



FACULTAD DE CIENCIAS DE LA VIDA Y TECNOLOGÍAS
CARRERA DE BIOLOGÍA

TRABAJO DE TITULACIÓN

Modalidad Artículo Académico

Tema

Dinámica reproductiva de la botellita, *Auxis thazard* (Lacepede, 1800),
desembarcadas en el Pacífico ecuatoriano.

Autor

Alvarado Moreira Oscar Joel & Nuñez García Jelixa Nayely

Tutor:

Blgo. Klever Mendoza Nieto, PhD.

Periodo 2024 - 2

Declaración de autoría

Alvarado Moreira Oscar Joel y Nuñez García Jelixa Nayely declaramos que hemos concluido la realización del trabajo de titulación bajo la modalidad de Artículo Académico previo a la obtención del título de Biólogo, con el tema: "Dinámica reproductiva de la botellita, *Auxis thazard* (Lacepede, 1800), desembarcadas en el Pacífico ecuatoriano."

Se ha revisado la versión final del manuscrito y apruébanos su presentación para su publicación. Nos encontramos en el derecho de asegurar que este trabajo es original, y no ha sido publicado previamente.

Firma:



Alvarado Moreira Oscar Joel


C.I: 131381569-6



Nuñez García Jelixa Nayely

C.I: 135163609-5

Manta, Manabí, Ecuador
Viernes, 07 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(a) de la Facultad Ciencias de la Vida y Tecnologías de la carrera Biología de la Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí, CERTIFICO:

Haber dirigido, revisado y aprobado preliminarmente el Trabajo de Integración Curricular: modalidad **Artículo Académico** bajo la autoría del estudiante: **Alvarado Moreira Oscar Joel**, legalmente matriculado/a en la carrera de **Biología**, período académico 2024-2, cumpliendo el total de **384** horas, cuyo tema del proyecto o núcleo problémico es "**DINAMICA REPRODUCTIVA DE LA BOTELLITA, AUXIS THAZARD (LACEPEDE, 1800), DESEMBARCADAS EN EL PACIFICO 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, 16 de diciembre de 2024.

Lo certifico,



Blgo. Klover Mendoza Nieto, PhD
Docente Tutor(a)

 Uleam UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ	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 Tecnologías de la carrera Biología de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, CERTIFICO:

Haber dirigido, revisado y aprobado preliminarmente el Trabajo de Integración Curricular: modalidad **Artículo Académico** bajo la autoría del estudiante: **Nuñez Garcia Jelixa Nayely**, legalmente matriculado/a en la carrera de **Biología**, período académico 2024-2, cumpliendo el total de **384** horas, cuyo tema del proyecto o núcleo problémico es **“DINAMICA REPRODUCTIVA DE LA BOTELLITA, AUXIS THAZARD (LACEPEDE, 1800), DESEMBARCADAS EN EL PACIFICO 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, 16 de diciembre de 2024.

Lo certifico,



Blgo. Kléver Mendoza Nieto, PhD
Docente Tutor(a)



FACULTAD DE CIENCIAS DE LA VIDA Y TECNOLÓGICAS

CARRERA DE BIOLOGÍA

Modalidad Artículo Académico

Dinámica reproductiva de la botellita, *Auxis thazard* (Lacepede, 1800), desembarcadas en el Pacífico ecuatoriano.

Autores:

Alvarado Moreira Oscar Joel

Núñez García Jelixa Nayely



Dra. Dolores Muñoz Verduga, PhD
Presidente del tribunal de Titulación



Blga. Maribel Carrera Fernández, PhD
Miembro Tribunal de Titulación



Blgo. Jesús Briones Mendoza, PhD
Miembro Tribunal de Titulación

Manta, Manabí, Ecuador
Viernes, 07 de Febrero del 2025

DINAMICA REPRODUCTIVA DE LA BOTELLITA, *AUXIS THAZARD* (LACEPEDE, 1800), DESEMBARCADAS EN EL PACIFICO ECUATORIANO

Alvarado Moreira Oscar Joel¹ & Nuñez Garcia Jelixa Nayely¹

¹ Carrera de Biología, Facultad de Ciencias De la Vida y Tecnologías, Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí.

Correo Institucional:

e1313815696@live.uleam.edu.ec; e1351636095@live.uleam.edu.ec

RESUMEN

Auxis thazard, conocido como "botellita" y perteneciente al género *Auxis* y la familia Scombridae, es un pez pelágico pequeño de gran relevancia económica y social en el Ecuador, debido a su captura, desembarque y procesamiento, tanto para la producción de harina de pescado como para el consumo humano. El objetivo del presente estudio fue estimar la dinámica reproductiva y determinar la talla de madurez sexual (L50) de *A. thazard* desembarcado en el Pacífico ecuatoriano. Se analizaron 250 especímenes recolectados entre octubre de 2023 y noviembre de 2024. La relación talla-peso mostró un crecimiento isométrico en machos, hembras y sexos combinados. Las longitudes registradas variaron entre 187 y 380 mm, con pesos comprendidos entre 141 y 1950 g. La talla de madurez sexual (L50) se estimó en 223,49 mm de LT, valor que resulta inferior a la talla promedio de captura observada, lo que sugiere una posible explotación sostenible de la especie.

Palabras clave: *Auxis thazard*, talla de madurez sexual, crecimiento isométrico, Pacífico ecuatoriano.

**REPRODUCTIVE DYNAMICS OF THE BOTTLE FISH, *AUXIS THAZARD*
(LACEPEDE, 1800), LANDED IN THE ECUADORIAN PACIFIC**

Alvarado Moreira Oscar Joel¹ & Nuñez Garcia Jelixa Nayely¹

¹ Biology Program, Faculty of Life Sciences and Technologies, Laica Eloy Alfaro
University of Manabí.

Institutional email:

e1313815696@live.uleam.edu.ec; e1351636095@live.uleam.edu.ec

ABSTRACT

Auxis thazard, commonly known as "botellita" and belonging to the genus *Auxis* and the family Scombridae, is a small pelagic fish of significant economic and social importance in Ecuador, due to its capture, landing, and processing for both fishmeal production and human consumption. The objective of this study was to estimate the reproductive dynamics and determine the size at sexual maturity (L50) of *A. thazard* landed in the Ecuadorian Pacific. A total of 250 specimens were analyzed between October 2023 and November 2024. The length-weight relationship showed isometric growth for males, females, and combined sexes. The lengths recorded ranged from 187 to 380 mm, with weights between 141 and 1950 g. The size at sexual maturity (L50) was estimated at 223.49 mm TL, a value lower than the average capture size observed, suggesting a potentially sustainable exploitation of the species.

Keywords: *Auxis thazard*, size at sexual maturity, isometric growth, Ecuadorian Pacific.

INTRODUCCIÓN

El género *Auxis*, perteneciente a la familia Scombridae, incluye dos especies reconocidas hasta la fecha: *Auxis thazard* (Lacepède, 1800) y *Auxis rochei* (Risso, 1810), las cuales presentan diferencias biológicas mínimas (Collette & Graves, 2019). Estas especies tienen una longevidad estimada de 4 años para *A. thazard* y de 5 años para *A. rochei* (Collette & Graves, 2019).

