



UNIVERSIDAD DE PANAMÁ

FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES, EXACTAS Y TECNOLOGÍA

ESCUELA DE BIOLOGÍA

DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA MARINA Y LIMNOLOGÍA

BIOLOGÍA Y ECOLOGÍA DEL BOJALÁ (*Seriola rivoliana*)

ESPECIE COMERCIAL DEL PACÍFICO DE PANAMÁ

LAURY YANERYS PARDO ALCÁZAR

8-964-1055

VIVIANA ESTHER SÁNCHEZ TORIBIO

8-961-1502

Trabajo de graduación presentado a la
Escuela de Biología, como requisito para optar
por el Título de Licenciatura en Biología con
Orientación en Biología Marina y Limnología.

PANAMÁ, REPÚBLICA DE PANAMÁ

JUNIO, 2026



TRIBUNAL EXAMINADOR

Título:

Biología y ecología del bojalá (*seriola rivoliana*) especie comercial del Pacífico de Panamá.

Trabajo de Graduación presentado a consideración de la Escuela de Biología como requisito parcial para optar por el título de Licenciatura en Biología con Orientación en Biología Marina y Limnología.

PROF. HUMBERTO GARCÉS B.

Asesor Principal

PROF. EDINIEL TREJOS P.

Asesor

PROF. JANZEL VILLALAZ G.

Asesor

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado, en primer lugar, a Dios, por brindarme la fortaleza, la sabiduría y la guía necesarias para culminar este proceso. A mi mamá, Loury Alcázar, a mi papá, Héctor Pardo y a mi hermano, Héctor José Pardo, por ser mi apoyo incondicional en cada etapa de este camino, por su amor, sacrificio, consejos y confianza constante en mí, siendo pilares fundamentales en mi formación personal y académica, a ustedes les debo este logro, que no solo representa una meta académica alcanzada, sino también el reflejo de su apoyo incondicional y de mi esfuerzo, dedicación y perseverancia.

Laury Pardo

Dedico este trabajo, en primer lugar, a Dios, quien ha sido el ser indispensable en mi vida, fuente de poder, fortaleza y sabiduría. Gracias por escuchar cada una de mis oraciones y sostenerme en cada momento de este camino, permitiéndome llegar hasta aquí. A mis padres, Antonia Toribio y Wilson Sánchez, por ser los principales formadores de mi vida, por inculcarme principios y valores que han guiado cada una de mis decisiones. A ustedes les debo este logro, como reflejo del esfuerzo, amor y dedicación que han sembrado en mí. A mis hermanas y hermanos: Yanilka, Liliana, Verónica, Angélica, Anthony y Willy, quienes han sido parte fundamental en mi vida. Este logro también es de ustedes que representa el fruto de la unión, el apoyo y los esfuerzos que, de una u otra forma, han aportado a mi crecimiento personal y académico.

Viviana Sánchez

AGRADECIMIENTOS

Expresamos nuestro más profundo y sincero agradecimiento a nuestro asesor principal, Dr. Humberto Garcés, por su invaluable orientación, dedicación y apoyo constante durante todo el desarrollo de esta investigación. Su acompañamiento fue fundamental en cada etapa del proceso, desde la formación y estructuración de la tesis hasta el desarrollo metodológico, el trabajo de laboratorio, el análisis estadístico, la interpretación de resultados y la elaboración de las conclusiones. Agradecemos especialmente su paciencia, disposición y compromiso al compartir sus conocimientos y guiarnos de manera profesional en cada dificultad presentada, brindándonos siempre el apoyo y la motivación necesarios para culminar satisfactoriamente este trabajo. Su experiencia, tiempo y confianza fueron esenciales para nuestro crecimiento académico y para la realización de esta investigación. Extendemos nuestro agradecimiento al Mgtr. Ediniel Trejos, por acompañarnos durante las jornadas de campo y colaborar activamente en la búsqueda y obtención de los ejemplares utilizados en esta investigación, así como por su paciencia, apoyo y disposición durante todo el proceso. Igualmente al Dr. Janzel Villalaz, por su tiempo, dedicación y valioso aporte en el análisis estadístico de esta investigación, contribuyendo significativamente al fortalecimiento e interpretación de los resultados obtenidos.

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTOS.....	iii
ÍNDICE GENERAL.....	iv
ÍNDICE DE FIGURAS.....	v
ÍNDICE DE TABLAS.....	vi
RESUMEN.....	vii
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	1
Objetivos.....	5
Objetivo general.....	5
Objetivos específicos.....	5
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA.....	7
Área de estudio.....	8
Procedimiento en campo.....	8
Procedimiento en laboratorio.....	9
Análisis estadísticos.....	10
CAPÍTULO III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	11
CAPÍTULO IV. CONCLUSIONES.....	27
CAPÍTULO V. RECOMENDACIONES.....	29
CAPÍTULO VI. BIBLIOGRAFÍA.....	31

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Distribución de frecuencias absolutas de las tallas (longitud total en cm) encontradas (N=100) de <i>Seriola rivoliana</i> del Mercado de Mariscos de Panamá, febrero a junio 2025.....	14
Figura 2. Relación longitud total (LT) - peso total (PT) encontrados de <i>Seriola rivoliana</i> del Mercado de Mariscos de Panamá.....	17
Figura 3. Relación logarítmica entre la longitud total (LT) - peso total (PT), con curva de regresión ajustada, encontrados de <i>Seriola rivoliana</i> del mercado de marisco de Panamá entre febrero a junio de 2025	18
Figura 4. Proporción sexual (%) encontrados de <i>Seriola rivoliana</i> del Mercado de Mariscos de Panamá.....	20
Figura 5. Diagramas de caja del índice gonadosomático (IGS), índice hepatosomático (IHS) y factor de condición (K) encontrados de <i>Seriola rivoliana</i> de Mercado de Mariscos de Panamá.....	22
Figura 6. Variación mensual del índice gonadosomático (IGS) y del índice hepatosomático (IHS) encontrados de <i>Seriola rivoliana</i> del Mercado de Mariscos de Panamá.....	23
Figura 7. Porcentaje de estómagos vacíos y llenos encontrados de <i>Seriola rivoliana</i> del Mercado de Mariscos de Panamá.....	25

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Estadísticos descriptivos de los parámetros morfométricos encontrados (N=100) de <i>Seriola rivoliana</i> del Mercado de Mariscos de Panamá, febrero a junio 2025.....	12
Tabla 2. Frecuencias de longitud total (LT) encontrados de <i>Seriola rivoliana</i> del Mercado de Mariscos de Panamá.....	15
Tabla 3. Parámetros del modelo longitud–peso por grupo biológico encontrados de <i>Seriola rivoliana</i> del Mercado de Mariscos de Panamá.....	18
Tabla 4. Proporción sexual (%) de <i>Seriola rivoliana</i> encontrados en el Mercado de Mariscos de Panamá.....	20
Tabla 5. Índices biológicos promedio encontrados de <i>Seriola rivoliana</i> del Mercado de Mariscos de Panamá.....	22
Tabla 6. Correlaciones de Pearson entre variables biológicas encontrados de <i>Seriola rivoliana</i> del Mercado de Mariscos de Panamá.....	26

RESUMEN

El bojalá (*Seriola rivoliana*) es una especie de importancia ecológica y comercial en el Pacífico panameño, cuya explotación pesquera y la escasa información biológica disponible en la región hacen necesario el desarrollo de estudios que contribuyan a comprender su dinámica poblacional y promover su manejo sostenible. El presente estudio tuvo como objetivo caracterizar aspectos biológicos y ecológicos de esta especie a partir de ejemplares comercializados en el Mercado de Mariscos de Panamá. Se realizaron muestreos mensuales entre febrero y julio de 2025, obteniéndose un total de 100 individuos, a los cuales se les registraron variables morfométricas como longitud total, longitud furcal, longitud estándar, peso total y determinación del sexo. En laboratorio se efectuó la determinación del sexo y la disección para la extracción de estómago, hígado y gónadas, permitiendo el análisis cualitativo del contenido estomacal y el cálculo de índices biológicos como el índice gonadosomático (IGS), índice hepatosomático (IHS) y el factor de condición (K). Posteriormente, se evaluó la relación longitud–peso mediante un modelo alométrico y se aplicaron análisis estadísticos descriptivos e inferenciales. Los resultados mostraron una longitud total promedio de $28,20 \pm 4,12$ cm y un peso promedio de $281,28 \pm 109,47$ g (N=100), evidenciando una estructura de tallas dominada principalmente por individuos juveniles y subadultos, con mayor frecuencia en clases intermedias y baja representación de ejemplares de mayor tamaño. La relación longitud–peso presentó un crecimiento alométrico significativo positivo ($b = 3,03$; $R^2 = 0,968$), indicando una adecuada condición corporal y un ajuste estadístico robusto entre ambas variables. Asimismo, el análisis del contenido estomacal evidenció una alta frecuencia de estómagos vacíos (85%), mientras que los estómagos llenos presentaron principalmente restos de peces pequeños, escamas, sardinas y fragmentos de moluscos parcialmente digeridos, lo que confirma hábitos alimenticios carnívoros y oportunistas de esta especie. En conjunto, los resultados sugieren la presencia de presión pesquera sobre la población, reflejada en la extracción de individuos antes de alcanzar tallas mayores, lo que podría afectar el potencial reproductivo y la sostenibilidad del recurso. Este estudio proporciona información de línea base fundamental para el conocimiento de *Seriola rivoliana* en Panamá, contribuyendo al desarrollo de estrategias de manejo pesquero que promuevan el uso sostenible de esta especie y el bienestar de las comunidades que dependen de su explotación.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

Los ecosistemas marinos del Pacífico panameño representan una de las zonas de mayor productividad biológica del país, sustentados por procesos oceanográficos como afloramientos estacionales, fuertes gradientes térmicos y elevada diversidad de hábitats costeros e insulares que contribuyen al mantenimiento de numerosas especies de importancia ecológica y comercial (D'Croz & O'Dea, 2007). Esta región sostiene comunidades pesqueras que dependen directamente de la disponibilidad de recursos marinos para su subsistencia y bienestar, lo que convierte a la pesca en una actividad socialmente relevante y económicamente estratégica (Revenga *et al.*, 2003). La combinación entre alta biodiversidad y presión pesquera constante resalta la necesidad de comprender, desde una perspectiva biológica y ecológica, la dinámica de especies que forman parte esencial de las capturas artesanales y semiindustriales del país (Garcés, 2020; Mendoza *et al.*, 2024).

