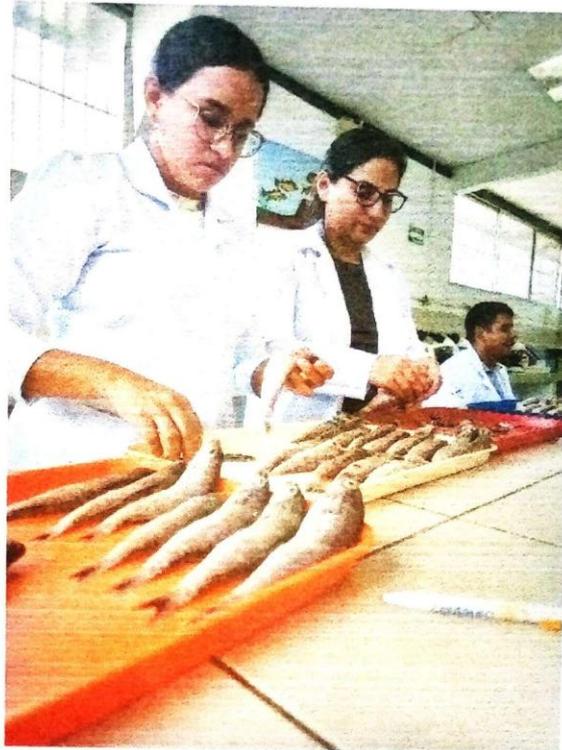
El muestreo se realizó en la caleta pesquera de Playita Mía, situada en la parroquia Tarqui de la ciudad de Manta, provincia de Manabí, en las coordenadas geográficas ( $0^{\circ}56'S$ ;  $80^{\circ}42'W$ ) (**Figura 1**). Los ejemplares fueron recolectados de manera aleatoria a partir de las capturas provenientes de diversas embarcaciones dedicadas a la pesca artesanal. Posteriormente, los peces seleccionados fueron transportados en contenedores isotérmicos con hielo hacia el Laboratorio de Biología de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, en Manta, donde se procedió a registrar las medidas morfométricas y extraer los otolitos para su posterior análisis.



**Figura 1:** Zona de recolección de muestras en la caleta pesquera Playita mía, Pacífico ecuatoriano. El punto rojo representa el sitio de desembarque.

### 2.2 MUESTREO BIOLÓGICO

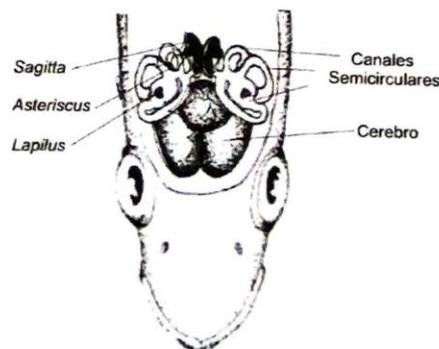
El material biológico utilizado en este estudio corresponde a ejemplares recolectados en el área de estudio durante un periodo de nueve meses, desde septiembre de 2024 hasta mayo de 2025. Se obtuvo un total de 395 individuos, con un promedio de 40 muestras mensuales. A cada ejemplar se le registró la longitud total (LT) en centímetros (cm). Asimismo, se determinó el peso total y el peso eviscerado de los individuos en gramos (g), mediante una balanza de precisión con una sensibilidad de 0,1 g (**Figura 2**).



**Figura 2.** Muestreo biológico, medición y pesaje de los ejemplares

### 2.3 MÉTODO DE EXTRACCIÓN DEL OTOLITO

Dado que los tamaños de los ejemplares varían, se utilizó un método de extracción de otolitos denominado incisión ventral de las cápsulas óticas (Oré-Villalba, 2017). Para ello, se situó a los peces en una posición abdominal hacia arriba y se llevó a cabo una incisión transversal utilizando un bisturí. Después, se insertó la mano a través de la cámara branquial en el área de la incisión, se sujetaron las branquias y se tiró hacia delante y hacia arriba, ejerciendo presión hasta fracturar la pared de la cápsula ótica y dejar los otolitos visibles. En esta fase se reconocieron los otolitos derecho e izquierdo los cuales fueron retirados meticulosamente con pinzas de donde estaban ubicados (Leta & Keim, 1982) (**Figura 3**).



**Figura 3:** Ubicación de los otolitos (sagitta, asteriscus y lapillus) al interior del neurocráneo de un pez teleósteo (A. Volpedo, 2001).

## 2.4 LIMPIEZA, CONSERVACIÓN Y ETIQUETADO DE MUESTRAS

Una vez extraídos, los otolitos fueron enjuagados con agua destilada para eliminar cualquier residuo orgánico adherido. Posteriormente, se midieron el largo y ancho de cada otolito en milímetro (mm) utilizando un calibrador. Cada otolito fue depositado en un microtubo Eppendorf de 1,5 ml que contenía una gota de agua destilada, y se procedió a etiquetar cada muestra con la siguiente información: número de la muestra del día, longitud total (LT) y la fecha de recolección.

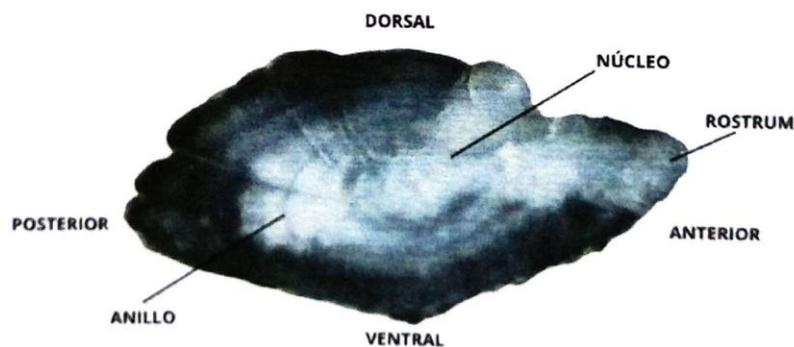
## 2.5 LECTURA, MEDICIÓN Y DIGITALIZACIÓN DE MUESTRAS

La edad se estimó mediante el conteo de anillos anuales en el otolito sagitta, siguiendo un patrón de bandas alternas: una calcificada (opaca) la cual representa un crecimiento rápido impulsado por las altas temperaturas y la ingesta de alimento, y la otra menos calcificada (hialina) que tienden a ocurrir en verano e invierno (GrønkJær, 2016), claramente observables sin necesidad de tinción.

Se capturaron imágenes de ambos otolitos, colocándolos en sulcus acusticus orientado hacia arriba y el rostrum apuntando hacia la derecha (**Figura 4**). Se empleó un microscopio digital Hayve, modelo DM9-A, equipado con un adaptador de cámara y una fuente de iluminación dirigida, con el fin de resaltar los bordes de las estructuras.

Para los análisis, se utilizó preferentemente el otolito derecho; sin embargo, en caso de ausencia o daño se utilizó el izquierdo. Una vez digitalizadas las estructuras, las imágenes fueron procesadas en la computadora, eliminando el fondo y corrigiendo posibles sesgos visuales que pudieran afectar a la calidad de los resultados.

Los otolitos fueron analizados por dos lectores de manera independiente para una mejor precisión en las lecturas (Campana, 2001), y así reducir posibles discrepancias entre las lecturas .