Auxis thazard forma parte del grupo de peces pelágicos pequeños y es conocida en distintas regiones con nombres como botellita, melva o atún fragata. Esta especie tiene una amplia distribución en los océanos del mundo, especialmente en regiones tropicales y subtropicales, incluyendo los mares Mediterráneo y Negro (Collette & Nauen, 1983). Cuantitativamente, se reconoce al género *Auxis* como el atún más abundante a nivel mundial (Holden & Raitt, 1975).

Las botellitas, *Auxis thazard*, son peces epipelágicos y neríticos (Collette & Nauen, 1983) y presentan un comportamiento migratorio limitado. Esta especie se encuentra entre los peces comerciales más importantes tanto para la pesca artesanal como industrial (Bahou et al., 2017).

En cuanto a su coloración, la región dorsal es más oscura, mientras que las partes ventral y lateral son más claras (Bahou, 2013). La cabeza presenta una tonalidad casi negra, y el dorso muestra un color azul púrpura (Jiménez-Prado & Béarez, 2004). Por su parte, la superficie ventral y lateral es de color blanco, sin marcas ni manchas (Collette & Nauen, 1983). Esta especie puede alcanzar una longitud total máxima de hasta 58 cm (FAO, 2012).

Los peces pelágicos pequeños constituyen uno de los recursos más significativos desde el punto de vista económico y social para el Ecuador. Su extracción, desembarque y procesamiento, principalmente para la producción de harina de pescado, representan una fuente importante de ingresos para el país. Estas especies suelen localizarse en diversas zonas operativas de la flota cerquera-costera, registrándose su mayor concentración en el Golfo de Guayaquil y, en menor medida, en la provincia de Manabí (Patterson & Scott, 1991).

Se estima que la pesca comercial de peces pelágicos pequeños comenzó en la década de 1960, con capturas realizadas durante la noche, basadas en el reconocimiento de cardúmenes superficiales durante la fase lunar de luna nueva ("oscura"). Con el tiempo, se fueron incorporando más embarcaciones, y para 1971, la flota alcanzó un total de 107 embarcaciones, con un promedio de 74 Toneladas de Registro Neto (TRN) (Patterson & Scott, 1991).

En África Occidental, se han realizado varios estudios sobre la biología reproductiva de *A. thazard* (Caveriviere et al., 1976; Alekseev & Alekseeva, 1980; Rudomiotkina, 1984). Investigaciones previas sugirieron que la reproducción de esta especie podría ocurrir en aguas marinas de África Occidental con temperaturas superiores a 24°C (Frade & Postel, 1955; Conand, 1970), lo que implícitamente sugiere que *A. thazard* podría reproducirse también en aguas más frías.

La "botella" (*Auxis spp.*) es una de las especies de peces pelágicos pequeños de mayor importancia comercial a lo largo de la costa ecuatoriana (Santos Sánchez, 2021). La importancia ecológica de *Auxis spp.* y otras especies de peces pelágicos pequeños no debe subestimarse (Ormaza et al., 2018). Estos peces desempeñan un papel crucial en la red alimentaria marina, sirviendo como presa para depredadores más grandes, aves y mamíferos marinos (Macias Tumbaco, 2022).

En Ecuador, actualmente, existen medidas de regulación temporales, como la veda por "oscura", que incluyen vedas de corta duración durante los períodos de pesca más intensos, con el objetivo de reducir entre un 50 y un 75 % el esfuerzo pesquero.

Desde 1984, el Instituto Público de Investigación de Acuicultura y Pesca (IPIAP) ha estado llevando a cabo un seguimiento constante de los principales sitios de desembarque a lo largo de la costa ecuatoriana. Este seguimiento incluye la recopilación de información sobre los volúmenes de captura, las composiciones de tamaño y otros parámetros biológicos como la talla de madurez sexual.

Para obtener un entendimiento integral de las características biológicas de una población y llevar a cabo evaluaciones detalladas de las poblaciones pesqueras, es crucial disponer de datos sobre la proporción de sexos y las variaciones en las fases de madurez a lo largo del año (Holden y Raitt, 1975). Estas variables permiten determinar el potencial reproductivo de dichas poblaciones (Williams, 2007).

Los datos sobre historia de vida de *Auxis thazard*, tales como crecimiento y madurez sexual, son factores esenciales para comprender la dinámica poblacional y reproductiva de la especie, y son clave para su conservación (King, 2013). Su ciclo de desarrollo comprende cinco fases: I. Virginal; II. Madurez virginal o (R) recuperación; III. Maduración; IV. Desove; y V. Desovado (Arriaga, Coello, & Maridueña, 1983).

En base a los antecedentes expuestos, el presente estudio tiene como objetivo analizar los aspectos reproductivos más relevantes de *A. thazard*, con el fin de proporcionar información sobre su desarrollo reproductivo, las tallas medias de madurez sexual y apoyar la implementación de estrategias para una pesquería sostenible del recurso.

METODOLOGÍA

Obtención de muestras

Durante los meses de octubre de 2023 a noviembre de 2024, se realizó el muestreo de 250 especímenes obtenidos de *Auxis thazard*, que son desembarcados en diferentes zonas de desembarques de Manta (Caleta pesquera de Playita Mía, Puerto de Manta), ubicada en la provincia de Manabí (Figura 1).

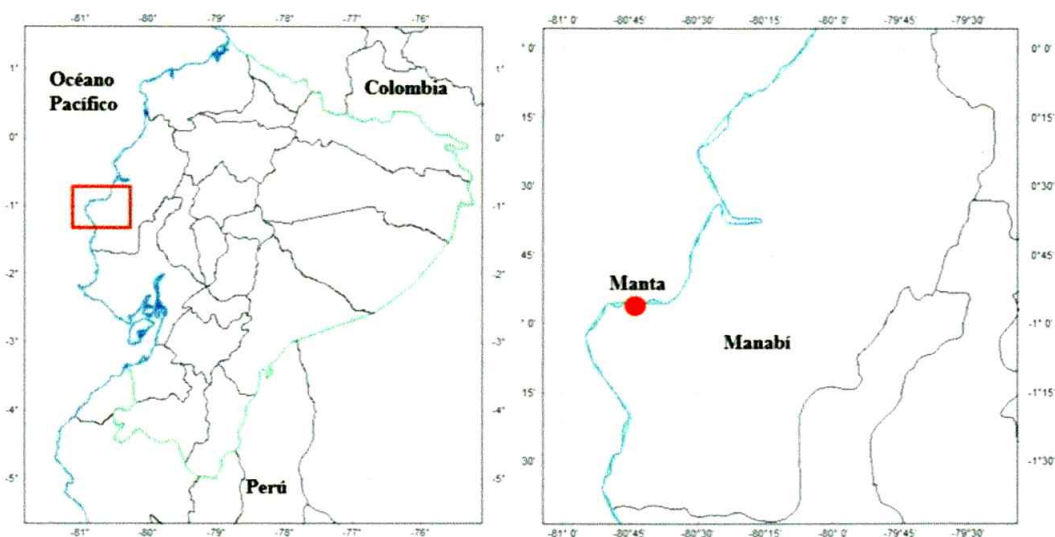


Figura 1. Zona de muestreo

Fase de Laboratorio

Los individuos fueron transportados en hieleras al laboratorio de Biología de la Facultad de Ciencias de la Vida y Tecnologías de la ULEAM, donde se registraron los datos biológicos, como la longitud total (LT) y la longitud furcal (LF), las cuales fueron medidas utilizando una cinta métrica.