La especie *Seriola rivoliana* llamada bojalá forma parte de la familia Carangidae, integrada por peces de cuerpo robusto, alta capacidad natatoria, gran movilidad y hábitos depredadores que los convierten en componentes funcionales importantes dentro de las redes tróficas marinas (Allen & Robertson, 1994). Esta familia incluye especies ampliamente distribuidas en mares tropicales y subtropicales que sostienen pesquerías activas y muestran notable adaptabilidad a diferentes ambientes oceánicos, lo que evidencia su relevancia ecológica y comercial. Este contexto taxonómico resulta esencial para comprender el comportamiento ecológico del bojalá, cuyos patrones biológicos incluyen crecimiento rápido, elevada tasa metabólica y desplazamiento en cardúmenes (Espinoza *et al.*, 2009).

El *Seriola rivoliana* presenta hábitos ecológicos asociados a ambientes bentopelágicos, lo que implica que puede desplazarse entre la columna de agua y zonas cercanas al fondo, dependiendo de la disponibilidad de alimento y condiciones ambientales. Esta característica le permite aprovechar distintos nichos ecológicos y adaptarse a variaciones en su entorno, lo que influye en su comportamiento de alimentación y distribución local. Su asociación con estructuras flotantes en etapas juveniles sugiere una estrategia de supervivencia que favorece su protección y acceso a recursos durante fases tempranas de desarrollo (FISHBASE, 2025).

El género *Seriola* agrupa varias especies de relevancia pesquera y acuícola, entre las que destacan *S. rivoliana*, *S. lalandi*, *S. dumerili* y *S. peruana*. Estas especies comparten características como cuerpos fusiformes, potentes musculaturas y adaptaciones que facilitan la depredación activa, principalmente sobre peces y cefalópodos (Pau, 2023). En el caso de

Seriola rivoliana, se han registrado tallas máximas cercanas a 160 cm y rangos comerciales entre 50 y 100 cm, parámetros que permiten evaluar su potencial productivo y su extracción en relación con la talla de primera madurez (MARVIVA, 2017a).

La distribución de *Seriola rivoliana* es amplia en el Pacífico oriental, incluidas aguas panameñas, donde se localiza tanto en zonas costeras como en áreas insulares y en aguas de columna media, lo que sugiere una plasticidad ecológica notable. Se trata de una especie pelágica que se desplaza en cardúmenes y mantiene hábitos carnívoros basados en la captura activa de presas móviles, principalmente peces óseos, cefalópodos y crustáceos, estructura trófica que la posiciona como un depredador meso–topo dentro del ecosistema (Chirichigno & Martín, 2001). En los golfos de Chiriquí y Montijo, registros recientes muestran su presencia constante dentro de la fauna capturada por pescadores artesanales, formando parte del conjunto de especies pelágicas y demersales superiores que sostienen la economía de estas comunidades (Vega *et al.*, 2023).

Desde el punto de vista biológico, el bojalá presenta características que han sido de interés tanto para la pesca como para la acuicultura. Estudios de cultivo han demostrado que *S. rivoliana* posee un crecimiento rápido, alta eficiencia alimentaria y buenas tasas de supervivencia en ambientes controlados, lo que la ubica como una especie prometedora para sistemas acuícolas marinos (Blacio *et al.*, 2003). El índice hepatosomático (IHS) refleja variaciones del tamaño del hígado asociadas al estado nutricional y al ciclo reproductivo de los peces comerciales (Gómez *et al.*, 2021).

En relación con la reproducción, se ha documentado que *Seriola rivoliana* y otras especies del género presentan una fecundidad elevada, ciclos reproductivos prolongados y madurez sexual asociada a rangos de talla que varían según la región (Sánchez, 2017). Estudios en reproductores mantenidos en cautiverio han descrito la calidad de los huevos, tasas de fertilización y diferencias entre individuos silvestres y domesticados, incluyendo variaciones en el diámetro de los huevos, la viabilidad y la composición bioquímica (Sierra *et al.*, 2015). Investigaciones proteómicas han identificado componentes moleculares relacionados con el desarrollo embrionario y la calidad reproductiva, lo que demuestra la capacidad de la especie para presentar múltiples eventos reproductivos dentro de una misma temporada, un comportamiento típico en peces pelágicos de rápido crecimiento (Serrano *et al.*, 2020; Mechaly *et al.*, 2023).

A nivel regional existe poca información sobre la reproducción del bojalá en Panamá, lo que constituye un vacío significativo para la biología y el manejo de la especie (MARVIVA, 2017b). Aunque se reconoce su presencia continua en capturas artesanales, aún se desconocen aspectos fundamentales como la talla de primera madurez, la estacionalidad reproductiva, el desarrollo gonadal y la relación entre el ciclo reproductivo y las condiciones ambientales, parámetros esenciales para establecer medidas de manejo pesquero. La ausencia de registros sistemáticos sobre estructuras gonadales limita la evaluación del estado poblacional y dificulta la definición de lineamientos como vedas reproductivas o tallas mínimas basadas en evidencia local (Salas & Castro, 2019).

Los estudios basados en la relación talla - peso, ampliamente utilizados en biología pesquera, permiten evaluar el crecimiento alométrico, la condición corporal y posibles cambios asociados a la presión pesquera o disponibilidad alimentaria. Esta relación constituye una herramienta fundamental para inferir patrones energéticos y evaluar el estado fisiológico de una población explotada (Kashefi *et al.*, 2012). Asimismo, el análisis del contenido estomacal aporta información sobre la dieta, el nivel trófico y la función ecológica de la especie, aspectos relevantes en peces depredadores que suelen ocupar posiciones altas en la cadena alimentaria (Moreno *et al.*, 2019).

La importancia comercial del bojalá en Panamá se relaciona con su presencia constante en las capturas artesanales y semiindustriales, así como con su valor en mercados locales donde es apreciado por su carne firme y su tamaño considerable (MICI, 2021). Su demanda se mantiene por la diversificación de productos marinos disponibles y por su aporte al comercio interior, lo que incrementa la presión de extracción cuando no se cuenta con información biológica actualizada para establecer medidas de manejo. Estudios regionales señalan que los carángidos, incluido el género *Seriola*, pueden ser vulnerables a la sobrepesca en ausencia de mecanismos de monitoreo continuos y regulaciones basadas en evidencia (ANAM, 2019; MARVIVA, 2022).

En Panamá, uno de los principales desafíos para el manejo del bojalá es la falta de estudios sistemáticos que describan adecuadamente su biología, especialmente parámetros como madurez gonadal, índice hepatosomático, estructura de tallas, condición corporal y dieta. Esta ausencia de información ha sido señalada en evaluaciones preliminares que advierten sobre la carencia de datos sólidos para identificar tendencias poblacionales y proponer medidas de

manejo con fundamento técnico (Salas & Castro, 2019). Aunque existen guías y catálogos que describen características morfológicas generales de la especie, estas fuentes no reemplazan estudios biológicos detallados basados en muestreos directos en zonas de pesca del Pacífico panameño (MARVIVA, 2017b).

La necesidad de desarrollar investigaciones sobre *Seriola rivoliana* surge del vacío de información biológica y ecológica existente en Panamá, especialmente en lo referente a su estructura de tallas, estado reproductivo, condición fisiológica y hábitos alimentarios. Este estudio plantea la caracterización de parámetros como talla, peso, estructura gonadal, contenido estomacal e índices biológicos en ejemplares comercializados en el Pacífico panameño, con el fin de generar datos actualizados que permitan comprender mejor la dinámica de la especie. La integración de estos parámetros ofrece una base científica necesaria para fortalecer las estrategias de manejo pesquero y promover la sostenibilidad del recurso en beneficio de las comunidades dependientes de su explotación (Salas & Castro, 2019).

El propósito de este estudio es generar información de línea base acerca de la biología y ecología del bojalá en Panamá y así obtener data científica que puedan respaldar el diseño de políticas de manejo sostenible para dicha especie. Asimismo, con la información obtenida se contribuye al desarrollo de futuras investigaciones sobre las pesquerías desarrolladas en el Pacífico panameño.

Objetivos

Objetivo general

Identificar los aspectos de la biología y ecología de *Seriola rivoliana* en relación con su comercialización en el Mercado de Mariscos de Panamá desde febrero hasta julio de 2025.

Objetivos específicos

Determinar la talla y el peso total promedio de los ejemplares de *Seriola rivoliana* encontrados en el Mercado de Mariscos.

Describir los hábitos alimenticios de contenido estomacal del bojalá comercializados en el sitio de acopio estudiado.

Relacionar la talla y el peso de los ejemplares estudiados en el Mercado de *S. rivoliana* con su estado reproductivo y sus hábitos alimenticios.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

Área de estudio

Todas las muestras fueron obtenidas en el Mercado de Mariscos de Panamá, ubicado en la ciudad de Panamá, el cual constituye un punto estratégico de desembarque y comercialización de especies marinas provenientes del litoral Pacífico panameño (Revenga *et al.*, 2003). Los productos pesqueros que llegan a este centro de acopio se originan principalmente en el golfo de Panamá, zona caracterizada por una elevada productividad pesquera y una intensa actividad de captura de especies pelágicas y demersales. El Mercado de Mariscos agrupa desembarques de diversas áreas del Pacífico panameño, permitiendo obtener muestras representativas de especies de importancia comercial en la región (D'Croz & O'Dea, 2007).