**Figura 4:** Partes del otolito sagitta de *D. eumelum*  
Fuente: Elaboración propia.

## 2.6 ANÁLISIS DE DATOS

El porcentaje de concordancia entre dos lectores (PA), el error porcentual promedio (APE) y el coeficiente de variación (CV) se calcularon como:

- Porcentaje de acuerdo entre los lectores (Goldman, 2005):

$$PA = \frac{\text{Número de acuerdos}}{\text{Número de vértebras leídas}} * 100$$

- Error porcentual promedio (APE) (Beamish & Fournier, 1981):

$$APE = \frac{1}{R} \sum_{i=1}^R \frac{(X_{ij} - X_j)}{X_j} * 100$$

- Coeficiente de variación (Chang, 1982; Campana, 2001):

$$CV = \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^R \frac{(X_{ij} - X_j)^2}{R - 1}}}{X_j} * 100$$

Donde N es el número de muestras, R es el número de lecturas realizadas de cada muestra,  $X_{ij}$  es la edad determinada para la muestra j, y  $X_j$  es el promedio de las edades determinadas para cada muestra.

Para determinar si existía sesgo sistemático entre las lecturas de los dos lectores, se utilizó la prueba de simetría de Bowker (Hoenig et al., 1995) y el gráfico de (Cailliet et al., 1983) para observar las lecturas. Los índices de precisión y el análisis de sesgo se calcularon con el paquete FSA de RStudio (Ogle, 2018).

La relación longitud-peso se calculó aplicando la ecuación alométrica propuesta por Ricker (1995):

$$W = a.TL^b$$

Donde W es el peso total de la muestra (g), TL es la longitud total (cm), y a es la constante y b es la pendiente que termina el tipo de crecimiento. Se utilizó la prueba t de Student para verificar la alometría.

Para estimar los parámetros de crecimiento de *D. eumelum*, se aplicó un enfoque multimodelo bayesiano utilizando el paquete Bayesgrowth (J. Smart, 2023; J. J. Smart & Grammer, 2021) (Tabla 3). Posteriormente se utilizó un enfoque multimodelo frecuentista utilizando el paquete Aquaticlifehistory (J. J. Smart et al., 2016) (Tabla 4) ajustando los datos de edad y longitud total a los siguientes modelos de crecimiento (Tabla 1), para comprobar que modelos se ajustan mejor a los datos se utilizó el criterio de información de validación cruzada (LOOIC) considerando el valor más bajo (Tabla 3):

**Tabla 1.** Modelo de crecimiento de von Bertalanffy (von BERTALANFFY, 1938), (Gompertz, 1825) y Logístico (Ricker, 1979)  $L(t)$  longitud esperada a una determinada edad,  $L_{\infty}$  longitud asintótica,  $k$  y  $g$  son los coeficientes de crecimiento y  $L_0$  longitud al nacer

Modelos de crecimiento	Ecuaciones
Modelo de von Bertalanffy (von BERTALANFFY, 1938)	$L(t) = L_0 + (L_{\infty} - L_0)(1 - \exp(-kt))$
Modelo de Gompertz (Gompertz, 1825)	$L_a = L_0 e^{\log(\frac{L_{\infty}}{L_0})(1 - e^{(-kt)})}$
Modelo Logístico (Ricker, 1979)	$L(t) = \frac{L_{\infty} L_0 (\exp(gt))}{L_{\infty} + L_0 (\exp(gt) - 1)}$

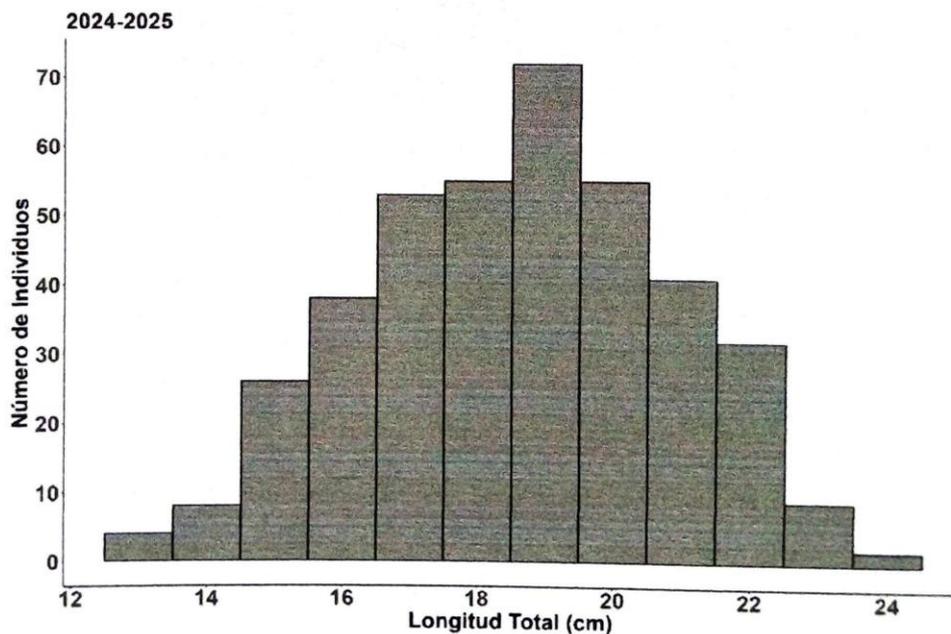
**Tabla 2.** Parámetros y distribuciones previas utilizadas en el análisis bayesiano de edad y crecimiento de *Diplectrum eumelum*.  $L_{\infty}$ : Longitud asintótica,  $L_0$ : longitud inicial al nacer, y  $K$ : constante de crecimiento.

Parámetro	Distribución	Tipo	Previo
$L_{\infty}$	Normal: $N(\mu, \sigma)$	Informativo	31,0 cm LT, máximo registrado en la literatura (Heemstra, 1995)
$L_0$	Normal truncada: $N(0, \infty)$	Regularización	0,001, para los casos en los que no se dispone de información en el Literatura (J. J. Smart & Grammer, 2021).
$K$	Uniforme: $U(0, 1)$	No informativo	Sin información previa; con un límite alto para evitar sesgos.
$\sigma$	Uniforme: $U(0, 100)$	No informativo	Sin información previa; error residual con un límite conservador

### 3. RESULTADOS

Durante los meses de septiembre del 2024 a mayo del 2025, se analizaron 395 ejemplares de *D. eumelum*. La prueba de Kolmogorov-Smirnov presentó un  $P=0,03364$  indicando que los datos no seguían una distribución normal (K-S,  $P < 0,05$ ), por lo tanto, se utilizaron pruebas no paramétricas. La prueba de Kruska-Wallis comparó la longitud total entre los meses, lo que mostró diferencias significativas entre los grupos analizados (K-W,  $P < 0,05$ ).