Cada uno de los individuos fue eviscerado para registrar los datos de peso total (PT), peso eviscerado (PE) y peso de gónadas (PG), utilizando una balanza digital marca FLUKE 4190. El sexo y la madurez sexual de los individuos fueron determinados mediante la observación de las gónadas. Para ello, se extrajeron las gónadas de los especímenes, se cortaron y se colocaron pequeñas muestras en placas portaobjetos para su observación al microscopio, lo que permitió identificar el sexo y el estado de madurez. Además, se utilizó información y fotografías de guías especializadas para complementar la identificación.

Análisis de datos

La proporción sexual se estimó mediante el cálculo del SEX RATIO y se comprobó mediante prueba de Chi cuadrado bajo la hipótesis $H_0 = 1:1$ $H_1 \neq 1:1$.

La relación longitud-peso de los individuos se determinó utilizando un modelo potencial, el cual describe cómo el peso de un organismo cambia en función de su longitud. Este tipo de relación es esencial para entender el patrón de crecimiento de la especie, y es ampliamente utilizada en estudios de biología pesquera. En este caso, se aplicó la ecuación propuesta por Ricker (1975), citada también por Froese (2006), para conocer el tipo de crecimiento de los especímenes. Este modelo es fundamental para estimar el estado de salud y el crecimiento de las poblaciones en estudio.

$$Pt = aL^b$$

donde PT es el peso total, L es la longitud, 'a' es el intercepto y 'b' es la pendiente que estima el tipo de crecimiento, misma que fue comprobada mediante prueba t student (Zar, 2010), bajo la hipótesis $H_0 = 3$ $H_1 \neq 3$.

La talla de madurez sexual (L50) se estimó ajustando una curva logística a la proporción de individuos maduros por clase de talla. Para este análisis, se utilizó un modelo binomial, asignando el valor 0 a los organismos inmaduros (estadios I y II) y el valor 1 a los organismos maduros (estadios III, IV y V). El cálculo de L50 se realizó empleando el paquete AquaticLifeHistory (Smart, 2019), que permite modelar y estimar las variables biológicas relacionadas con la madurez sexual de las especies.

$$P(L) = P_{max} \left(1 + e^{-\ln\left(\frac{L-L50}{L95-L50}\right)} \right)$$

donde P es la proporción de individuos maduros, L es la longitud, $L50$ es la talla de primera madurez y $L95$ la talla de maternidad.

Análisis estadístico

Se utilizó la prueba de Kolmogorov-Smirnov para verificar la normalidad de los datos. Las diferencias en la distribución de tallas entre los sexos se analizaron mediante la prueba U de Mann-Whitney. Los análisis estadísticos se llevaron a cabo utilizando el software R (R Core Team, 2021) y Statgraphics, con un nivel de significancia de $\alpha = 0.05$.

RESULTADOS

Se analizaron un total de 250 especímenes de *A. thazard*, de los cuales 138 correspondían a hembras y 112 a machos, lo que resultó en una proporción sexual de 0,81M:1H. No se encontraron diferencias significativas en comparación con la proporción esperada ($\chi^2 = 2,70$; $p > 0,05$).

La longitud furcal (LF) de las hembras presentó un rango mínimo de 187 mm y máximo de 345 mm, con una media \pm desviación estándar de $263,9 \pm 41,09$ mm. En los machos, la longitud furcal (LF) varió entre 196 mm y 380 mm, con una media de $274,6 \pm 45,02$ mm. Los datos de talla y peso no cumplieron con los supuestos de normalidad (K-S = 0,11; $p < 0,05$), por lo que se utilizaron pruebas no paramétricas para su análisis (Tabla 1, Figura 2).

Dado que no se encontraron diferencias significativas entre las tallas de hembras y machos de esta especie ($W = 8738,0$; $\text{valor-P} = 0,0757957$), los datos pueden ser procesados como sexos combinados (Figura 3).

Tabla 1. Resumen estadístico de tallas

Sexo	N	Min	Max	Promedio	DE
Macho	112	196	380	275	45,02
Hembra	138	187	345	264	41,09
Combinados	250	187	380	269	43,13

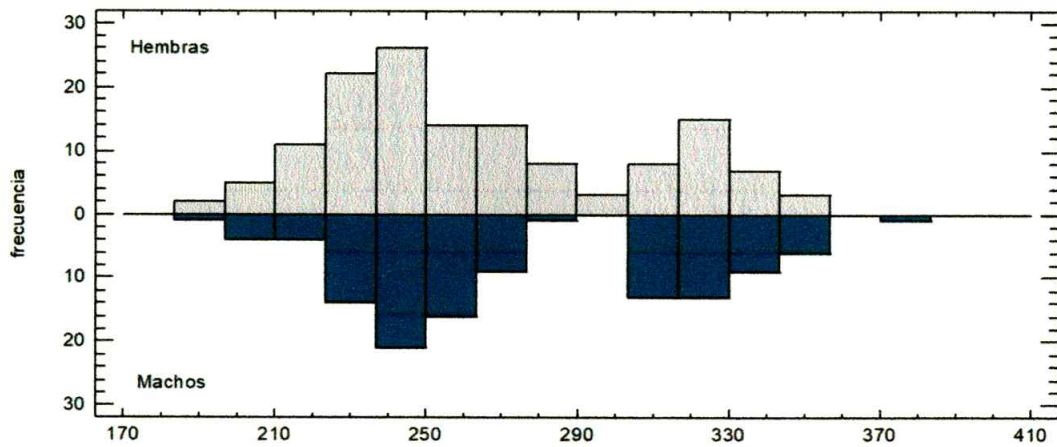


Figura 2. Distribución de tallas para hembras y machos de *A. thazard* registrados en diferentes puntos de descarga pesqueras de Manta, Ecuador.

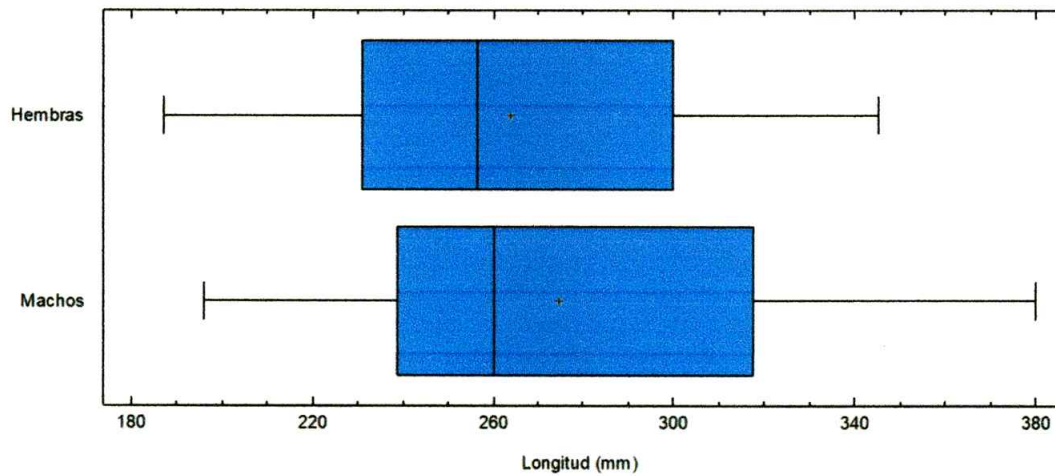


Figura 3: Promedios de Longitud de Hembras y Machos de *A.thazard* registrados en diferentes puntos de descarga pesqueras de Manta, Ecuador.