Procedimiento en campo

El estudio se llevó a cabo mediante muestreos mensuales a lo largo de los meses de febrero a julio de 2025 y se enfocó en la caracterización biológica de la especie comercial *Seriola rivoliana* a través del análisis de talla, peso y sexo. El muestreo se realizó de manera aleatoria, recolectando especímenes durante todo el período de estudio, siguiendo enfoques metodológicos comúnmente empleados en estudios biológico-pesqueros (Sparre & Venema, 1998). Los muestreos se mantuvieron constantes a lo largo del periodo de estudio para garantizar la representatividad temporal de las muestras recolectadas (Sparre & Venema, 1998).

Durante cada jornada de muestreo, se adquirieron 20 ejemplares de *Seriola rivoliana* provenientes de distintos vendedores del mercado, procurando representar diferentes clases de tamaño corporal. Los peces fueron colocados en contenedores con hielo y transportados en condiciones de refrigeración al laboratorio del Edificio Los Gemelos de la Universidad de Panamá (Lowerre *et al.*, 2011). Para asegurar la calidad de los análisis, se evitaron demoras en el traslado y se siguieron protocolos de manejo post captura, con el fin de conservar la integridad de los tejidos y órganos internos (FAO, 2024).

Procedimiento en laboratorio

Los ejemplares fueron procesados el mismo día de su adquisición para evitar alteraciones en sus órganos internos. La identificación taxonómica se realizó utilizando claves morfológicas (Allen & Robertson, 1994; ARAP, 2009; MARVIVA, 2017a). Se registraron tres tipos de longitudes distintas: total (LT), furcal (LF) y estándar (LE), con ayuda de un ictiómetro Wildco calibrado en centímetros (Mechaly *et al.*, 2023). Adicionalmente, se midieron el peso total de cada ejemplar mediante una balanza electrónica Biobase de la serie BE con capacidad máxima de 15 kg y precisión de 100 mg.

Se procedió a la disección del cuerpo de *S. rivoliana* con el fin de extraer estómago, hígado y gónadas. Se examinó visualmente el contenido estomacal para un análisis cualitativo siguiendo metodologías recientes estandarizadas en estudios de ecología trófica de peces (Mechaly *et al.*, 2023). Este procedimiento permitió la obtención de los órganos internos necesarios para los análisis biológicos.

Los órganos extraídos fueron pesados individualmente con una balanza de precisión Kern modelo EHA 500-2, con una capacidad máxima de 500 g y una precisión de 0,01 g (Mechaly *et al.*, 2023). Cada medición fue registrada en una libreta de campo al momento del procesamiento de los ejemplares para asegurar la correcta recopilación de los datos. Posteriormente, la información fue transcrita digitalmente a formato Excel para su almacenamiento y posterior análisis (FAO, 2024).

Para evaluar el estado fisiológico y reproductivo de los peces se calcularon los índices gonadosomático (IGS) e hepatosomático (IHS) siguiendo metodologías previamente establecidas mediante las fórmulas $IGS = (\text{peso de la gónada} / \text{peso corporal}) \times 100$ e $IHS = (\text{peso del hígado} / \text{peso corporal}) \times 100$ (Moreno *et al.*, 2019; García, 2020). Se incorporó el factor de condición (K), calculado como $K = (\text{peso corporal} / \text{longitud total}^3) \times 100$, con el fin de estimar la condición nutricional y la robustez de los ejemplares según estudios de biología pesquera y análisis morfométrico (Moreno *et al.*, 2019). La relación longitud–peso se analizó mediante el modelo alométrico $\text{Peso} = a \cdot \text{LT}^b$, herramienta ampliamente utilizada para describir patrones de crecimiento y evaluar la condición corporal de especies comerciales (Freitas *et al.*, 2016; Moreno *et al.*, 2019).

Análisis estadísticos

Los datos obtenidos se organizaron en Microsoft Excel y los datos se analizaron mediante estadística descriptiva, lo que permitió calcular promedios, desviaciones estándar, rangos y valores extremos de las variables morfométricas y biológicas de *Seriola rivoliana* (Friendly & Fox, 2012; Moreno *et al.*, 2019). Asimismo, se estimaron los parámetros del modelo longitud–peso y se evaluó la relación entre las variables biométricas para caracterizar el patrón de crecimiento de la especie, siguiendo enfoques comúnmente aplicados en estudios poblacionales de peces marinos (Brito & Bazzoli, 2003; Kashefi *et al.*, 2012). Este procedimiento permitió describir la variabilidad estructural de los ejemplares y establecer comparaciones con investigaciones previas sobre dinámica de crecimiento y condición biológica en especies afines.

Se aplicaron pruebas de correlación de Pearson con un nivel de significancia de $p < 0,05$ para determinar asociaciones entre talla, peso, IGS, IHS y K, con el fin de identificar relaciones biológicas entre los parámetros evaluados. Las diferencias entre grupos, como entre sexos o categorías de longitud, se evaluaron mediante la prueba t de Student o el análisis de varianza (ANOVA), previa verificación de los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas. Estos procedimientos permitieron comparar los parámetros morfométricos y biológicos de *Seriola rivoliana* de forma estadísticamente confiable (Brito & Bazzoli, 2003; Kashefi *et al.*, 2012).

CAPÍTULO III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los especímenes del *S. rivoliana* (N=100) presentaron valores promedios y rangos de longitud total (LT), longitud furcal (LF), longitud estándar (LE) de $28,20 \pm 4,12$ cm (20,7–37,3 cm), $26,01 \pm 3,85$ cm (18,9–34,5 cm), y $23,78 \pm 3,41$ cm (17,2–31,1 cm), respectivamente y de peso total de $281,28 \pm 109,47$ g (100,8–619,9 g) (Tabla 1). Esta variabilidad refleja una estructura de tallas heterogénea dentro de las capturas comerciales, lo que sugiere la presencia predominante de individuos juveniles y subadultos en el Mercado estudiado. Este patrón ha sido reportado previamente en pesquerías artesanales del Pacífico panameño y se asocia comúnmente a la ausencia de regulaciones efectivas sobre tallas mínimas de captura y al uso de artes de pesca poco selectivas, lo cual puede comprometer el reclutamiento y la sostenibilidad del recurso a largo plazo (Gómez *et al.*, 2021).

Los estadísticos descriptivos presentados constituyen una base fundamental para la caracterización inicial de la muestra analizada. Este tipo de información permite establecer un punto de referencia para la interpretación de análisis posteriores, como la distribución de tallas y la relación longitud-peso. En estudios de biología pesquera, estos parámetros son esenciales para garantizar la consistencia y confiabilidad de los datos obtenidos a partir de muestras provenientes de capturas comerciales (King, 2007).

Tabla 1. Estadísticos descriptivos de los parámetros morfométricos encontrados (N=100) de *Seriola rivoliana* del Mercado de Mariscos de Panamá, febrero a junio 2025.

Variable	Media $\pm$ DE	Mínimo	Máximo
LT (cm)	$28,20 \pm 4,12$	20,7	37,3
LF (cm)	$26,01 \pm 3,85$	18,9	34,5
LE (cm)	$23,78 \pm 3,41$	17,2	31,1
Peso (g)	$281,28 \pm 109,47$	100,8	619,9

La distribución de frecuencias de la longitud total (Figura 1) muestra una mayor concentración de individuos en las clases de talla intermedia, particularmente entre 28 y 33 cm LT. Las clases correspondientes a tallas mayores presentan una representación considerablemente menor dentro de la muestra analizada. Este patrón sugiere una posible extracción continua de individuos antes de alcanzar tamaños más grandes, lo cual podría influir en la estructura poblacional de la especie (Jennings *et al.*, 2001; Han *et al.*, 2024; Burchert *et al.*, 2024).

Desde una perspectiva biológica, la menor presencia de individuos de mayor talla puede tener implicaciones importantes para la dinámica reproductiva de la población. Diversos estudios han demostrado que los organismos de mayor tamaño suelen presentar mayores tasas de fecundidad y una contribución desproporcionada al reclutamiento poblacional. La reducción de estas clases de talla podría afectar el potencial reproductivo y la estabilidad de la población explotada (Csirke, 1989; Jennings *et al.*, 2001; Froese, 2004).

Este tipo de patrones ha sido documentado en poblaciones de peces sometidas a presión pesquera, donde la selectividad de las artes de pesca y la intensidad de captura tienden a truncar la estructura de tallas de las poblaciones explotadas. La extracción preferencial de individuos antes de alcanzar tallas mayores puede reducir la resiliencia de la población frente a la explotación. Situaciones similares han sido reportadas en otras especies pelágicas explotadas en ausencia de medidas adecuadas de manejo, lo que coincide con lo observado en este estudio (Lowerre *et al.*, 2011; Cumplido *et al.*, 2018).

La concentración de individuos en las clases intermedias de longitud total registradas en la muestra (Tabla 2) sugiere una mayor representación de determinadas cohortes dentro de las capturas analizadas. Este patrón puede estar asociado a pulsos de reclutamiento o a una mayor disponibilidad de estas tallas en los desembarques del Mercado de Mariscos durante el periodo de estudio (Figura 1). Distribuciones similares han sido reportadas en especies pelágicas explotadas, donde la selectividad de los artes de pesca y la dinámica de crecimiento influyen en la representación de ciertas clases de talla dentro de las capturas (Sparre & Venema, 1998; King, 2007).