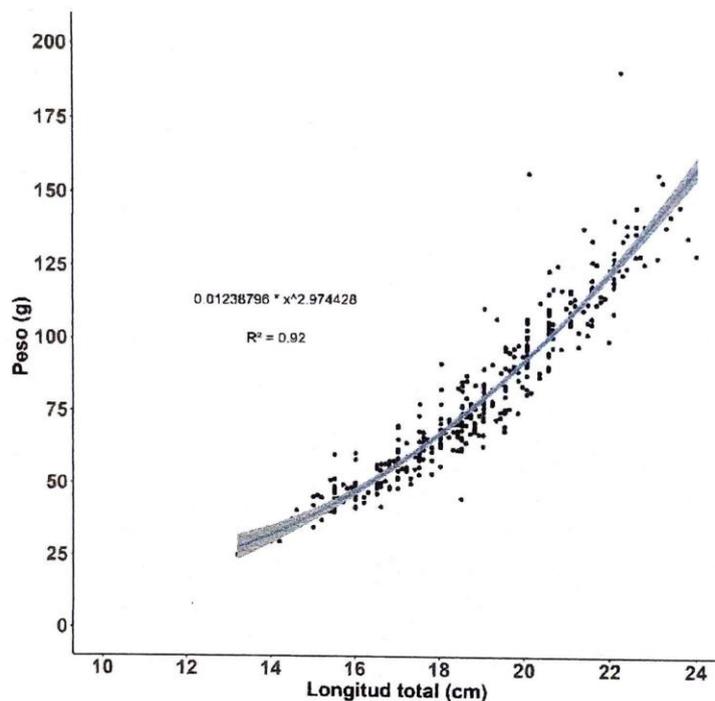
En el análisis de las estructuras de tallas se obtuvo un rango de 13-24 cm de longitud total (LT), con una talla mínima de 13,2 cm y una máxima de 23,9 cm, por lo antes mencionado se evidencio que la mayor parte de los individuos muestreados tienen longitudes entre 17 y 21 cm de LT, siendo la longitud más frecuente de 19 cm con más de 70 individuos (**Figura 5**).



**Figura 5.** Estructura de tallas de *Diplectrum eumelum* desembarcado en la caleta pesquera Playita Mía, Manta, Ecuador, entre septiembre de 2024 y mayo de 2025

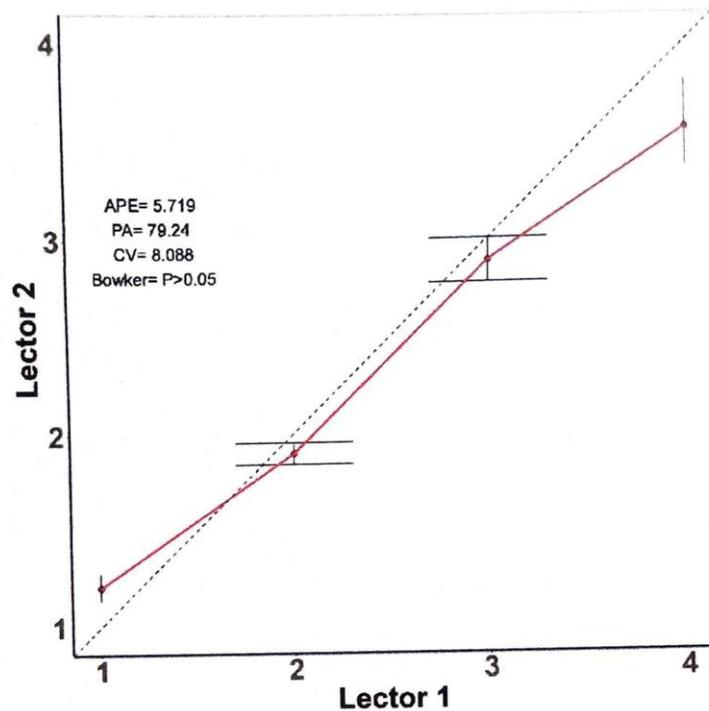
En relación longitud-peso para sexos combinados mediante la ecuación potencial fue peso (g) =  $0,012 TL^{2.974}$  con un coeficiente de determinación  $r^2$  de 0,92 IC del 95 % indicando que hay una fuerte correlación entre las variables del estudio. El exponente de la relación entre la longitud y el peso eviscerado fue  $b = 2,97$ . Los coeficientes de las relaciones entre el peso total o eviscerado y

la longitud no difirieron significativamente de 3 (prueba t de Student = -0,597 gl = 393  $P > 0,05$ ) lo cual indica que, no existen diferencias significativas, por lo que el tipo de crecimiento se consideró isométrico (**Figura 6**).



**Figura 6.** Relación longitud-peso para sexos combinados de *Diplectrum eumelum* desembarcado en la caleta pesquera Playita Mía. La línea azul representa el modelo alométrico de crecimiento del peso en función de la longitud. El coeficiente de determinación ( $R^2$ ), muestra la precisión con la que el modelo explica la variabilidad del peso. Las líneas grises definen el intervalo de confianza (IC) de las predicciones.

Para estimar la edad de los peces, se leyeron 395 otolitos sagitta, seleccionando el otolito de cada par de peces en el que mejor se visualizaban los anillos de crecimiento. En el correspondiente análisis de precisión y sesgo se obtuvo un coeficiente de variación  $CV = 8.08$ , un error porcentual promedio  $APE = 5,719$  y un porcentaje de acuerdo entre varios lectores de  $PA = 79.24$ . Por consiguiente, la prueba de simetría de Bowker, determinó que no se presentó sesgo sistemático entre las lecturas del lector 1 y el lector 2 ( $P > 0.05$ ) (**Figura 7**).



**Figura 7.** Gráfica de sesgo de edad para *Diplectrum eumelum* que muestra las concordancias en la determinación de la edad entre dos lectores independientes. Las concordancias se evaluaron mediante la prueba de simetría de Bowker, el Error Porcentual Promedio (APE), el Porcentaje de Concordancia entre Lectores (PA) y el Coeficiente de Variación (CV), junto con los valores medios ( $\pm$  error estándar). La línea negra discontinua representa la equivalencia 1:1 como referencia.

De los 395 especímenes de *D. eumelum* recolectados, se identificaron cuatro grupos de edad, con las siguientes longitudes promedio (LT): edad 1 ( $16.87 \pm 2.16$  cm), edad 2 ( $18.93 \pm 2.22$  cm), edad 3 ( $20.92 \pm 2.24$  cm), edad 4 ( $22.03 \pm 2.34$  cm). La mayoría de los especímenes pertenecían al grupo de edad 2, y no se observaron especímenes menores de un año.

El análisis multimodal bayesiano mostró un  $LOOIC_w = 1$  demostrando que el modelo de von Bertalanffy ofreció el mejor ajuste para la estimación de los parámetros de crecimiento de *D. eumelum*, con un valor de  $LOOIC_w$  más alto en contraste con los otros modelos. Las estimaciones del modelo de von Bertalanffy obtuvieron una  $L_\infty$  de 30.32 cm LT y un  $k$  de  $0.53 \text{ yr}^{-1}$ . Según este modelo, se estimó una tasa de crecimiento de aproximadamente 2.9 cm por año, que disminuye a medida que aumenta la edad. A partir del cuarto año, se considera que la especie alcanza una longitud cercana a los 27 cm LT. (Tabla 3; Figura 8). Los modelos de Gompertz y logístico no se ajustaron adecuadamente a los datos.

**Tabla 3.** Comparación de modelos de crecimiento para sexos combinados de *Diplectrum eumelum* basada en análisis bayesiano con ajuste de modelos.