El peso de los especímenes de ambos sexos varió entre 141 g y 1950 g. En las hembras, el rango de peso fue de 141 a 1950 g (408 ± 363), mientras que en los machos osciló entre 146 y 1840 g (472 ± 392) (Tabla 2).

Tabla 2. Resumen estadístico del peso

Sexo	N	Min	Max	Promedio	DE
Macho	112	146	1840	993	392
Hembra	138	141	1950	1045	363
Combinados	250	141	1950	1019,15	377

La relación talla-peso mostró una fuerte correlación entre las variables de estudio, con un valor de $r = 0,91$ ($p > 0,05$). Los especímenes de *A. thazard* presentaron un crecimiento isométrico, con un valor de $b = 3,15$ ($t = 1,59$; $p > 0,05$) (Figura 4).

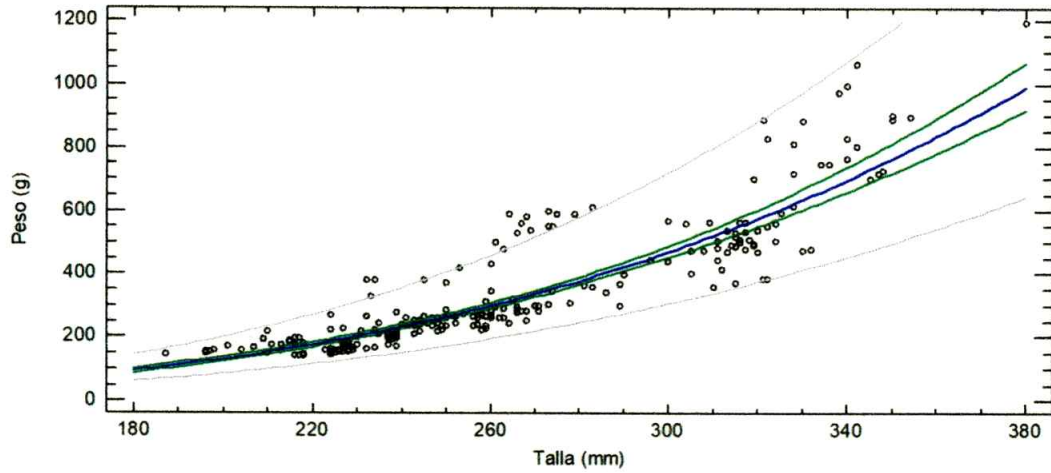


Figura 4: Relación potencial de talla-peso de *A. thazard* para sexos combinados.

En relación con las variables por sexo, se observó una variación positiva tanto en la talla como en el peso. El crecimiento isométrico indica que los individuos crecen proporcionalmente en ambas dimensiones (Figura 5, Figura 6).

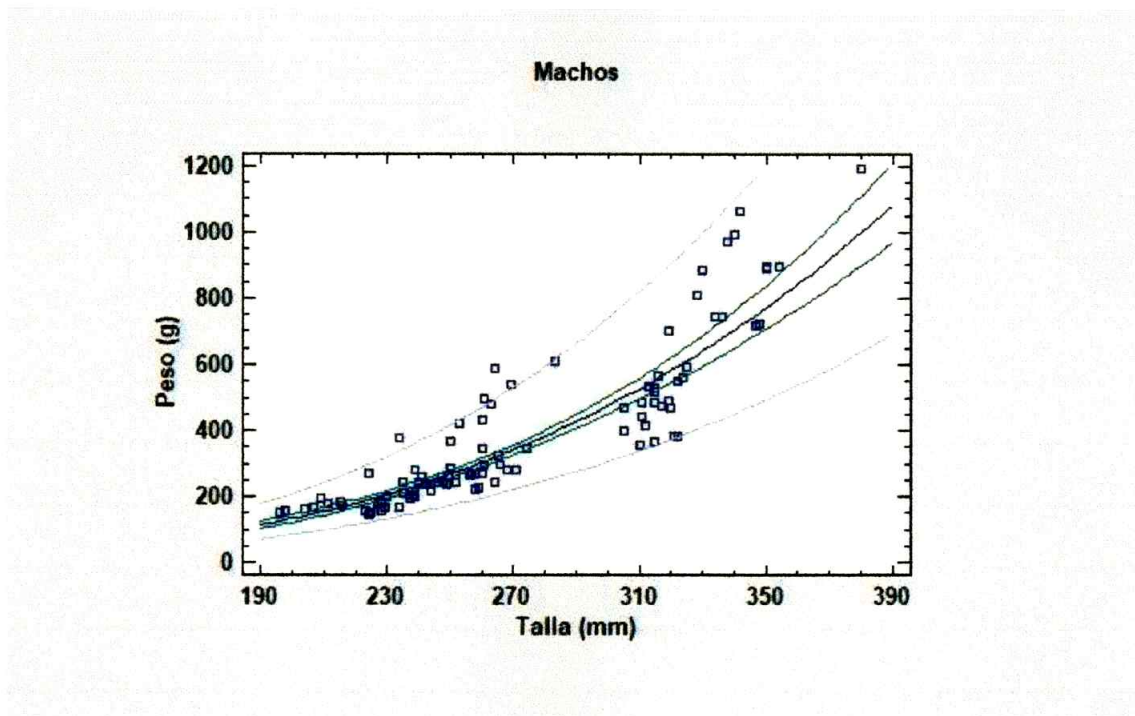


Figura 5: Relación potencial de talla-peso de *A. thazard* para machos.