La baja frecuencia de ejemplares en intervalos superiores a 33 cm observada en la muestra (Tabla 2) sugiere una menor presencia de individuos de mayor tamaño dentro de las capturas analizadas. Este patrón puede reflejar una presión pesquera dirigida hacia individuos antes de

que alcancen tallas mayores o una menor disponibilidad de adultos en los desembarques registrados (Figura 1). La reducción de ejemplares de gran tamaño puede afectar la contribución reproductiva de la población, ya que en muchas especies marinas la fecundidad incrementa con la talla corporal (Froese, 2004; Lowerre *et al.*, 2011).

La amplitud de tallas registrada entre 20,7 y 33,2 cm (Tabla 2) indica que las capturas incluyen individuos pertenecientes a diferentes etapas ontogénicas. La presencia de juveniles y subadultos dentro de los desembarques sugiere que estas fases del ciclo de vida forman parte importante de la fracción explotada por la pesquería (Figura 1). La extracción sostenida de individuos en etapas tempranas de desarrollo puede modificar la estructura demográfica y disminuir la resiliencia poblacional en peces pelágicos sometidos a explotación pesquera (Pauly *et al.*, 2002; Centeno-Chaves *et al.*, 2025).

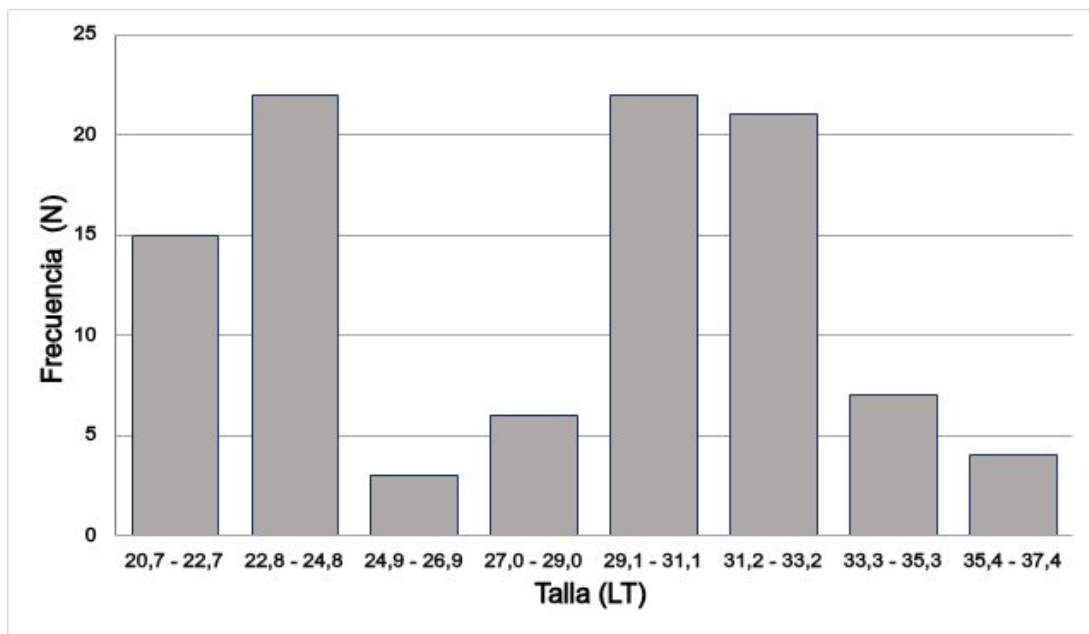


Figura 1. Distribución de frecuencias absolutas de las tallas (longitud total en cm) encontradas (N=100) de *Seriola rivoliana* del Mercado de Mariscos de Panamá, febrero a junio 2025.

Tabla 2. Frecuencias de longitud total (LT) encontrados de *Seriola rivoliana* del Mercado de Mariscos de Panamá, febrero a junio 2025.

Intervalos de talla (LT en cm)	Frecuencia absoluta (n)	Frecuencia relativa (%)
20,7 - 22,7	15	15
22,8 - 24,8	22	22
24,9 - 26,9	3	3
27,0 - 29,0	6	6
29,1 - 31,1	22	22
31,2 - 33,2	21	21
33,3 - 35,3	7	7
35,4 - 37,4	4	4
Total	100	100

La relación entre la longitud total (LT) y el peso total (PT) mostró una asociación positiva y altamente significativa, evidenciando que el incremento en la longitud se traduce en un aumento proporcional del peso (Ahirwal *et al.*, 2023). El modelo alométrico obtenido ($\text{Peso} = a \cdot \text{LT}^b$) presentó un coeficiente de crecimiento $b = 3,03$ y un coeficiente de determinación $R^2 = 0,968$, lo que indica un crecimiento alométrico positivo. Este valor de R^2 sugiere que la longitud explica gran parte de la variabilidad del peso corporal, evidenciando un ajuste robusto del modelo y una alta calidad en los datos analizados (Masood *et al.*, 2024).

La distribución de los datos muestra una tendencia ascendente bien definida entre la longitud y el peso, lo que refleja un patrón de crecimiento consistente dentro del rango de tallas evaluado (Figura 2). La dispersión de los puntos alrededor de la tendencia central es relativamente baja, lo que coincide con el alto coeficiente de determinación obtenido ($R^2 = 0,968$), indicando que el modelo explica gran parte de la variabilidad observada en el peso corporal. Sin embargo, se observa una ligera mayor variabilidad en individuos de mayor talla, lo cual podría estar asociado a diferencias en la condición corporal o en la disponibilidad de recursos (Lattanzi *et al.*, 2024).

La incorporación de la curva de regresión permite visualizar con mayor precisión el ajuste del modelo alométrico y la correspondencia entre los datos observados y la tendencia teórica (Figura 3). Para facilitar la interpretación de la relación longitud-peso, los datos fueron representados mediante una transformación logarítmica, la cual permite linealizar el modelo potencial y evaluar con mayor claridad la asociación entre ambas variables biológicas. La relación logarítmica obtenida evidencia una tendencia positiva bien definida entre la longitud total y el peso total de los individuos analizados (Ahirwal *et al.*, 2023).

Este comportamiento demuestra que el crecimiento no es lineal, sino que el peso incrementa de manera más acelerada conforme aumenta la longitud corporal. La baja dispersión de los datos alrededor de la línea de ajuste y el elevado coeficiente de determinación obtenido ($R^2 = 0,968$) indican una fuerte asociación entre ambas variables. Este patrón es característico de especies con crecimiento alométrico positivo, donde la acumulación de biomasa se intensifica en etapas más avanzadas del desarrollo (Ahirwal *et al.*, 2023).

Los valores del coeficiente de crecimiento refuerzan la interpretación biológica del patrón observado, ya que valores de b superiores a 3 indican una mayor ganancia de peso en relación con la longitud. Este comportamiento sugiere que los individuos presentan una condición corporal adecuada, posiblemente asociada a una disponibilidad favorable de alimentos y condiciones ambientales estables. Dichos resultados coinciden con estudios realizados en peces marinos, donde el crecimiento alométrico positivo se relaciona con condiciones ecológicas favorables y una eficiente utilización de recursos energéticos (Palomares *et al.*, 2020; Masood *et al.*, 2024).

El análisis por grupos biológicos evidenció variaciones en el patrón de crecimiento, lo cual indica diferencias en la asignación energética entre las distintas etapas de vida (Tabla 3). En las hembras se registró un coeficiente $b = 3,18$ con un $R^2 = 0,865$, reflejando un crecimiento alométrico positivo asociado a una mayor acumulación de biomasa. En contraste, los juveniles presentaron un coeficiente $b = 2,74$ y un $R^2 = 0,792$, lo que sugiere un crecimiento más cercano a la isometría.

Estas variaciones pueden estar relacionadas con procesos fisiológicos específicos, como el desarrollo gonadal en hembras, que incrementa la masa corporal. En etapas juveniles, la energía tiende a destinarse al crecimiento estructural más que a la acumulación de peso. Este

patrón ha sido documentado en especies marinas, donde el crecimiento está influenciado por la madurez sexual y la dinámica energética (Palomares *et al.*, 2020; Masood *et al.*, 2024).

Los patrones observados en la distribución de los datos y el ajuste del modelo se corresponden con los valores diferenciados obtenidos por grupo biológico, evidenciando que el crecimiento no es uniforme dentro de la población. Esta integración permite comprender que la variabilidad observada responde tanto a factores biológicos como estadísticos. De esta manera, se refuerza la validez del modelo aplicado para describir la dinámica de crecimiento de la especie.

Las variaciones registradas también podrían estar influenciadas por factores ambientales como la disponibilidad de alimento, la temperatura y la estacionalidad del período de muestreo comprendido entre febrero y junio. Estos factores inciden directamente en la condición fisiológica de los individuos y en su capacidad de crecimiento. En ambientes marinos, dichas variables son determinantes en la dinámica poblacional y en la expresión del crecimiento (Lattanzi *et al.*, 2024).

Los resultados evidencian que *Seriola rivoliana* presenta un crecimiento alométrico positivo con variaciones asociadas a su estructura poblacional y condiciones ambientales. La tendencia general observada refleja una estrategia adaptativa orientada a la acumulación de biomasa en etapas específicas del ciclo de vida. Estos hallazgos resaltan la importancia de considerar factores biológicos y ecológicos en estudios de especies de interés comercial (Ahirwal *et al.*, 2023; Masood *et al.*, 2024).