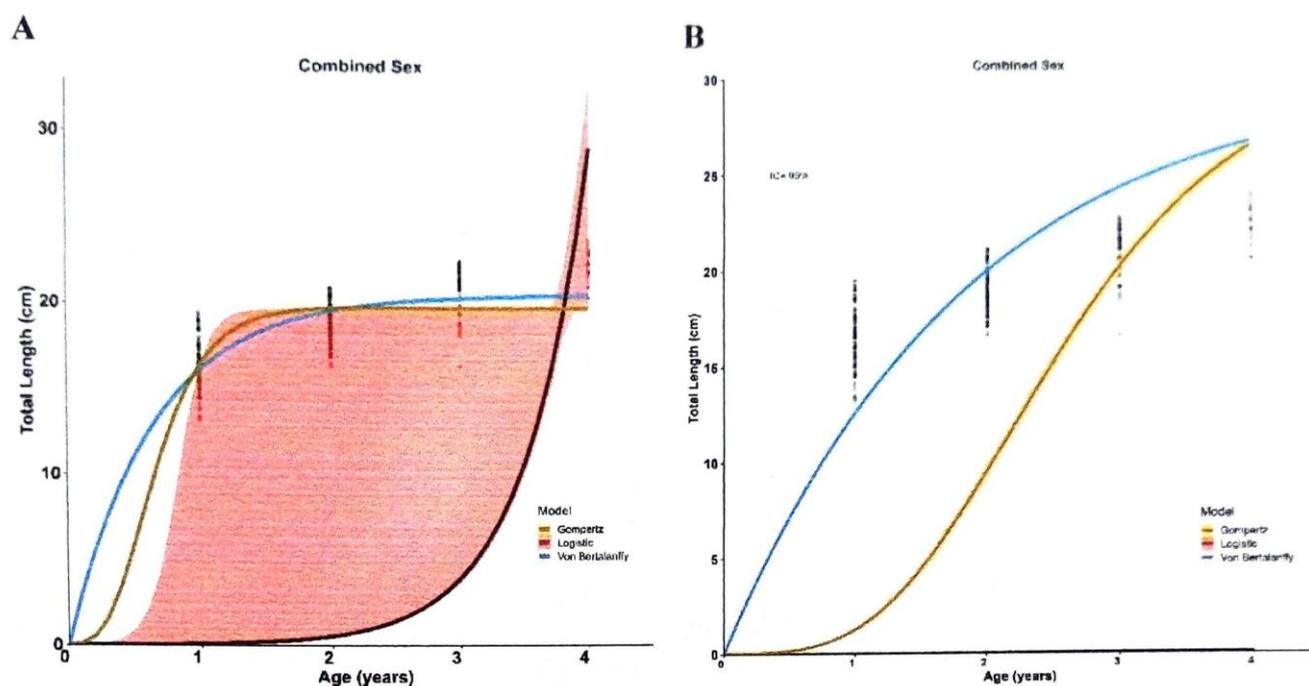
Parámetros estimados ( $L_{\infty}$  y  $K$ ) para los modelos de von Bertalanffy, Gompertz y Logístico. Valores  $\pm$  error estándar. Los valores de LOOIC (criterio de información de exclusión de uno) y LOOICw (peso del modelo) se muestran con el modelo de von Bertalanffy resaltado en negrita como el de mejor ajuste, basado en el valor de LOOIC más bajo y un LOOICw de 1.

Parámetros				
Modelos	$L_{\infty}$	$K/g$	LOOIC	LOOICw
Von Bertalanffy	30.32 $\pm$ 0.21	0.53 $\pm$ 0,01	<b>2035.745</b>	1
Gompertz	31.14 $\pm$ 0.20	1.00 $\pm$ 0.00	3004.858	0
Logistic	31.00 $\pm$ 0.20	0.51 $\pm$ 0,29	3441.497	0

**Tabla 4.** Comparación de modelos de crecimiento para sexos combinados de *Diplectrum eumelum* basada en análisis frecuentista y ajuste de modelos.

Parámetros estimados ( $L_{\infty}$  y  $K$ ) para los modelos de von Bertalanffy, Gompertz y Logístico. Valores  $\pm$  error estándar. Los valores de AIC (criterio de información Akaike) y AICw (peso del modelo) se muestran con el modelo de von Bertalanffy resaltado en negrita como el de mejor ajuste, basado en el valor de AIC más bajo y un AICw de 1.

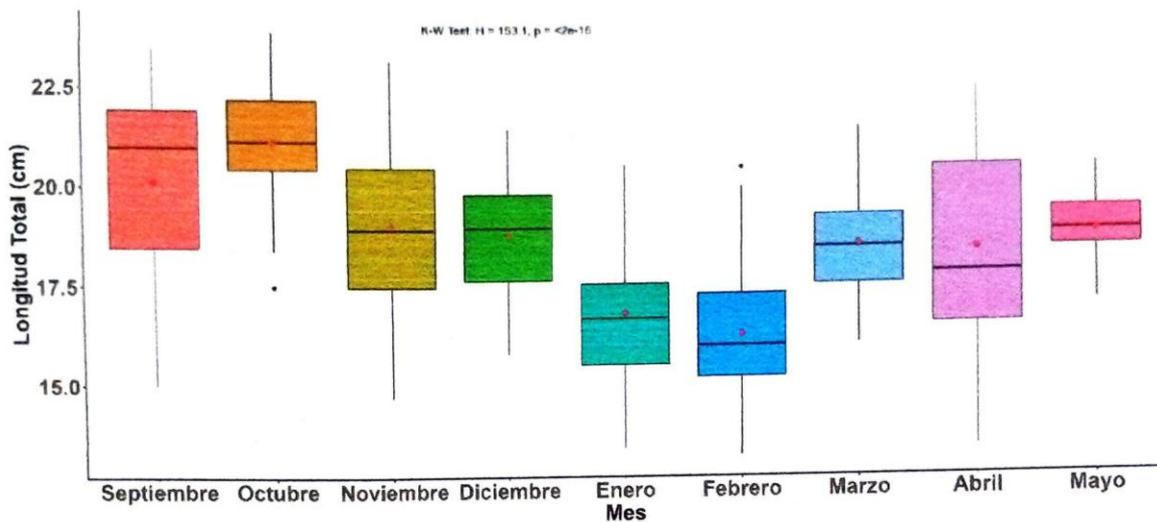
Parámetros				
Modelos	$L_{\infty}$	$K/g$	AIC	AICw
Von Bertalanffy	20.68 $\pm$ 0.12	1.51 $\pm$ 0,03	<b>1398.23</b>	1
Gompertz	19.91 $\pm$ 0.09	1.00 $\pm$ 0.00	1469.79	0
Logistic	1.74 $\pm$ 0.09	1.99 $\pm$ 0.07	3368.17	0



**Figura 8.** Curvas de crecimiento ajustadas para la especie *D. eumelum* en sexos combinados, utilizando el modelo A) Frecuentista y B) Bayesiano de Gompertz, Logístico y Von Bertalanffy. Modelos con intervalo de confianza 95% (área sombreada). Los puntos representan los datos observados.

El análisis de longitud total por meses de *D. eumelum* reveló que los meses de mayor crecimiento en esta especie fueron en septiembre y octubre con medianas de longitud de 21-22 cm, siendo octubre ( $21.14 \pm 1.44$ ) el mes que presentó diferencias significativas con todos los demás meses ( $P < 0.05$ ), indicando que las longitudes en ese mes fueron consistentemente más altas. Asimismo, noviembre ( $19.05 \pm 1.88$ ), abril 2025 ( $18.37 \pm 2.49$ ) y mayo ( $18.78 \pm 0.80$ ) difirieron significativamente de enero ( $16.83 \pm 1.71$ ), febrero ( $16.27 \pm 1.73$ ) y diciembre ( $18.84 \pm 1.37$ ), mientras que Septiembre ( $20.10 \pm 2.25$ ) también mostró diferencias significativas con febrero, enero incluido el mes de Marzo ( $18.52 \pm 1.25$ ) con un ( $P < 0.05$ ).