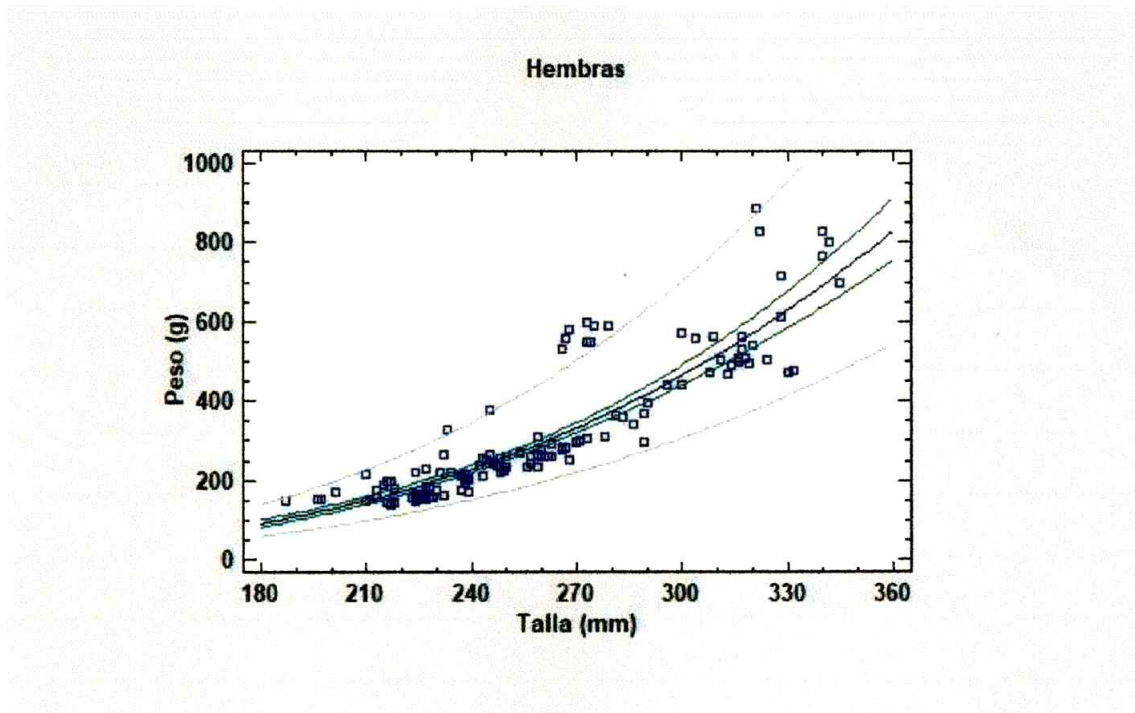


Figura 6: Relación potencial de talla-peso de *A. thazard* para hembras.

El análisis binomial realizado para estimar la talla de madurez sexual de *Auxis thazard* presentó un valor de 223,49 mm \pm 2,17 de error estándar (EE) de longitud furcal (LF) para los sexos combinados. Este resultado implica que aproximadamente el 50% de los especímenes de la población alcanzan la madurez sexual una vez alcanzada esa talla. En otras palabras, la mitad de los individuos en la muestra han desarrollado la capacidad reproductiva cuando llegan a esa longitud furcal, lo que es un indicador clave para comprender los patrones reproductivos de la especie. Además, este hallazgo sugiere que la talla de madurez sexual es considerablemente menor que la talla promedio de captura, que se ha establecido en 258 mm de longitud de fragata (LF), lo que podría tener implicaciones importantes para la gestión de la pesquería.

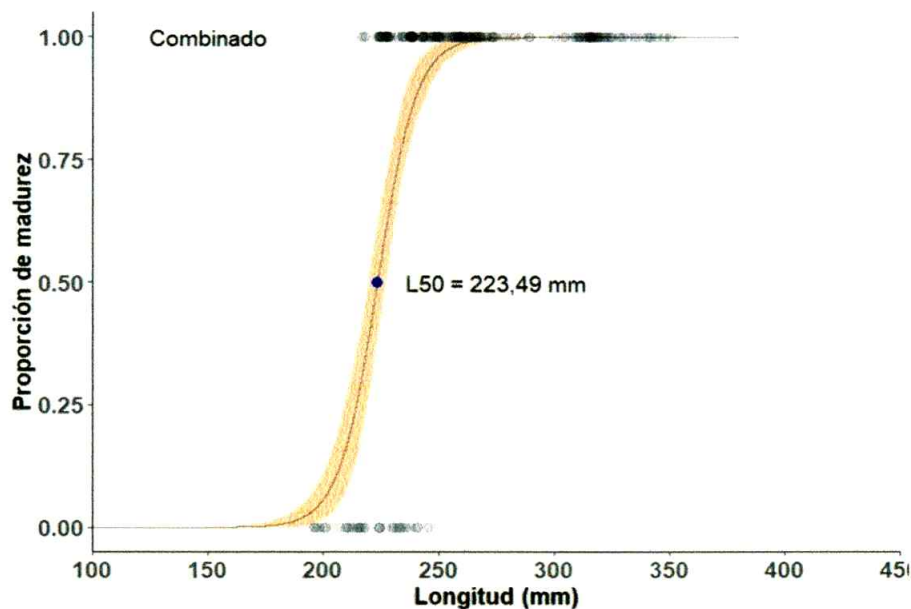


Figura 7: Talla de madurez sexual de *A. thazard* para sexos combinados.

Para la talla de madurez sexual (L50), en esta especie se presentó a los 216,03 mm de LT \pm 4,83EE para hembras, por lo que, el 50% de los especímenes muestreados han alcanzado la madurez sexual a partir de esa talla (*Figura 8*)

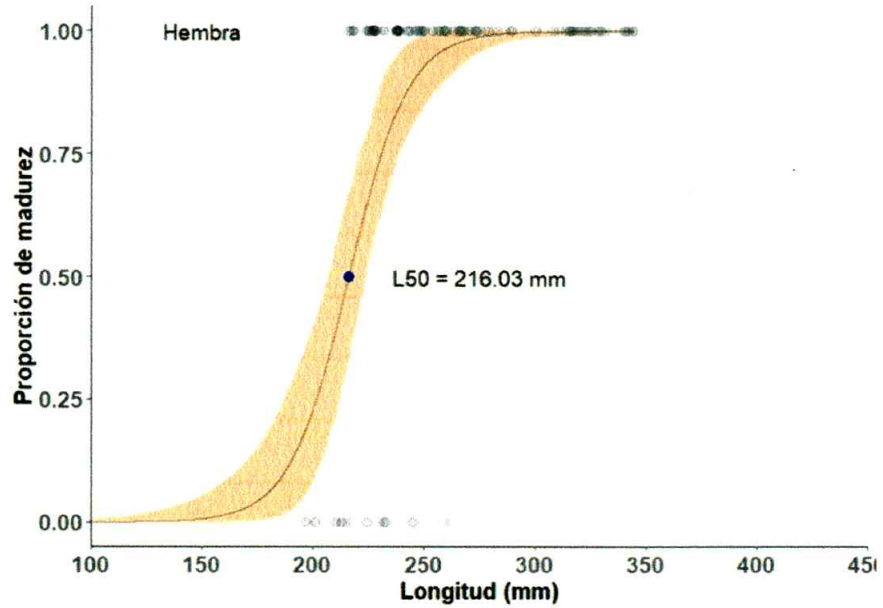


Figura 8: Talla de madurez sexual de *A. thazard* para hembras.

Para la talla de madurez sexual (L50), en esta especie se presentó a los 228,38 mm LF $\pm 5,89EE$ para machos, por lo que, el 50% de los especímenes muestreados han alcanzado la madurez sexual a partir de esa talla (*Figura 9*).