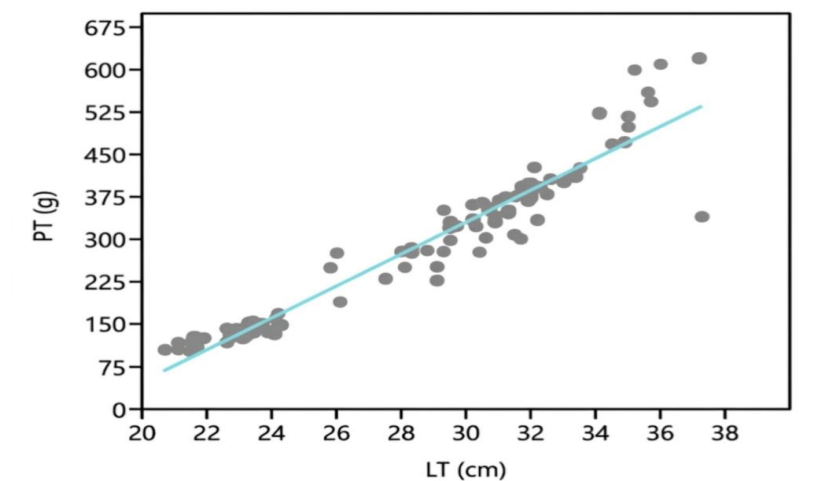


Figura 2. Relación longitud total (LT) - peso total (PT) encontrados (N=100) de *Seriola rivoliana* del Mercado de Mariscos de Panamá, febrero a junio 2025.

Tabla 3. Parámetros del modelo longitud–peso por grupo biológico encontrados de *Seriola rivoliana* del Mercado de Mariscos de Panamá, febrero a junio 2025.

Grupo	a	b	R ²
Hembras	0,012	3,18	0,865
Juveniles	0,021	2,74	0,792
Total	100	100	100

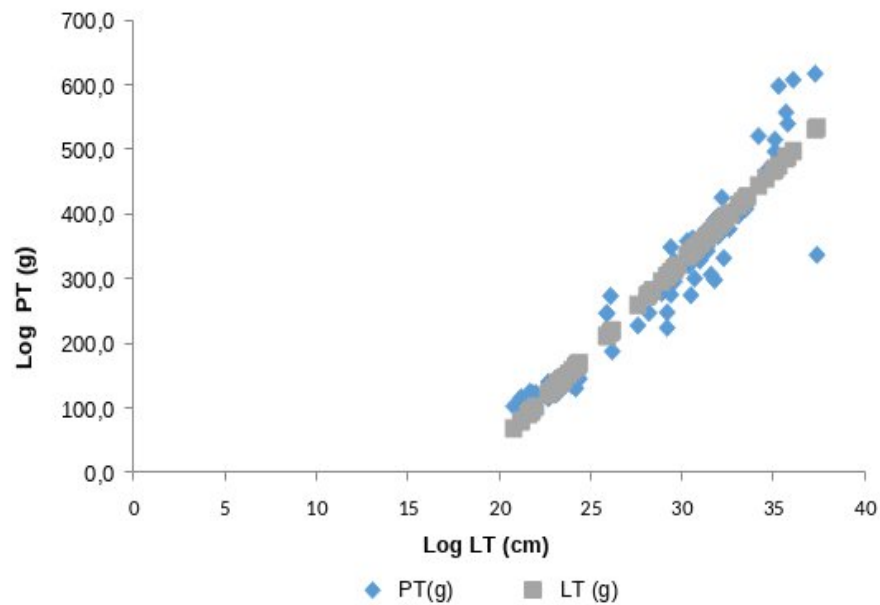


Figura 3. Relación logarítmica entre la longitud total (LT) - peso total (PT), con curva de regresión ajustada, encontrados de *Seriola rivoliana* del mercado de marisco de Panamá entre febrero a junio de 2025 (N=100).

En la composición sexual de *Seriola rivoliana*, se observó una dominancia clara de hembras ($n = 71$), seguida por juveniles ($n = 28$) y un número muy reducido de machos ($n = 1$). Este sesgo en la proporción sexual podría estar asociado a procesos de segregación entre sexos, diferencias en el uso del hábitat y comportamientos espaciales diferenciados (Tabla 4). Asimismo, una mayor vulnerabilidad de las hembras a las artes de pesca empleadas también podría influir en este patrón observado (Murua *et al.*, 2003; Masood *et al.*, 2024).

La presencia de un solo macho en el muestreo no necesariamente indica una baja abundancia poblacional de este sexo, sino que puede reflejar una disponibilidad temporal reducida en las zonas de captura, asociada a migraciones estacionales o a la segregación espacial durante el ciclo reproductivo (Figura 4). La ausencia de ejemplares de *S. rivoliana* en el mercado de mariscos de Panamá durante julio y agosto sugiere una posible variación estacional en su distribución, ya sea por desplazamientos hacia áreas de desove, cambios en la profundidad o menor actividad pesquera en ese periodo. Estudios en peces pelágicos han demostrado que estas variaciones temporales pueden influir en los resultados de muestreos basados en capturas comerciales, por lo que deben considerarse en evaluaciones poblacionales y en la gestión pesquera (Lowerre *et al.*, 2011; Cumplido *et al.*, 2018; Heidrich *et al.*, 2023).

La dominancia de hembras (Tabla 4 y Figura 4) puede estar asociada a patrones de segregación espacial y conductual durante el ciclo reproductivo de la especie. En peces pelágicos, las diferencias en el uso del hábitat entre sexos pueden generar variaciones en su disponibilidad para la captura en pesquerías comerciales. Este tipo de sesgo en la proporción sexual ha sido reportado en especies marinas explotadas donde el muestreo proviene de desembarques y no de poblaciones naturales (King, 2007).

La proporción elevada de juveniles (Tabla 4) refleja que una parte importante de los individuos capturados se encuentra en etapas tempranas del desarrollo ontogénico, lo cual sugiere una interacción significativa de la actividad pesquera con fracciones no adultas de la población y evidencia una posible alteración en la dinámica de crecimiento, supervivencia y transición hacia estadios reproductivos. La extracción de organismos inmaduros puede incidir negativamente en la capacidad de renovación poblacional al reducir el número de futuros reproductores efectivos, afectando procesos clave como el reclutamiento, la biomasa reproductiva y, en consecuencia, la estabilidad y sostenibilidad del stock. La captura frecuente de juveniles es considerada un indicador de presión pesquera que puede modificar la

estructura demográfica de las poblaciones explotadas, generando cambios en la distribución de tallas y edades, así como posibles escenarios de sobrepesca de crecimiento, lo que compromete la resiliencia del recurso frente a perturbaciones ambientales y antrópicas (Froese, 2004).

Tabla 4. Proporción sexual (%) de *Seriola rivoliana* encontrados en el Mercado de Mariscos de Panamá, febrero a junio 2025.

Categoría	n	%
Hembras	71	71
Machos	1	1
Juveniles	28	28
Total	100	100

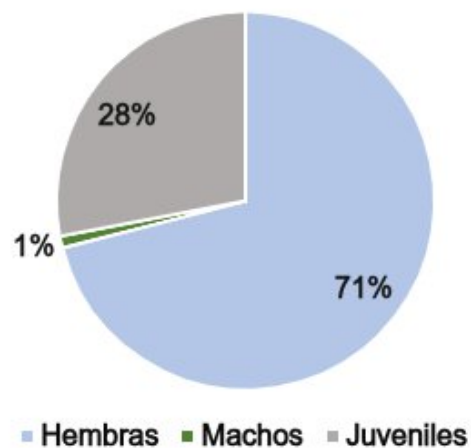


Figura 4. Proporción sexual (%) encontrados (N=100) de *Seriola rivoliana* del Mercado de Mariscos de Panamá, febrero a junio 2025.

El análisis de los descriptores biológicos en *Seriola rivoliana* revela un estado fisiológico robusto y una estrategia de asignación energética orientada a sostener tanto el mantenimiento somático como la inversión reproductiva (Figura 5). El Factor de Condición (K) alcanzó un valor de $1,16 \pm 0,21$ (Tabla 5), lo cual indica que la población mantiene una condición corporal óptima y una disponibilidad de recursos adecuada en el Pacífico panameño. Este bienestar físico es fundamental para compensar el elevado gasto metabólico que implica la actividad reproductiva en carángidos, reflejando una condición fisiológica coherente con lo documentado en otros peces pelágicos de alta movilidad (Lowerre *et al.*, 2011; Ahirwal *et al.*, 2023; Masood *et al.*, 2024).

En la dinámica de las reservas internas, el Índice gonadosomático (IGS) presentó un valor promedio de $2,33 \pm 0,94$, mientras que el Índice hepatosomático (IHS) fue de $1,40 \pm 0,52$ (Tabla 5), mostrando una mayor amplitud de variación del IGS respecto al IHS (Figura 5). Esta diferencia sugiere un proceso activo de movilización de lípidos y glucógeno desde el hígado hacia las gónadas para facilitar la vitelogénesis y la maduración de los gametos, evidenciando una asignación energética priorizada hacia la reproducción. La transferencia de nutrientes desde el tejido hepático constituye un indicador crítico del esfuerzo reproductivo, confirmando que el hígado actúa como principal reservorio energético para garantizar la viabilidad del desarrollo durante los meses de mayor actividad biológica (Sierra *et al.*, 2015; Sánchez, 2017; Moreno *et al.*, 2019).

La variabilidad observada en los diagramas de caja (Figura 5), particularmente en el IGS, permite inferir la coexistencia de múltiples estadios de madurez dentro de la población capturada y comercializada en el Mercado de Mariscos. La presencia de valores atípicos y una amplia dispersión intercuartílica sugiere asincronía reproductiva, característica frecuente en especies pelágicas con periodos de desarrollo prolongados y elevada plasticidad energética (Lowerre *et al.*, 2011). Este patrón refuerza la interpretación de que durante el periodo febrero–junio coexistieron individuos en diferentes fases del ciclo gonadal, lo que aporta evidencia sobre la dinámica reproductiva local.