Finalmente se destaca que los valores más bajos se observaron entre enero y febrero con medianas de 17 cm sugiriendo un efecto estacional marcado (**Figura 9**). El estadístico K-W = 153.13,  $P < 0.05$  confirmó diferencias significativas en la longitud total.



**Figura 9.** Comparación de la longitud total por meses de septiembre -diciembre (2024) a enero-mayo (2025) en *Diplectrum eumelum*. El diagrama de caja muestra la mediana (línea central), los cuartiles del 25 % y del 75 % (límites de la caja) y el rango intercuartil (altura de la caja), con bigotes que representan los valores mínimo y máximo. Los valores atípicos (valores extremos) se muestran como símbolos individuales.

#### 4. DISCUSIÓN

Este es el primer estudio global que estima los parámetros de crecimiento para *Diplectrum eumelum*, aportando un avance significativo en la comprensión biológica de esta especie. Gracias a estos hallazgos se establece una línea base para futuras investigaciones y proporcionan información clave sobre los aspectos vitales de su ciclo de vida, lo que favorece el desarrollo de estrategias de manejo pesquero en la región.

En este estudio, el rango de tallas de *D. eumelum* (13,2 a 23,9 cm de longitud total) se situó dentro del rango documentado por Bublely & Pashuk (2010) para *Diplectrum formosum* (6,3 a 23,6 cm de longitud total) en el Océano Atlántico, frente al sureste de Estados Unidos. Cabe destacar que este último rango reportado para *D. formosum* resultó mayor que el observado por (Costa et al., 2018) para *Diplectrum radiale* (14,7 a 23,4 cm de LT) en las costas de Ubatuba y el estuario de Cananéia al sureste de Brasil.

La relación longitud-peso para sexos combinados reveló un crecimiento isométrico en *D. eumelum*. Al comparar este parámetro con otras especies del género *Diplectrum*, el valor del coeficiente  $b$  obtenido para *D. eumelum* fue notablemente similar al documentado por Bortone (1971) para *D. formosum* en el norte del Golfo de California a lo largo de la costa de Florida con un valor de  $b$  ligeramente superior a 3.

Los estudios en la familia Serranidae muestran una variabilidad significativa en los valores del coeficiente  $b$ . Esta variabilidad, como señala (Vera-García et al., 2025) podría reflejar no solo diferencias interespecíficas, sino también fluctuaciones en la disponibilidad de alimento entre localidades, incluso dentro de una misma especie. Por ejemplo, se informó que para *D. labarum* evaluada en el puerto de Jaramijó en la costa ecuatoriana, presentó un crecimiento alométrico negativo  $b=2,67$ . En contraste con Darcy (1985) que reportó para *D. formosum* en el Golfo de México un crecimiento alométrico positivo  $b=3,04$ .

Este parámetro posee una relevancia biológica fundamental. Como destaca Froese (2006), un coeficiente  $b$  próximo a 3 indica que los individuos aumentan su longitud al mismo tiempo que su peso.

En nuestro estudio, los datos se limitaron a un corto periodo de tiempo y ausencia de ejemplares durante la época lluviosa, lo que en consecuencia impidió realizar comparaciones en relación al tiempo y época del año. Por lo consiguiente, sugerimos que investigaciones futuras extiendan los periodos de monitoreo e incluyan muestreos representativos para validar de forma más robusta el tipo de crecimiento que presenta *D. eumelum* frente a estos escenarios mencionados.

Los índices de precisión y sesgo empleados para validar las determinaciones de edad en peces óseos de longevidad moderada se encontraron dentro de los rangos recomendados por Campana (2001). Específicamente, un APE de 5,5% y un CV de 7,6% son valores aceptables para este tipo de estudios. Estas medidas son fundamentales en los análisis de edad y crecimiento, ya que garantizan fiabilidad y reproducibilidad de los grupos de edad analizados dentro de una especie. Por lo tanto, se recomienda que futuros estudios basados en conteos de anillos de crecimiento en estructuras calcificadas incluyan al menos dos lectores independientes como mínimo e índices de precisión y sesgo, tal como proponen Goldman & Cailliet (2005).

De los 95 especímenes de *D. eumelum* recolectados, se determinaron cuatro grupos de edad, donde la mayoría de los especímenes pertenecían al grupo de edad 2, y no se observaron especímenes menores de un año. De acuerdo con Bortone (1977a) en su estudio realizado en la Bahía de Panamá, menciona que los especímenes de *D. macrocopoma* más viejos eran los del grupo de edad 4 y se agrupan en grupos de tamaños definidos. Por otro lado, este mismo estudio Bortone (1977a) reporta que la especie *D. pacificum* presenta individuos más viejos a la edad de 6 años siendo esta una categoría mayor a la antes mencionada para *D. macropoma* y *D. eumelum*.

La ausencia de ejemplares menores de un año y la escasa representación de ejemplares mayores en las muestras podrían deberse a un posible sesgo de captura hacia los individuos de edades intermedias. Estas limitaciones en la cobertura de tallas justifican el uso de la estadística bayesiana para estimar los parámetros de crecimiento. Esta metodología, como señala Vera-García et al (2025) posee la capacidad de integrar información previa relevante y manejar la incertidumbre asociada a datos incompletos proporcionando así información más confiable.

En el presente estudio, el valor de  $L_{\infty}$  registrado superó significativamente el valor documentado por Buble & Pashuk (2010) para *Diplectrum formosum* en el sureste de Estados Unidos. Los hallazgos en este estudio contrastan con investigaciones previas que reportaron valores de  $L_{\infty}$  más elevados en otras especies de serránidos. Craig et al (1999) observaron dicha tendencia en la cabrilla piedrera tanto en Galápagos (Ecuador) como en Puerto Vallarta (México), mientras que estudios sobre la cabrilla panameña en la Bahía de Banderas (México) reflejaron patrones similares. Adicionalmente, se evidenció un  $L_{\infty}$  mayor que *D. eumelum* en el Pacífico ecuatoriano. Estos patrones fueron documentados por Tserpes & Tsimenides (2001) en *Serranus cabrilla* en la Bahía de Heraklion; asimismo Santana Ortega & Castro (2007) en *Serranus atricauda* en las Islas de Gran Canaria y La Palma (**Tabla 5**).

El modelo de von Bertalanffy se estableció como el más adecuado para describir el tipo de crecimiento de *D. eumelum* ya que captura con precisión la desaceleración en etapas posteriores y el límite asintótico esperado. Sin embargo, este modelo presenta limitaciones para representar con precisión las tasas de crecimiento durante las fases larvarias o juveniles tempranas (Vasbinder & Ainsworth, 2020).

Por el contrario, los modelos Gompertz y Logístico, son más adecuados para organismos con maduración temprana y crecimiento juvenil acelerado (Flinn & Midway, 2021) subestimaron sistemáticamente las tasas de crecimiento durante las fase inicial, media y avanzada del ciclo vital lo que generó curvas de crecimiento con puntos de inflexión temprana las cuales no refleja adecuadamente la desaceleración en edades más avanzadas.