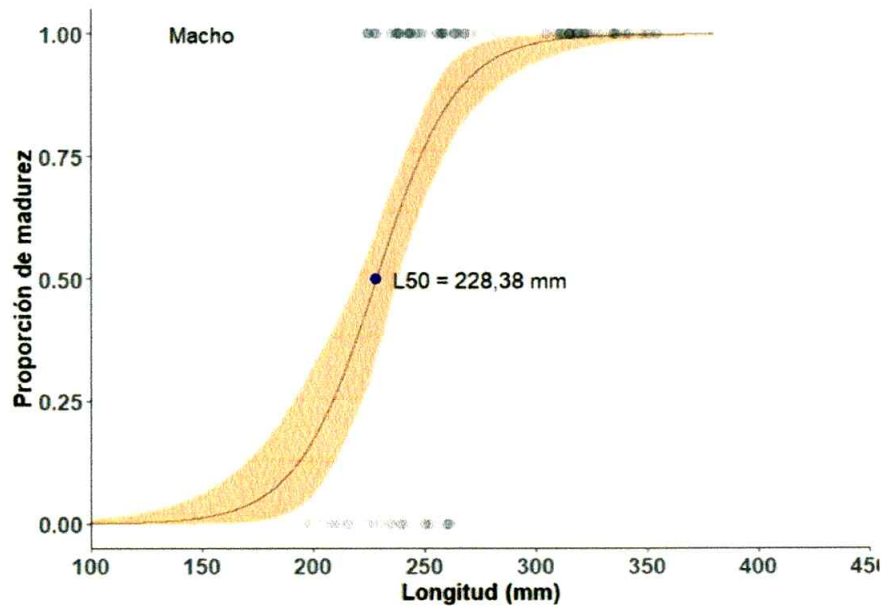


Figura 9: Talla de madurez sexual de *A. thazard* para machos.

Tabla 3. Parámetros de crecimiento y L50

Sexo	N	a	b	R	L50	ES
Macho	112	-11,7	3,13	0,91	228,38	5,89
Hembra	138	-11,9	3,16	0,9	216,03	4,84
Combinados	250	-1,18	3,15	0,91	223,49	2,17

La fase de madurez gonadal de *Auxis thazard* se describe mediante ilustraciones macroscópicas y microscópicas que detallan las fases de desarrollo observadas en las gónadas de los especímenes.

En los machos, en el estadio de maduración III, los testículos mostraron un mayor volumen y una coloración clara, indicando que los espermatozoides están en proceso de maduración y listos para la liberación de espermatozoides durante el desove (Figura 10 a-b). Este estadio refleja un desarrollo gonadal avanzado, donde los testículos alcanzan un tamaño significativo, pero aún no están completamente maduros. En las hembras, en el estadio de maduración III, las gónadas adquirieron un color naranja oscuro, con vasos sanguíneos bien marcados y un volumen notable, lo que sugiere que los ovocitos están casi completamente desarrollados y listos para la ovulación (Figura 10 c-d). En esta fase, las gónadas presentan una madurez cercana al desove, caracterizada por una intensa actividad reproductiva.

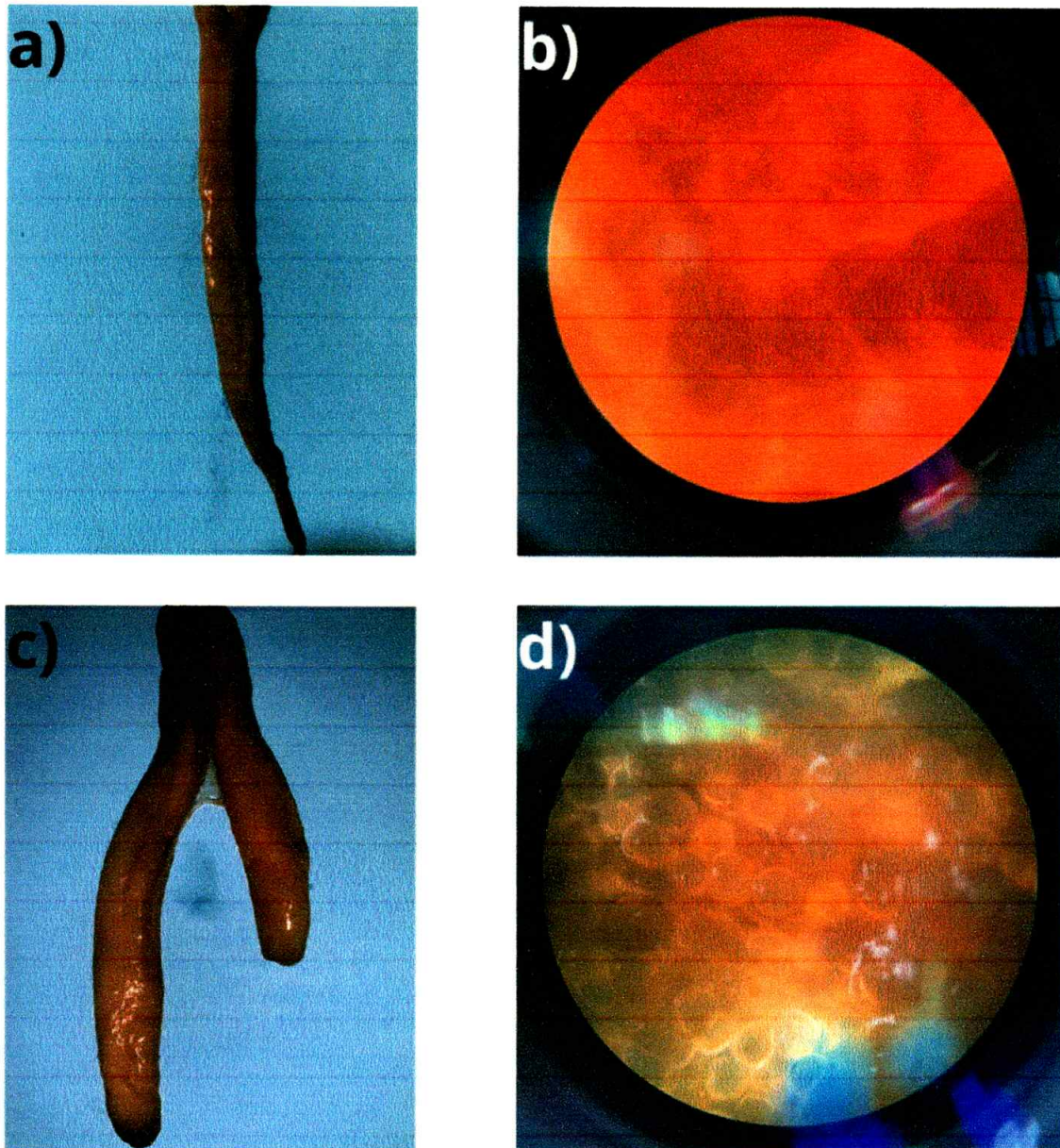


Figura 10. Observación macroscópicas y microscópicas de la madurez gonadal de *A.thazard*

DISCUSIÓN

En cuanto a las tallas mínimas y máximas registradas en este estudio, se observó una discrepancia en comparación con los rangos reportados por el Instituto Público de Investigación de Acuicultura y Pesca (Canales & Jurado, 2024), que indica una longitud furcal de 24 a 28 cm. Por otro lado, el Instituto Nacional de Pesca menciona un rango de 12 a 44 cm de longitud furcal. Esta diferencia podría estar relacionada

con el tamaño del ojo de malla utilizado en la red de cerco de jareta, que probablemente capturó individuos que aún no habían alcanzado su madurez sexual. Esta situación es similar a lo señalado por González et al. (2007), quienes sugieren que la captura de peces juveniles, debido a la selección de mallas más pequeñas, puede influir en las variaciones observadas en las tallas de los especímenes.