La aceleración positiva entre el incremento de la talla y el fortalecimiento de los índices biológicos confirma que los individuos de mayores dimensiones poseen una mayor capacidad de almacenamiento de energía. Esto se traduce en un mayor potencial reproductivo dentro de la población, ya que los individuos de mayor tamaño no solo presentan una mayor reserva

energética, sino que también pueden destinar más recursos al desarrollo gonadal, lo que se refleja en valores más elevados del índice gonadosomático (IGS). Este hallazgo coincide con estudios que señalan que el aumento en tamaño corporal se asocia con mayor eficiencia en la asignación energética y una mayor contribución al reclutamiento poblacional (Gómez *et al.*, 2021).

Tabla 5. Índices biológicos promedio encontrados (N=100) de *Seriola rivoliana* del Mercado de Mariscos de Panamá, febrero a junio 2025.

Índice	Media $\pm$ DE
IGS	2,33 $\pm$ 0,94
IHS	1,40 $\pm$ 0,52
K	1,16 $\pm$ 0,21

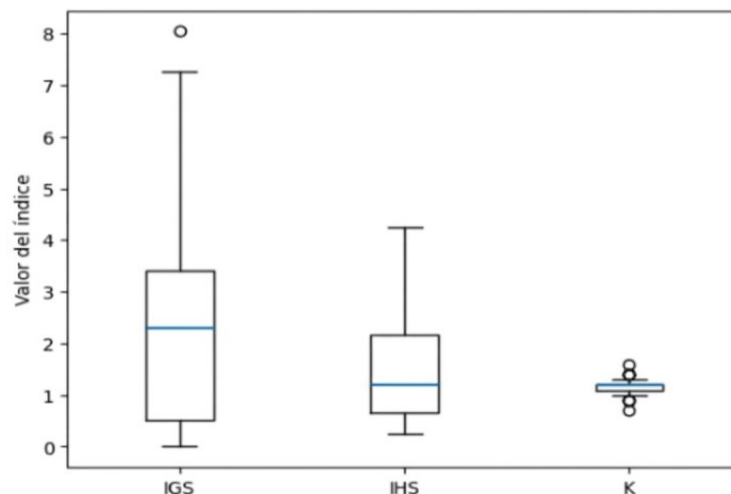


Figura 5. Diagramas de caja del índice gonadosomático (IGS), índice hepatosomático (IHS) y factor de condición (K) encontrados (N=100) de *Seriola rivoliana* de Mercado de Mariscos de Panamá, febrero a junio 2025

La variación mensual del índice gonadosomático (IGS) y del índice hepatosomático (IHS) evidenció cambios temporales en la asignación energética de *Seriola rivoliana* durante el período de muestreo. Los valores de IGS fueron más elevados en los primeros meses, lo que indica una mayor inversión reproductiva y sugiere que la actividad reproductiva de la especie podría ser mayor durante este período del año, mientras que hacia mediados del período de estudio se observa una disminución progresiva. Esto puede asociarse al afloramiento en temporada seca, donde hay gran cantidad de nutrientes, y a su vez fitoplancton y zooplancton (Smayda, 1960). Por otro lado, el IHS mostró una tendencia variable, reflejando fluctuaciones en las reservas energéticas hepáticas (Figura 6). Esta relación inversa entre ambos índices sugiere una movilización progresiva de las reservas del hígado hacia el desarrollo gonadal, patrón característico de especies con reproducción prolongada y ampliamente documentada en peces marinos pelágicos (Lowerre *et al.*, 2011; Masood *et al.*, 2024).

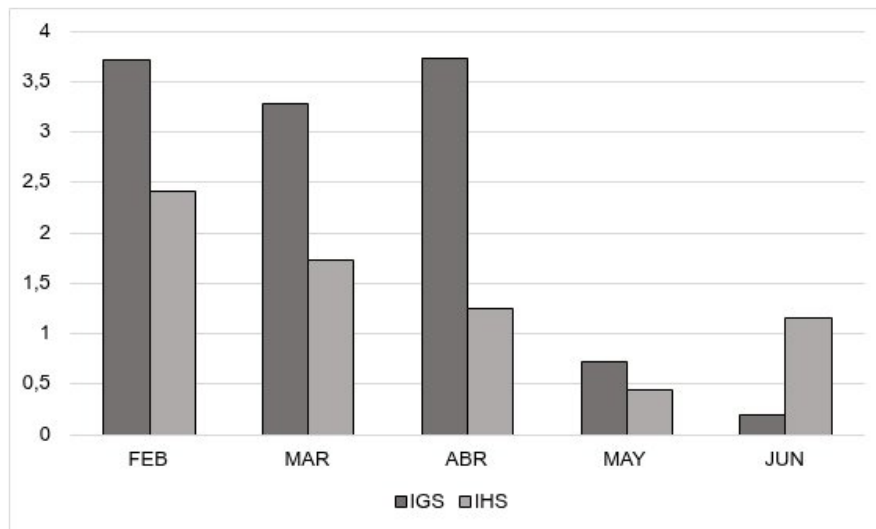


Figura 6. Variación mensual del índice gonadosomático (IGS) y del índice hepatosomático (IHS) encontrados (N=100) de *Seriola rivoliana* del Mercado de Mariscos de Panamá, febrero a junio 2025.

Se analizaron 100 estómagos de *Seriola rivoliana*, de los cuales el 85 % se encontraron vacíos y el 15 % presentaron contenido alimenticio. Esta alta proporción de vacuidad estomacal es una condición común en especies pelágicas activas con hábitos de alimentación intermitentes. Este patrón ha sido reportado en estudios previos sobre ecología trófica de peces marinos (Gómez *et al.*, 2021; Ahirwal *et al.*, 2023).

La elevada proporción de estómagos vacíos (Figura 7) podría estar asociada al incremento del índice gonadosomático registrado en los primeros meses del periodo de estudio, lo que sugiere una redistribución energética hacia la maduración gonadal. En numerosas especies marinas, el aumento del IGS durante la fase reproductiva suele acompañarse de una reducción en la actividad alimentaria, debido a la priorización de recursos energéticos para el desarrollo de las gónadas. Esta interacción entre inversión reproductiva y disminución de la ingesta ha sido documentada como una estrategia fisiológica común en peces teleósteos (Nikolsky, 1963; Jobling, 1994).

Esta situación ha sido asociada al momento de captura, a intervalos irregulares de alimentación y al estrés postcaptura, factores ampliamente documentados en estudios de biología trófica y condición poblacional de peces pelágicos (Ahirwal *et al.*, 2023). Estudios previos han señalado que un porcentaje considerable de individuos de múltiples especies presenta estómagos vacíos debido a variaciones en la frecuencia de alimentación, la dinámica de vaciado gástrico, la autecología trófica y las características del hábitat, especialmente en especies pelágicas donde la disponibilidad de presas y el comportamiento alimentario generan una alta frecuencia de vacuidad estomacal. Este patrón de vacuidad estomacal se utiliza como un indicador indirecto de la intensidad de alimentación y de estrategias tróficas intermitentes, y su interpretación requiere considerar tanto factores biológicos como metodológicos para comprender mejor la condición energética de las poblaciones analizadas (Gómez *et al.*, 2021).

La proporción de estómagos vacíos observada (Figura 7) podría estar relacionada con diferencias ontogénicas en los hábitos alimentarios de los individuos muestreados. En peces pelágicos, los cambios en la talla y el desarrollo corporal suelen implicar transiciones en el tipo y tamaño de presa, lo que puede generar variaciones en la frecuencia de alimentación entre juveniles y adultos. Estas modificaciones ontogénicas en la estrategia trófica han sido

ampliamente documentadas en especies marinas comerciales y pueden influir en la interpretación de los análisis de contenido estomacal (Nikolsky, 1963; Wootton, 1998).

La baja proporción de estómagos llenos (15%) en *Seriola rivoliana* sugiere que, aunque limitada, existe actividad alimentaria en la población analizada, lo que confirma su comportamiento como depredador activo dentro del ecosistema. La presencia de contenido estomacal indica que algunos individuos se encontraban en fase de alimentación reciente, lo cual puede estar relacionado con pulsos de disponibilidad de presas o momentos específicos del ciclo diario de alimentación (Moreno *et al.*, 2019).

Los individuos analizados de *Seriola rivoliana* que presentaron contenido estomacal mostraron una alimentación compuesta principalmente por restos de peces pequeños, escamas, sardinas y fragmentos de moluscos, evidenciando hábitos alimenticios de tipo oportunista y una tendencia al consumo de presas de origen animal. La presencia de sardinas y restos de peces sugiere una preferencia por organismos pelágicos, mientras que los fragmentos de moluscos reflejan una dieta variada asociada a la disponibilidad de alimento en el medio. Estos resultados concuerdan con lo descrito para especies del género *Seriola*, cuya alimentación cambia conforme aumenta la talla y el tipo de presa disponible en el ambiente natural (Espinoza *et al.*, 2009).

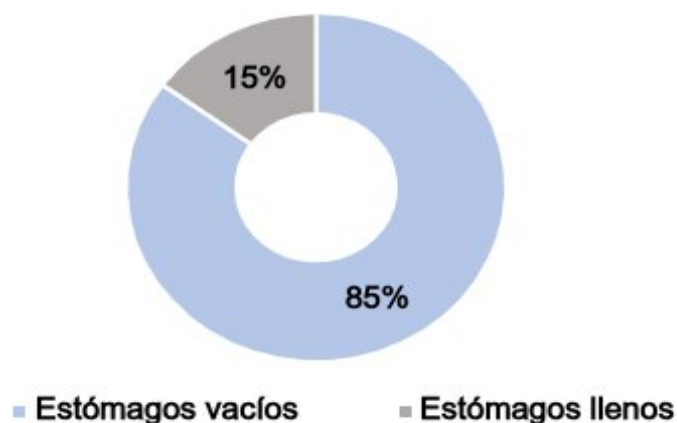


Figura 7. Porcentaje de estómagos vacíos y llenos encontrados (N=100) de *Seriola rivoliana* del Mercado de Mariscos de Panamá, febrero a junio 2025.