Respecto a la tasa de crecimiento ( $K$ ), si bien los valores obtenidos se sitúan dentro del rango documentado para especies afines, se aprecian variaciones específicas al compararlos con estudios previos. Por ejemplo, en el caso de *Serranus cabrilla*, Tserpes & Tsimenides (2001) registraron un valor de  $K=0,39$  en la Bahía de Heraklion, mientras que Torcu-Koc et al (2004) documentaron

una  $K=0,11$  para la misma especie en aguas del mar Egeo en Turquía. En contraste con Craig et al (1999) hallaron valores considerablemente más altos para *Epinephelus labriformis* con un valor de  $K=0,214$  en Galápagos (Ecuador) y  $K=0,318$  en Puerto Vallarta (México). Asimismo, Santana Ortega & Castro (2007) reportaron para *Serranus atricauda* en las Islas de la Gran Canaria una tasa de crecimiento de ( $K=0,1$ ) similar a la observada en La Palma ( $K=0,2$ ).

**Tabla 5.** Parámetros de crecimiento estimados en diferentes especies de camotillo (familia Serranidae) alrededor del mundo. *Lo*: longitud asintótica, *k/g*: coeficiente de crecimiento para cada modelo, *to*: edad, *C*: sexos combinados

Región	Especie	Sexo	Modelo	Parámetros de crecimiento			Autor
				$L_{\infty}$ (cm LT)	<i>k</i> ( $yr^{-1}$ )	<i>t</i> <sub>0</sub> (yr)	
Sureste de Estados Unidos	<i>Diplectrum formosum</i>	C	VB	20,84	0,70	-0,75	(Bublely & Pashuk, 2010)
Mar Egeo, Turquía	<i>Serranus cabrilla</i>	C	VB	33,55	0,11	-3,17	(Torcu-Koc et al., 2004)
Bahía de Heraklion	<i>Serranus cabrilla</i>	C	VB	222,9	0,39	-0,59	(Tserpes & Tsimenides, 2001)
Islas de Gran Canaria	<i>Serranus atricauda</i>	C	VB	49,9	0,1	-	(Santana Ortega & Castro, 2007)
Las Palmas	<i>Serranus atricauda</i>	C	VB	52,2	0,2	-	(Santana Ortega & Castro, 2007)
Galápagos, Ecuador	<i>Epinephelus labriformis</i>	C	VB	309,77	0,214	0,17	(Craig et al., 1999)
Puerto Vallarta	<i>Epinephelus labriformis</i>	C	VB	256,165	0,318	-2,33	(Craig et al., 1999)
Bahía de Banderas, México	<i>Cephalopholis panamensis</i>	C	VB	249,047	0,196	-4,149	(Craig et al., 1999)
Pacífico ecuatoriano	<i>Diplectrum eumelum</i>	C	VB	30,32	0,53	-	Presente estudio
			Frecuentista	20,68	1,51	-	

Las diferencias observadas en los valores de  $L_{\infty}$  y  $K$  entre especies de la misma familia distribuidas en distintas regiones geográficas puede atribuirse a una interacción compleja de factores ambientales, genéticos y metodológicos. Parámetros ambientales claves como temperatura, salinidad y disponibilidad de alimento, junto con las adaptaciones genéticas influyen significativamente en los patrones de crecimiento y el tamaño máximo alcanzado por la especie (Vera-García et al., 2025).

Los parámetros de crecimiento estimados en este estudio servirán de soporte fundamental para conocer las características de la población de *D. eumelum* en aguas ecuatorianas, particularmente su longevidad, patrones de reclutamiento y tasa de mortalidad natural. Como mencionan Mero Macías & Mendoza Mero (2024) estos estudios servirán de base para futuras investigaciones demográficas en la región, potenciando la capacidad de diseñar estrategias de gestión pesquera dirigida a esta especie.

## 5. CONCLUSIÓN

En este estudio sobre el camotillo (*Diplectrum eumelum*) revela un patrón de crecimiento isométrico. La aplicación del método bayesiano demostró ser efectiva para integrar los datos de edad ausentes y modelar la curva de crecimiento respaldando la confiabilidad de las estimaciones mediante el criterio de exclusión. La distribución de tallas varió significativamente entre las localidades, sugiriendo la influencia de factores ambientales o ecológicos. Estos resultados son cruciales para desarrollar planes de manejo sostenible y puedan garantizar la explotación responsable del recurso.

## 6. BIBLIOGRAFIA

- Aguilar Palomino, B., & González Sansón, G. (2010). Composición y superposición de dietas en cuatro especies de *Diplectrum* (Perciformes: Serranidae) en el Pacífico central mexicano. *Revista de Biología Tropical*, 58(4), 1189-1198.
- Alarcón, M., Eslava, N., González, L. W., & Guevara, F. (2016). Crecimiento y mortalidad del pez *Canthidermis sufflamen* (Perciformes: Balistidae) de los archipiélagos Los Frailes y Los Testigos, Venezuela. *Revista de Biología Tropical*, 65(3), 858-867. <https://doi.org/10.15517/rbt.v65i3.23715>
- Araya, M., & Cubillos, L. (2002). EL ANALISIS RETROSPECTIVO DEL CRECIMIENTO EN PECES Y SUS PROBLEMAS ASOCIADOS. *Gayana (Concepción)*, 66(2), 161-179. <https://doi.org/10.4067/S0717-65382002000200010>
- 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>
- Beltrán-Álvarez, R., Sánchez-Palacios, J., Valdez, G. L., & Ortega-Salas, A. A. (2010). Edad y crecimiento de la mojarra *Oreochromis aureus* (Pisces: Cichlidae) en la Presa Sanalona, Sinaloa, México. *Revista de Biología Tropical*, 58(1), 325-338.
- Bortone, S. A. (1971). *Studies on the biology of the sand perch, Diplectrum formosum (Perciformes: Serranidae)* (Vol. 65).
- Bortone, S. A. (1977a). Observations on the Life History of *Diplectrum pacificum* and *D. macropoma* (Pisces, Serranidae) from the Bay of Panama. *Pacific Science*, 31(1), 49-60.
- Bortone, S. A. (1977b). *Revision of the Sea Basses of the Genus Diplectrum (Pisces: Serranidae)*. Department of Commerce, National Oceanic and Atmospheric Administration, National Marine Fisheries Service.
- 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*. ISSN: 2600-5824., 6(11), Article 11. <https://doi.org/10.56124/yaku.v6i11.536>

- Bubley, W. J., & Pashuk, O. (2010). Life history of a simultaneously hermaphroditic fish, *Diplectrum formosum*. *Journal of Fish Biology*, 77(3), 676-691. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.2010.02710.x>
- Cailliet, G. M., Andrews, A. H., Burton, E. J., Watters, D. L., Kline, D. E., & Ferry-Graham, L. A. (2001). Age determination and validation studies of marine fishes: Do deep-dwellers live longer? *Experimental Gerontology*, 36(4), 739-764. [https://doi.org/10.1016/S0531-5565\(00\)00239-4](https://doi.org/10.1016/S0531-5565(00)00239-4)
- Cailliet, G. M., Martin, L. K., Kusher, D., Wolf, P., & Welden, B. A. (1983). *Techniques for enhancing vertebral bands in age estimation of California elasmobranchs*. (Vol. 8).
- 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>
- Chang, W. Y. B. (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, E. F. S., Dias, J. F., & Murua, H. (2018). *Diplectrum radiale* (Quoy & Gaimard, 1824) (Serranidae): A rare case of simultaneous hermaphroditism in a teleost fish. *Acta Zoologica*, 99(3), 244-257. <https://doi.org/10.1111/azo.12206>
- Craig, M. T., Pondella, D. J., & Hafner, J. C. (1999). Analysis of age and growth in two Eastern Pacific groupers (Serranidae: Epinephelinae). *Bulletin of Marine Science*, 65(3), 807-814.
- Darcy, G. H. (1985). *Synopsis of Biological Data on the Sand Perch, Diplectrum Formosum (Pisces: Serranidae)*. U.S. Government Printing Office.
- Das, M. (1994). Age Determination and Longevity in Fishes. *Gerontology*, 40(2-4), 70-96. <https://doi.org/10.1159/000213580>