En cuanto a la madurez sexual de *A. thazard* observada en este estudio, las tallas registradas para machos, hembras y sexos combinados fueron menores a las reportadas por el Instituto Público de Investigación de Acuicultura y Pesca con una talla media de madurez máximo de de 24cm de LF en un periodo de 2019 hasta 2022 y con la talla mínima para el año 2023 con 23cm LF (Canales & Jurado, 2024).

Mientras que los resultados del presente estudio coinciden con lo reportado por Zambrano Pilay (2024) en el Pacífico ecuatoriano, basados en datos de observadores pesqueros de la Subsecretaría de Recursos Pesqueros del Ecuador. Esta coincidencia refuerza la consistencia de los patrones de madurez sexual observados en diferentes áreas y periodos de estudio.

Estas fluctuaciones en los cambios anuales de la talla de madurez sexual podrían estar relacionadas con factores como las zonas de pesca y las variaciones en el esfuerzo pesquero o podría tratarse de una respuesta adaptativa de la especie debido al año inusual causado por la presencia del Fenómeno El Niño en nuestras aguas durante el 2023 (Canales & Jurado, 2024) que afecta a los recursos pesqueros pelágicos del Ecuador (Gavilánez Tigrero, 2023). Estas variables podrían influir en la dinámica poblacional de *A. thazard*, lo que se refleja en los cambios anuales observados en diferentes estudios. Así mismo las condiciones oceanográficas podrían generar diferencias en el tamaño de la madurez sexual, tanto entre especies dentro de una misma región como en una misma especie en diversos ambientes (Saborido-Rey, 2008; Mendoza-Nieto et al., 2023).

En cuanto al crecimiento que mostro *A. thazard*, este estudio nos indica que la especie tiene un crecimiento isométrico lo que significa que crece una misma proporción tanto a talla como a peso, presentando diferencias con estudios realizados en Brasil para la misma especie en donde presenta un crecimiento alométrico positivo ($b > 3$), es decir que incrementa su peso a diferencia de su talla (Vieira, et al 2022). Siendo similar a un estudio realizado en Filipinas con un crecimiento alométrico positivo de ($b > 3,13$)

(Ajik, et al. 2021), manifestando que esto puede ser por diversos factores biológicos como la temperatura, la zona de alimentación, temporadas en las que se encuentren. (Vieira, et al 2022).

Estos patrones de crecimiento podrían estar relacionados con la época de reproducción de la especie, ya que, durante este período, las condiciones biológicas y ambientales pueden afectar su desarrollo y, en consecuencia, su crecimiento. Además, la vulnerabilidad de *A. thazard* durante la temporada reproductiva podría contribuir a estas variaciones, dado que los individuos pueden concentrar energía en la reproducción en lugar de en el crecimiento somático. Un patrón similar fue observado por Canales & Jurado (2024) en el Pacífico ecuatoriano para la misma especie,

CONCLUSIONES

1. En el presente estudio, se analizaron 250 especímenes de *A. thazard*, sin encontrar diferencias significativas en la longitud furcal entre ambos sexos. Las hembras presentaron longitudes que variaron entre 187 y 345 mm, mientras que los machos fluctuaron entre 196 y 380 mm.
2. La talla de madurez sexual de *A. thazard* se estimó en 223,49 mm, lo que es inferior a la talla de captura de 258 mm. Este hallazgo sugiere que la especie alcanza su madurez sexual antes de ser capturada, lo que favorece la regeneración de la población y contribuye positivamente a la sostenibilidad de la pesquería.
3. *A. thazard* presentó un crecimiento isométrico, lo que implica que la especie crece en proporciones iguales tanto en talla como en peso.

AGRADECIMIENTOS

Mi más agradecimiento a Dios, a quien nos ha permitido estar acá y culminar esta etapa académica con mucha humildad y sabiduría.

A mis padres, por su apoyo incondicional y sus esfuerzos día y noche para brindarme la oportunidad de tener educación, a mi hermano y a quien hoy no está, pero sigue presente y me inspira en aprender y mejorar cada día.

A nuestro tutor el Blgo. Klever Mendoza por su tiempo y dedicación como docente y como tutor en nuestro trabajo de titulación, y a cada uno de los biólogos de la institución y externos que fueron parte de mi aprendizaje en este camino.

Con toda mi gratitud,

Jelixa Nuñez Garcia.

Agradezco a nuestro tutor el biólogo Klever Mendoza por el apoyo y guía para finalizar este trabajo, así mismo a mi compañera Jelixa por la ayuda mutua y confianza en realizar este trabajo conmigo. También debo agradecer a mi padre y madre por siempre darme ese ánimo para seguir y finalizar esta etapa que fue dura y siempre estar para mí. Y por último y no menos importante a mi pilar que desde un comienzo me impulso a seguir y no rendirme en ayudarme en los momentos que pensaba dejar todo, pero siempre estuvo a mi lado mi prometida.

Con agradecimiento,

Oscar Alvarado Moreira.

Referencias bibliográficas

- Aguilar, F. (1999). La pesquería de peces pelágicos pequeños en el Ecuador entre 1981 y 1998. *Bol. Cient. Tec. Inst. Nac. de Pesca*, XVII(14).
- Ajik, J., & TahīLuddiN, A. (2021). Size distribution, length-weight relationship, and catch per unit effort of frigate tuna, *Auxis thazard* (Lacepède, 1800) in Tawi-Tawi waters, southern Philippines, caught using multiple handline. *Marine Science and Technology Bulletin*, 10(4), 370-375. <https://doi.org/10.33714/masteb.974182>
- Alekseev, F. E., & Alekseeva, E. I. (1980). Some problems of reproductive biology of oceanic and neritic tunas of the Tropical Atlantic. *Collective Volume of Scientific Papers, ICCAT*, 9(3), 695-703.
- Arriaga, L., Coello, S., & Maridueña, L. (1983). Escala de madurez sexual para los principales peces pelágicos en aguas ecuatorianas. *Revista de Ciencias del Mar y Limnología*, 2(1), 69-78.
- Bahou, L. (2001). *Les thonidés débarqués par la pêche artisanale au filet maillant dérivant au port de pêche d'Abidjan (Côte d'Ivoire)* (Mémoire de Diplôme d'Études Approfondies, Université de Cocody, 58).
- Bahou, L. (2013). *Exploitation par la pêche artisanale maritime, biologie de la reproduction et régime alimentaire de deux thonidés mineurs: Auxis thazard (Lacepède, 1800) et Euthynnus alletteratus (Rafinesque, 1810) du plateau continental ivoirien* (Doctoral dissertation, Université Félix Houphouët-Boigny de Cocody, Abidjan, Côte d'Ivoire).
- Bahou, L., d'Almeida, M. A., Atsé, B. C., & Koné, T. (2017). Histology and spermatogenesis in frigate tuna *Auxis thazard* (Lacepède, 1800) caught in continental shelf waters of Côte d'Ivoire. *International Journal of Current Research in Biosciences and Plant Biology*, 4(6), 24-32.