El análisis de correlaciones de Pearson mostró relaciones positivas y significativas entre la longitud total y el peso corporal ($r = 0,958$; $p < 0,05$), entre la longitud total y el índice gonadosomático ($r = 0,677$; $p < 0,05$) y entre la longitud total y el factor de condición ($r = 0,456$; $p < 0,05$). Estos resultados indican que el incremento en la talla se asocia con mayores valores de peso, condición corporal y desarrollo gonadal en los ejemplares analizados (Tabla 6). El índice hepatosomático (IHS) no presentó una asociación estadísticamente significativa con la longitud total ($p > 0,05$), lo que sugiere que las variaciones en el tamaño de los individuos no estuvieron relacionadas con cambios proporcionales en la masa hepática. La talla se confirma como un indicador biológico clave para evaluar el estado poblacional de *Seriola rivoliana* (Mojekwu & Anumudu, 2015; Cumplido *et al.*, 2018).

Variables	r	p
LT - Peso	0,958	< 0,05
LT - IGS	0,677	< 0,05
LT - K	0,456	< 0,05

Tabla 6. Correlaciones de Pearson entre variables biológicas encontrados (N=100) de *Seriola rivoliana* del Mercado de Mariscos de Panamá, febrero a junio 2025.

En conjunto, los resultados obtenidos permiten caracterizar aspectos clave de la biología y ecología de *Seriola rivoliana* comercializada en el Pacífico panameño. Estos hallazgos resaltan la necesidad de implementar medidas de manejo basadas en evidencia científica para garantizar la sostenibilidad del recurso (Lowerre *et al.*, 2011; Cumplido *et al.*, 2018). La evaluación de parámetros morfométricos y poblacionales constituye una herramienta esencial para detectar cambios en la estructura de tallas, patrones de crecimiento y posibles señales de sobreexplotación, aportando bases técnicas para la formulación de regulaciones pesqueras efectivas, como límites de captura, tallas mínimas y control del esfuerzo pesquero (Cumplido *et al.* 2018; Quezada *et al.*, 2025).

CAPÍTULO IV. CONCLUSIONES

- La longitud total promedio fue de $28,20 \pm 4,12$ cm y el peso total promedio de $281,28 \pm 109,47$ g en 100 ejemplares de *Seriola rivoliana* obtenidos en el Mercado de Mariscos de Panamá durante febrero a junio de 2025.
- La estructura de tallas de *Seriola rivoliana* estuvo dominada por individuos entre 28 y 33 cm de longitud total, lo que sugiere una mayor representación de juveniles, subadultos y posibles adultos dentro de las capturas comerciales analizadas.
- La alta proporción de estómagos vacíos (85 %) y la baja frecuencia de estómagos llenos (15 %) en *Seriola rivoliana* sugieren un patrón de alimentación intermitente influenciado por procesos reproductivos y el momento de captura, mientras que los individuos con contenido alimenticio presentaron una dieta oportunista compuesta principalmente por moluscos y peces pequeños.
- La relación longitud–peso presentó un crecimiento alométrico positivo descrito por el modelo $PT = a \cdot LT^{3.03}$, con un coeficiente de determinación significativo de $R^2 = 0,968$, indicando un ajuste robusto del modelo y una alta asociación entre la longitud y el peso corporal.
- Se evidencia una valoración positiva significativa entre la longitud total y el peso ($r = 0,958$), así como con el índice gonadosomático ($r = 0,677$), indicando que los individuos de mayor tamaño presentan mayor desarrollo reproductivo.
- La ausencia de *Seriola rivoliana* en los meses de julio y agosto sugiere un patrón estacional en su disponibilidad en las capturas, posiblemente asociado a desplazamientos de la especie hacia otras áreas o a cambios ambientales que influyen en su distribución. En especies pelágicas marinas, diferentes etapas de vida pueden ocupar distintas áreas geográficas relacionadas con procesos de reproducción, alimentación y crecimiento.

CAPÍTULO V. RECOMENDACIONES

- Se recomienda implementar tallas mínimas de captura de aproximadamente 50 cm a 60 cm para reducir la extracción de individuos juveniles y favorecer la sostenibilidad del recurso.
- Es necesario realizar monitoreos continuos durante todo el año para evaluar posibles variaciones estacionales en la presencia de la especie.
- Se sugiere fortalecer los programas de manejo pesquero incorporando información biológica y ecológica actualizada de la especie estudiada.
- Se recomienda promover el uso de artes de pesca selectivas que disminuyan la captura incidental de organismos inmaduros.
- Es importante desarrollar futuras investigaciones que amplíen el conocimiento sobre la dinámica poblacional y reproductiva de esta especie en la región.
- Se recomienda monitorear anualmente los índices gonadosomáticos y hepatosomáticos para confirmar si el periodo reproductivo entre febrero y junio es constante o cambia por la temperatura superficial del mar.
- Se recomienda realizar estudios sobre la talla de primera madurez sexual de *Seriola rivoliana* en el Pacífico panameño, con el fin de generar información que contribuya al establecimiento de medidas de manejo y tallas mínimas de captura más precisas.

CAPÍTULO VI. BIBLIOGRAFÍA

- Ahirwal, S. K., Singh, J., Sarma, K., Kumar, T., Bharti, V., & Kumar, A. (2023). Morphometric characteristics, length–weight relationships, and condition factors of five indigenous fish species from the River Ganga in Bihar, India. *Journal of Applied Ichthyology*, 2023, 1329222. <https://doi.org/10.1155/2023/1329222>
- Allen, G. R., & Robertson, D. R. (1994). *Fishes of the tropical eastern Pacific*. University of Hawaii Press. <https://uhpress.hawaii.edu/title/fishes-of-the-tropical-eastern-pacific/>
- ANAM. (2019). Guía para el manejo sostenible de recursos marinos en Panamá. Autoridad Nacional del Ambiente de Panamá.
- ARAP. (2009). Guía para la identificación de peces de interés comercial de la República de Panamá. Autoridad de los Recursos Acuáticos de Panamá. <https://aquadocs.org/items/da123dc5-01ad-457a-8e58-cc07803630db>
- Blacio, E., Darquea, J., & Rodríguez, S. (2003). Avances en el cultivo de huayaípe *Seriola rivoliana* en las instalaciones del CENAIM. *El Mundo Acuícola*, 9(1), 23-24. <https://www.researchgate.net/publication/40902335>
- Brito, M., & Bazzoli, N. (2003). Reproducción del bagre surubim en el río São Francisco. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinaria e Zootecnia*, 55(5), 624-633. <https://doi.org/10.1590/S0102-09352003000500018>
- Burchert, S. J., Afrifa-Yamoah, E., Ryan, K. L., Mueller, U., & Hyndes, G. A. (2024). Spatial characterisation and drivers of catch and effort in highly specialised recreational pelagic fisheries. *Fisheries Research*, 278, 107071. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2024.107071>
- Centeno-Chaves, A., Marrari, M., Arias-Zumbado, F., García-Rojas, A., & Mug-Villanueva, M. (2025). Composition of pelagic fish in commercial landings of the longline fishery in the Costa Rica Pacific during 2015 - 2021. *Frontiers in Marine Science*, 11, 1490883. <https://doi.org/10.3389/fmars.2024.1490883>
- Chirichigno, N., & Martín, J. (2001). Catálogo comentado de los peces marinos del Perú. IMARPE. <https://repositorio.imarpe.gob.pe/handle/20.500.12958/9516>

- Cumplido, R., Fagundes Netto, E. B., Rodrigues, M. T., Melo Junior, U. G., & Silva da Costa, P. A. (2018). A review and the length-weight relationship of Bluefish, *Pomatomus saltatrix* (Linnaeus, 1766), Pisces: Pomatomidae, at the Marine Extractive Reserve (RESEX-Mar) of Arraial do Cabo, Rio de Janeiro State, Brazil. *Open Access Library Journal*, 5(e4770), 1-13. https://www.scirp.org/pdf/OALibJ_2018082710173017.pdf
- Csirke, J. (1989). *Introducción a la dinámica de poblaciones de peces*. Documento Técnico de Pesca 192. FAO. <https://www.fao.org/3/t0169s/t0169s.pdf>
- D'Croz, L., & O'Dea, A. (2007). Variability in upwelling along the Pacific shelf of Panama and implications for the distribution of nutrients and chlorophyll. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 73(1-2), 325-340. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2007.01.013>
- Espinoza, N., Escala, E., & Blacio, E. (2009). Estudio de la factibilidad técnica y económica del cultivo de huayaipé. Informe Técnico CENAIM-ESPOL. <https://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/1700>
- FAO. (2024). El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2024. *La transformación azul en acción*. FAO. <https://openknowledge.fao.org/items/23317adf-15ec-402d-9989-1b2f426e3cc0>
- FISHBASE. (2025). *Seriola rivoliana* summary. <https://www.fishbase.se/summary/SpeciesSummary.php?ID=1007&AT=bojalá>
- Freitas, M., Almeida, H., Montag, F., & Ferreira, N. (2016). Predicción del tamaño de la primera madurez sexual. *Neotropical Ichthyology*, 14(4), e150152. <https://doi.org/10.1590/1982-0224-20150152>
- Friendly, M., & Fox, J. (2012). Candisc V 1.10. Fundación R. <https://cran.r-project.org/web/packages/candisc/candisc.pdf>
- Froese, R. (2004). Keep it simple: Three indicators to deal with overfishing. *Fish and Fisheries*, 5(1), 86-91. <https://doi.org/10.1111/j.1467-2979.2004.00144.x>