- dos-Santos, M. R., Katsuragawa, M., Zani-Teixeira, M. de L., & Favero, J. M. del. (2019). Composition and distribution of Serranidae (Actinopterygii:Perciformes) larvae in the Southeastern Brazilian Bight. *Brazilian Journal of Oceanography*, 67, e19264. <https://doi.org/10.1590/S1679-87592019026406701>
- Flinn, S. A., & Midway, S. R. (2021). Trends in Growth Modeling in Fisheries Science. *Fishes*, 6(1), Article 1. <https://doi.org/10.3390/fishes6010001>
- Franke, R., & Acero, A. (1995). Peces serránidos del Parque Gorgona, Pacífico colombiano (Osteichthyes: Serranidae). *Rev. Acad. Colomb. Cienc.*, 19(74), 593-600.
- 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>
- Goldman, K. J. (2005). *Age and growth of elasmobranch fishes*. 474. <https://www.fao.org/4/a0212e/A0212E10.htm>
- Goldman, K. J., & Cailliet, G. M. (2005). Age Determination and Validation in Chondrichthyan Fishes. En *Biology of sharks and their relatives*, (Second edition, pp. 423-451.). [https://www.researchgate.net/publication/290495880\\_Age\\_Determination\\_and\\_Validation\\_in\\_Chondrichthyan\\_Fishes](https://www.researchgate.net/publication/290495880_Age_Determination_and_Validation_in_Chondrichthyan_Fishes)
- Gompertz, B. (1825). 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. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, 115, 513-583.
- González Dubox, M. D., Córdoba Gironde, S., López Greco, L. S., & Tombari, A. D. (2023). Morfología de los otolitos sagitta, lapillus y asteriscus de *Genidens barbatus* de distribución patagónica. *Marine & Fishery Sciences (MAFIS)*, 36(1), 109-116.
- Grønkvær, P. (2016). Otoliths as individual indicators: A reappraisal of the link between fish physiology and otolith characteristics. *Marine and Freshwater Research*, 67(7), 881-888. <https://doi.org/10.1071/MF15155>
- Heemstra, P. C. (1995). Serranidae. Meros, serranos, guasetas, enjambres, baquetas, indios, loros, gallinas, cabrillas, garropas. En *Guía FAO para Identificación de Especies para lo Fines*

*de la Pesca*. (Fischer, W., Krupp F., Schneider W., Sommer C., Carpenter KE; Niem VH, Vol. 3, pp. 1565-1613). Pacifico Centro-Oriental. <https://www.fao.org/4/v6250s/v6250s00.htm>

Hoenig, J. M., Morgan, M. J., & Brown, C. A. (1995). Analysing differences between two age determination methods by tests of symmetry. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 52(2), 364-368. <https://doi.org/10.1139/f95-038>

Instituto Público de Investigación Acuícola y Pesquero. (2018). *Ficha Técnica 041: Diplectrum eumelum (Rosenblatt & Johnson, 1974)*. Instituto Público de Investigación Acuícola y Pesquero (IPIAP). <https://www.institutopesca.gob.ec/wp-content/uploads/2018/01/FICHA-041-Diplectrum-eumelum.pdf>

Leta, H. R., & Keim, A. (1982). *LECTURA DE EDADES EN OTOLITOS DE PECES TELEOSTEOS* (Informe técnico No. 30; pp. 1-41). <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/504b70d5-9f6b-4c17-a343-b3018e6a3046/content/ac567s.htm>

Liotta, J. R., Arrieta, P. M., & Colautti, D. C. (2022). *Validación del otolito como estructura para determinar la edad del sábalo (Prochilodus lineatus Valenciennes, 1837)* (CABA. Informe Técnico No. 73; pp. 1-23). Coordinación de Pesca Continental, Dirección de Planificación Pesquera, Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca de la República Argentina. [https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/pesca\\_continental/informes/otros\\_informes/\\_archivos/000000\\_Cuencas%20Fluviales%20-%20General/220822\\_Informe%20T%C3%A9cnico%20Nro%2073.pdf](https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/pesca_continental/informes/otros_informes/_archivos/000000_Cuencas%20Fluviales%20-%20General/220822_Informe%20T%C3%A9cnico%20Nro%2073.pdf)

Lombarte, A., & Cruz, A. (2007). Otolith size trends in marine fish communities from different depth strata. *Journal of Fish Biology*, 71(1), 53-76.

López, M. E., Reinaldo, M. O., Rodríguez, K. A., Rico, M. R., Sáez, M. B., & González, R. A. (2019). First data on the age and growth of Brazilian flathead *Percophis brasiliensis* (Pisces: Perciformes) in San Matías Gulf, northern Patagonia (Argentina). *Marine and Fishery Sciences (MAFIS)*, 32(2), Article 2. <https://doi.org/10.47193/mafis.3222019121902>

- Márquez, J. L. G., Mendoza, B. P., Santiago, J. L. G., Ugarte, I. H. S., Sandoval, A. C., & Reyes, C. B. (2020). *Determinación de la edad y crecimiento de organismos acuáticos con énfasis en peces*.
- Martínez Pérez, J. A., Chávez Arteaga, M., & Musi, J. L. (2007). Utilización de otolitos como herramienta en la determinación de especies. *Revista de Zoología*, 18, 13-18.
- Mendoza Rodríguez, R. P. (2006). OTOLITHS AND THEIR APPLICATIONS IN FISHERY SCIENCE. *Croatian Journal of Fisheries: Ribarstvo*, 64(3), 89-102.
- Mero Macías, K. Y., & Mendoza Mero, U. R. (2024). *Edad y crecimiento de Echiophis brunneus desembarcado en el puerto a artesanal de Jaramijó*.  
<https://repositorio.uleam.edu.ec/handle/123456789/7144>
- Mille, T., Mahe, K., Villanueva, M. C., De Pontual, H., & Ernande, B. (2015). Sagittal otolith morphogenesis asymmetry in marine fishes. *Journal of Fish Biology*, 87(3), 646-663.  
<https://doi.org/10.1111/jfb.12746>
- Morales, M., & González, L. W. (2010). Edad y crecimiento del pez *Haemulon steindachneri* (Perciformis: Haemulidae) en el suroeste de la isla de Margarita, Venezuela. *Revista de Biología Tropical*, 58(1), 299-310.
- Morales-Nin, B. (1992). *Determinacion del crecimiento de peces oseos en base a la microestructura de los otolitos* (Vol. 322). Food & Agriculture Org.
- Ogle, D. H. (2018). *Introductory Fisheries Analyses with R*. Chapman and Hall/CRC.  
<https://doi.org/10.1201/9781315371986>
- Omaña Reyes, P. (2024). *Morfología comparativa del otolito sagitta de los peces del golfo de México de acuerdo con su forma de vida* [Tesis de Grado, Universidad Nacional Autónoma de México].  
[https://ru.dgb.unam.mx/jspui/bitstream/20.500.14330/TES01000852516/3/0852516.pdf#:~:text=variabilidad%20de%20formas%20es%20muy%20amplia%2C%20encontrando,pe1%3%A1lgicos%20\(figura%209\)%20observamos%20que%20tienen%20forma.](https://ru.dgb.unam.mx/jspui/bitstream/20.500.14330/TES01000852516/3/0852516.pdf#:~:text=variabilidad%20de%20formas%20es%20muy%20amplia%2C%20encontrando,pe1%3%A1lgicos%20(figura%209)%20observamos%20que%20tienen%20forma.)