- Bahou, L., Koné, T., N'Douba, V., N'Guessan, K. J., Kouamélan, E. P., & Gouli, G. B. (2007). Food composition and feeding habits of little tunny (*Euthynnus alletteratus*) in continental shelf waters of Côte d'Ivoire (West Africa). *ICES Journal of Marine Science*, 64(5), 1044-1052. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsm065>
- Canales, C. M., Jurado, V., Peralta, M., Chicaiza, D., Elías, E., & Romero, Á. (2020). *Evaluación del stock de recursos pelágicos pequeños del Ecuador, 2020*. Informe Técnico, Instituto de Pesca, Guayaquil, Ecuador.
- Canales, C. M., & Jurado, M. V. (2024). *Taller de revisión/implementación evaluación de stock del recurso botella (Auxis spp.) 2023: 2da. versión*.
- Caveriviere, A., Conand, F., Suisse, E., & Claire, S. (1976). Distribution et abondance des larves de thonidés dans l'Atlantique tropico-oriental. Étude des données de 1963 à 1974. *Document Scientifique Centre de Recherche Océanographique d'Abidjan*, VII(2), 49-70.
- Collette, B. B., & Nauen, C. E. (1983). *FAO species catalogue, Vol. 2: Scombrids of the world: An annotated and illustrated catalogue of tunas, mackerels, bonitos and related species known to date* (FAO Fisheries Synopsis No. 125, pp. 137). Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Collette, B. B., Graves, J. E., & Kells, V. A. (2019). *Tunas and billfishes of the world*. Johns Hopkins University Press.
- Conand, F. (1970). Distribution et abondance des larves de quelques familles et espèces de poissons des côtes sénégalaises en 1968. *Bulletin de l'Institut Français d'Afrique Noire*, 32(2), 326-342.
- FAO. (2012). *FAO Fisheries and Aquaculture*. Tuna and tuna-like species group. Recuperado de <http://www.fao.org/fishery/topic/16082/en>

- Fonteneau, A., & Marcille, J. (1988). *Ressources, pêche et biologie des thonidés tropicaux de l'Atlantique Centre-Est* (Vol. 292). Food & Agriculture Organization.
- Frade, F., & Postel, E. (1955). Contribution à l'étude de la reproduction des scombridés et thonidés de l'Atlantique tropical. *Rapport du Conseil International pour l'Exploration de la Mer*, 137, 33-35.
- 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>
- Gavilánez Tigrero, I. A. (2023). *Variabilidad climática y su relación con los aspectos biológicos y pesqueros de Auxis spp. en la zona del Golfo de Guayaquil durante el período 2017-2023* (Trabajo de integración curricular, Universidad Estatal Península de Santa Elena). Facultad de Ciencias del Mar, Carrera de Biología. <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/10095>
- González, N., Prado, M., Castro, R., Solano, F., Jurado, V., & Peña, M. (2006). *Análisis de la pesquería de peces pelágicos pequeños en el Ecuador*. Instituto Nacional de Pesca. Investigación de Recursos Bioacuáticos y su Ambiente (IRBA). Ecuador.
- Holden, M., & Raitt, D. (1975). *Manual de Ciencia Pesquera. Parte 2: Métodos para investigar los recursos y su aplicación*. FAO Documento Técnico de Pesca. Roma, Italia: FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). Paper No. 115.
- Jiménez-Prado, P. R., & Béarez, P. (2004). *Pecos marinos del Ecuador continental* (2nd ed.). Sociedad para la Investigación y Monitoreo de la Biodiversidad Ecuatoriana / Nazca / Instituto Francés de Estudios Andinos.
- King, M. (2013). *Fisheries biology, assessment and management*. John Wiley & Sons.

- Macias Tumbaco, N. N. (2022). *Presencia de microplásticos en peces pelágicos pequeños, Auxis thazard y Scomber japonicus, en el puerto pesquero de la ciudad de Manta, provincia de Manabí-Ecuador* (Tesis de licenciatura, Universidad Estatal Península de Santa Elena, La Libertad).
- Mendoza-Nieto, K., C-Soriguer Escofet, M., & Carrera-Fernández, M. (2023). Reproductive cycle and sexual maturity size of landed *Selene peruviana* (Perciformes: Carangidae) on the coasts of the Ecuadorian Pacific. *Ciencias Marinas*, 49. <https://doi.org/10.7773/cm.y2023.3363>
- Ormaza, F., Anastacio, J., & Velasco, M. (2018). Análisis de Causa Raíz para la pesquería de Peces Pelágicos Pequeños en Ecuador. *Informe de Consultoría. Proyecto Cadenas Mundiales Sostenibles. Ministerio de Acuicultura y Pesca/Sustainable Fisheries Partnership/PNUD/GEF.*
- Pacheco Bedoya, J. L. (2020). *Aspectos biológicos pesqueros del calamar gigante (Dosidicus gigas) capturado frente al Golfo de Guayaquil, diciembre de 2020.* Instituto Público de Investigación de Acuicultura y Pesca, Unidad de Recursos Pelágicos. Proceso IRBA-URP. Recuperado de jpacheco@institutopesca.gob.ec.
- Patterson, K. R., & Scott, I. R. (1991). Plan de ordenamiento pesquero para las especies pelágicas pequeñas del Ecuador. *Bol. Cient. Tec., Instituto Nacional de Pesca, Ecuador*, 11(9), 80.
- R Core Team, R., & Team, R. C. (2021). R: a language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing; 2020. In.
- Ricker, W. (1975). *Computation and interpretation of biological statistics of fish populations.* Bulletin of the Fisheries Research Board of Canada, 191, 1-382.
- Rudomiotkina, G. P. (1984). New data on reproduction of *Auxis* spp. in the Gulf of Guinea. *Collective Volume of Scientific Papers, ICCAT*, 20(2), 465-468.

- Saborido-Rey, F. (2008). *Ecología de la reproducción y potencial reproductivo en las poblaciones de peces marinos*. Instituto de Investigaciones Marinas (CSIC), Universidad de Vigo, (34), 1-71.
- Santos Sánchez, W. J. (2021). *Análisis de los desembarques mensuales de cinco especies de peces pelágicos pequeños capturados por la flota cerquera-sardinera-periodo 2004–2017* La Libertad: Universidad Estatal Península de Santa Elena, 2021].
- Smart, J. (2019). *AquaticLifeHistory: Fisheries life history analysis using contemporary methods* (R package, version 0.0.9000).
- Vieira, J. M. S., Costa, P. A. S., Braga, A. C., São-Clemente, R. R. B., Ferreira, C. E. L., & Silva, J. P. (2022). Age, growth and maturity of frigate tuna (*Auxis thazard* Lacepède, 1800) in the Southeastern Brazilian coast. *Aquatic Living Resources*, 35, 11. <https://doi.org/10.1051/alr/2022010>
- Williams, K. (2007). Evaluation of the macroscopic staging method for determining maturity of female walleye pollock *Theragra chalcogramma* in Shelikof Strait, Alaska. *Alaska Fishery Research Bulletin*, 12(2), 252-263.
- Zar, J. H. (2010). *Biostatistical analysis: Pearson new international edition*. Pearson Higher Ed.
- Zambrano Pilay, V. (2024). *Evaluación del efectivo del recurso botella (Auxis spp.) en la pesquería cerquera de peces pelágicos pequeños de Ecuador* [Tesis de maestría, Universidad Laica Eloy Altaro de Manabí]. Facultad de Ciencias de la Vida y Tecnologías.

Anexos