- Garcés B., H. A. (2020). Lista sistemática preliminar de los peces marinos comerciales del Pacífico de Panamá. *Tecnociencia*, 23(1), x-y. <https://doi.org/10.48204/j.tecno.v23n1a11>
- García, K. (2020). Estructura genética poblacional de *Seriola rivoliana*. Tesis de Maestría. CIBNOR. https://cibnor.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1001/1914/1/garcia_k_TE_SIS.pdf
- Gómez, V., Sánchez, B., & Gómez, J. (2021). Biometría de peces de interés comercial en Puerto Mutis. *Visión Antataura*, 4(2), 1-12. <https://revistas.up.ac.pa/index.php/antataura/article/download/1845/1414/2736>
- Jennings, S., Kaiser, M. J., y Reynolds, J. D. (2001). *Marine fisheries ecology*. Blackwell Science Ltd. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/book/10.1002/9781444312027>
- Han, Q., Shan, X., Jin, X., Gorfine, H., & Shi, Y. (2024). Understanding the effects of climate and anthropogenic stresses on distribution variability of fish species. *Fisheries Research*, 276, 107037. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2024.107037>
- Heidrich, K. N., Meeuwig, J. J., & Zeller, D. (2023). Reconstructing past fisheries catches for large pelagic species in the Indian Ocean. *Frontiers in Marine Science*, 10, 1177872. <https://doi.org/10.3389/fmars.2023.1177872>
- Jobling, M. (1993). Bioenergética: ingesta de alimento y reparto energético. En: Rankin, JC, Jensen, FB (eds.) *Ecofisiología de peces*. Chapman & Hall Fish and Fisheries Series, Vol. 9. Springer. https://doi.org/10.1007/978-94-011-2304-4_1
- Kashefi, P., Bani, A., & Ebrahimi, E. (2012). Morphometric and meristic variations between non-reproductive and reproductive Kutum females (*Rutilus frisii kutum*, Kamensky, 1901), in the southwest Caspian Sea. *Italian Journal of Zoology*, 79(3), 337-343. <https://doi.org/10.1080/11250003.2011.642414>
- King, M. (2007). *Fisheries biology, assessment and management*. 2a Ed. Blackwell Publishing. <https://download.e-bookshelf.de/download/0003/7612/83/L-X-0003761283-0002096809.XHTML/index.xhtml>

- Lattanzi, A., Bellisario, B., & Cimmaruta, R. (2024). A review of fish diversity in Mediterranean seagrass habitats, with a focus on functional traits. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 34, 1329-1349. <https://doi.org/10.1007/s11160-024-09876-w>
- Lowerre, B. S. K., Brown, P. N. J., Murua, H., Tomkiewicz, J., Wyanski, D. M., Saborido, R. F. (2011). Emerging issues and methodological advances in fisheries reproductive biology. *Marine and Coastal Fisheries: Dynamics, Management, and Ecosystem Science*, 3(1), 32-51. <https://doi.org/10.1080/19425120.2011.555725>
- MARVIVA. (2017a). Guía de especies comerciales marinas de Panamá. Fundación MarViva. https://marviva.net/wp-content/uploads/2021/11/af_guiaespeciespanama_2017.pdf
- MARVIVA. (2017b). Miniguía estándar de especies marinas de Panamá. Fundación MarViva https://marviva.net/wp-content/uploads/2021/11/af_miniguia_estandar_marviva.pdf
- MARVIVA. (2022). Monitoreo Pesquero Participativo: una guía de conceptos y pasos metodológicos. Fundación MarViva <https://marviva.net/wp-content/uploads/2022/02/2D14-2022-Monitoreo-pesquero-DIGITAL.pdf>
- Masood, Z., Hawa, N., Hassan, H. U., Mahboob, S., Chatta, A. M., Mushtaq, S., Ahmed, A. E., Swelum, A. A., Zulfiqar, T., Khan, T., & Al-Misned, F. (2024). Study of some morphometric and meristic characteristics of *Alepes vari* (Cuvier, 1833) collected from the Arabian coast. *Brazilian Journal of Biology*, 84, e257023. <https://doi.org/10.1590/1519-6984.257023>
- Mechaly, A. S., Fernandes, J. M. O., Costas, B., & Fatsini, E. (2023). Enfoques metodológicos para la gestión reproductiva en peces. *Frontiers in Physiology*, 14, 1271809. <https://doi.org/10.3389/fphys.2023.1271809>
- Mendoza, P. A. C., Pérez, R. L. R., & Pinto, S. (2024). Caracterización sociológica de los pescadores en Panamá. *Ciencia y Sociedad*, 49(3), 163-180. <https://doi.org/10.22206/ciso.2024.v49i3.3213>

- MICI. (2021). Informe de comercialización de productos marinos en Panamá. Ministerio de Comercio e Industrias.
- Mojekwu, T. O., & Anumudu, C. I. (2015). Advanced techniques for morphometric analysis in fish. *Journal of Aquaculture Research & Development*, 6(8), 354. <https://www.walshmedicalmedia.com/open-access/advanced-techniques-for-morphometric-analysis-in-fish-2155-9546-1000354.pdf>
- Moreno, J. M., Aguilar, F. A., Boada, N. S., Rojas, J. A., & Prieto, C. A. (2019). Análisis morfométrico e índices corporales de *Eremophilus mutisii*. *Revista de Medicina Veterinaria y Zootecnia*, 66(2), 141-153. <https://doi.org/10.15446/rfmvz.v66n2.82433>
- Murua, H., Kraus, G., Saborido-Rey, F., Witthames, P. R., Thorsen, A., & Junquera, S. (2003). Procedures to estimate fecundity of marine fish species in relation to their reproductive strategy. *Journal of Northwest Atlantic Fishery Science*, 33, 33-54. <https://journal.nafo.int/Portals/0/2003-Vol33/murua2.pdf>
- Nikolsky, G. V. (1963). *The ecology of fishes*. Academic Press. <https://www.scirp.org/journal/paperinformation?paperid=35705>
- Palomares, M. L. D., Froese, R., Derrick, B., Meeuwig, J. J., Noël, S. L., Tsui, G., Woroniak, J., Zeller, D., & Pauly, D. (2020). Fishery biomass trends of exploited fish populations in marine ecoregions, climatic zones and ocean basins. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 243, 106896. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2020.106896>
- Pau, C. (2023). *Seriola rivoliana* - Ficha de pez. Fishipedia. <https://www.fishipedia.es/pez/seriola-rivoliana>
- Pauly, D., Christensen, V., Guénette, S., Pitcher, T. J., Sumaila, U. R., Walters, C. J., Watson, R., & Zeller, D. (2002). Towards sustainability in world fisheries. *Nature*, 418(6898), 689-695. <https://doi.org/10.1038/nature01017>

- Quezada, F. J., Tommasi, D., Kaplan, I. C., Hernvann, P. Y., Frawley, T. H., Garcia, D., Ibaibarriaga, L., Sánchez, S., de Moor, C., Beckensteiner, J., Schueller, A. M., Feijó, D., Ciorciaro, D., Kurota, H., Oliveros, R., Wildermuth, R. P., Mroch, R., Wise, L., Baker, M. R., Hansen, C., Hemed, S. A., Brochier, T., Stohs, S. M., Enciso, C., & Jacobsen, N. S. (2025). Socio-economic impacts and responses of the fishing industry and fishery managers to changes in small pelagic fish distribution and abundance. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 35, 1063-1093. <https://doi.org/10.1007/s11160-025-09949-4>
- Revenga, C., Brunner, J., Henninger, N., Kassem, K., & Payne, R. (2003). *Freshwater biodiversity in crisis*. World Resources Institute. <https://www.researchgate.net/publication/237128458>
- Salas, S., & Castro, R. (2019). Dinámica poblacional y estado de la pesquería de *Seriola rivoliana* en Panamá. Informe Técnico. Autoridad de los Recursos Acuáticos de Panamá.
- Sánchez, M. (2017). Revisión bibliográfica sobre la reproducción de las especies del género *Seriola*. Tesis de Licenciatura. ULPGC. https://accedacris.ulpgc.es/bitstream/10553/74939/20739808_00000_0000.pdf
- Serrano, V., Bernay, B., Moreno-Legorreta, M., Ortega-Rubio, A., & Maldonado, M. (2020). Caracterización proteómica de huevos de *Seriola rivoliana*. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 48(5), 905-917. <https://www.lajar.cl/index.php/rlajar/article/view/vol48-issue5-fulltext-2385>
- Sierra, E., Martínez, J., & López, M. (2015). Desempeño reproductivo y calidad de huevos de *Seriola rivoliana*. *Revista Latinoamericana de Investigaciones Acuáticas*, 43(5), 939-946. https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-560X2015000500015&script=sci_arttext
- Smayda, T. (1965). *A quantitative analysis of the phytoplankton of the Gulf of Panama* (Vol. IX, No. 7). Inter-American Tropical Tuna Commission.

- Sparre, P., & Venema, S. C. (1998). Introduction to tropical fish stock assessment. Part 1: Manual. FAO Fisheries Technical Paper No. 306/1.FAO.
<https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/bc7c37b6-30df-49c0-b5b4-8367a872c97e/content>
- Vega, J., Robles, P., Quezada, F., Montes, L., Del Cid, A., Quintero, O. (2023). Incidencia de elasmobranquios en la pesca artesanal. Scientia, 33(1), 144-172.
<https://revistas.up.ac.pa/index.php/scientia/article/view/3538>
- Wootton, R. J. (1998). *Ecology of Teleost Fishes*. 2a Ed. Kluwer Academic Publishers.
<https://www.scirp.org/journal/paperinformation?paperid=73943>