- Oré-Villalba, D. O. (2017). Catálogo fotográfico de otolitos de peces marinos y dulceacuícolas del Perú. *Instituto del Mar del Perú - IMARPE*. <https://repositorio.imarpe.gob.pe/handle/20.500.12958/3190>
- Pardo, A., Santos, A. D., Laaz, E., Preciado, M., Ramos, E., Panchana, R., Domínguez, L., & Jarrín, J. M. (2017). Estudio para evaluar el uso de anillos anuales de otolitos para estimar la edad de Merluza (*Merluccius gayi*) capturadas en pesquerías Ecuatorianas. *Revista Tecnológica - ESPOL*, 30(2), Article 2.
- Ricker, W. E. (1979). 11—Growth Rates and Models. En W. S. Hoar, D. J. Randall, & J. R. Brett (Eds.), *Fish Physiology* (Vol. 8, pp. 677-743). Academic Press. [https://doi.org/10.1016/S1546-5098\(08\)60034-5](https://doi.org/10.1016/S1546-5098(08)60034-5)
- Rojas M, J. R., & Pequeño, G. (2001). Revisión taxonómica de especies de las subfamilias Epinephelinae y Serraninae (Pisces: Serranidae) de Chile. *Revista de Biología Tropical*, 49(1), 157-171.
- Salgado Ugarte, I. H., Saito Quezada, V. M., Gómez Márquez, J. L., Guzmán Urieta, E. O., Meléndez Contreras, M. E., Rangel Rocha, H., González Castillo, A. G., Rivera Barrera, M. A., Isoteco Palemón, J. R., Palma Barrón, E., Pérez Olivares, I., & Crisóstomo Pérez, M. (2023). *Estudios Esclerocronológicos sobre Edad y Crecimiento de Moluscos, Equinodermos, Peces y Reptiles*. <https://www.zaragoza.unam.mx/wp-content/2023/Publicaciones/libros/cbiologia/Estudios-Esclerocronologicos.pdf>
- Santana Ortega, A. T., & Castro, J. J. (2007). Variaciones en la reproducción y crecimiento de la cabrilla (*serranus atricauda*) en aguas de Canarias. *Vector Plus*. <https://accedacris.ulpgc.es/jspui/handle/10553/6657>
- Smart, J. (2023). *BayesGrowth: Estimate Fish Growth Using MCMC Analysis* [Dataset]. The R Foundation. <https://doi.org/10.32614/cran.package.bayesgrowth>
- Smart, J. J., Chin, A., Tobin, A. J., & Simpfendorfer, C. A. (2016). Multimodel approaches in shark and ray growth studies: Strengths, weaknesses and the future. *Fish and Fisheries*, 17(4), 955-971. <https://doi.org/10.1111/faf.12154>

- 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, B. (2008). IUCN Red List of Threatened Species: *Diplectrum eumelum*. *IUCN Red List of Threatened Species*. <https://www.iucnredlist.org/en>
- 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 - INVEMAR*, *37*(2), 45-54.
- Torcu-Koc, H., Türker-Cakir, D., & Duli, J. (2004). AGE, GROWTH AND MORTALITY OF THE COMBER, *SERRANUS CABRILLA* (SERRANIDAE) IN THE EDREMIT BAY (NW AEGEAN SEA, TURKEY). *Cybium*, *28*(1), 19-25. <https://doi.org/10.26028/cybium/2004-281-003>
- Tserpes, G., & Tsimenides, N. (2001). Age, growth and mortality of *Serranus cabrilla* (Linnaeus, 1758) on the Cretan shelf. *Fisheries Research*, *51*(1), 27-34. [https://doi.org/10.1016/S0165-7836\(00\)00237-X](https://doi.org/10.1016/S0165-7836(00)00237-X)
- Valle López, F. L. (2014). *Relación de la longitud del otolito sagitta versus longitud y peso corporal en especies selectas de mojarras (Perciformes: Gerreidae)* [Tesis Doctoral, Universidad Autónoma de Baja California Sur]. <https://biblio.uabcs.mx/tesis/te3158.pdf>
- Vasbinder, K., & Ainsworth, C. (2020). Early life history growth in fish reflects consumption-mortality tradeoffs. *Fisheries Research*, *227*, 105538. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2020.105538>
- Vera-García, L., Lucas-Fernández, A. A., Mendoza-Nieto, K., Alió, J. J., & Briones-Mendoza, J. (2025). Life history of *Paralabrax callaensis* (Starks, 1906) in Las Piñas Fishing Cove, Manabí, Ecuador. *Marine and Fishery Sciences (MAFIS)*, *38*(3), Article 3. <https://doi.org/10.47193/mafis.3832025010710>
- Vieira, A. R. (2023). Assessment of Age and Growth in Fishes. *Fishes*, *8*(10), Article 10. <https://doi.org/10.3390/fishes8100479>

- Volpedo, A. (2001). *Estudio de la morfometría de las sagittae en poblaciones de sciaenidos marinos de aguas cálidas del Perú y aguas templado-frías de Argentina*. [Tesis Doctoral, Universidad de Buenos Aires. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales]. [https://bibliotecadigital.exactas.uba.ar/collection/tesis/document/tesis\\_n3334\\_Volpedo](https://bibliotecadigital.exactas.uba.ar/collection/tesis/document/tesis_n3334_Volpedo)
- Volpedo, A. V., & Vaz-dos-Santos, A. M. (2015). *Métodos de estudios con otolitos: Principios y aplicaciones*. [https://www.researchgate.net/profile/Alberto-Correia/publication/287995245\\_Estudio\\_del\\_sitio\\_de\\_puesta\\_dispersion\\_de\\_las\\_larvas\\_y\\_el\\_reclutamiento\\_de\\_congrio\\_europeo\\_costeiro\\_Conger\\_conger\\_utilizando\\_el\\_analisis\\_estructural\\_y\\_quimica\\_de\\_los\\_otolitos\\_Un\\_estudio\\_de\\_caso/links/58c95a0d4585157512329821/Estudio-del-sitio-de-puesta-dispersion-de-las-larvas-y-el-reclutamiento-de-congrio-europeo-costeiro-Conger-conger-utilizando-el-analisis-estructural-y-quimica-de-los-otolitos-Un-estudio-de-caso.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Alberto-Correia/publication/287995245_Estudio_del_sitio_de_puesta_dispersion_de_las_larvas_y_el_reclutamiento_de_congrio_europeo_costeiro_Conger_conger_utilizando_el_analisis_estructural_y_quimica_de_los_otolitos_Un_estudio_de_caso/links/58c95a0d4585157512329821/Estudio-del-sitio-de-puesta-dispersion-de-las-larvas-y-el-reclutamiento-de-congrio-europeo-costeiro-Conger-conger-utilizando-el-analisis-estructural-y-quimica-de-los-otolitos-Un-estudio-de-caso.pdf)
- von BERTALANFFY, L. (1938). A Quantitative Theory of Organic Growth (inquiries on Growth Laws. Ii). *Human Biology*, 10(2), 181-213.