



# Feeding habits of bonito *Euthynnus alletteratus* and albacore *Thunnus alalunga* (Perciformes, Scombridae) in the Colombian Caribbean

## Hábitos alimentarios del bonito *Euthynnus alletteratus* y la albacora *Thunnus alalunga* (Perciformes, Scombridae) en el Caribe colombiano

Santiago González-Rojas<sup>1,2\*</sup>, Jorge Paramo<sup>1</sup>, Silvia Salas C.<sup>1</sup>, Sigmer Quiroga<sup>2</sup>,

0000-0002-0027-551X 0000-0002-8380-2716 0000-0002-4263-5050 0000-0002-3321-1360

José Cusba<sup>1,3</sup>, Samuel Núñez<sup>1,2</sup> y Adolfo Sanjuan-Muñoz<sup>4</sup>

0000-0003-0445-7879 0000-0003-2562-9561 0000-0002-4786-862X

1. Grupo de Investigación Ciencia y Tecnología Tropical -Citept-, Universidad del Magdalena, Cra. 32 No. 22-08, Avenida del Ferrocarril, Santa Marta, Colombia. [sangor21@gmail.com](mailto:sangor21@gmail.com)\*
2. Grupo de Investigación en Manejo y Conservación de Fauna, Flora y Ecosistemas Estratégicos Neotropicales -Miku-, Universidad del Magdalena. Carrera 32 No 22-08, Santa Marta, Colombia.
3. Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras "José Benito Vives de Andrés"-Invemar, Programa Calidad Ambiental Marina, Calle 25 No. 2-55 Rodadero, Santa Marta, Colombia.
4. Grupo de Investigación Dinámica y Manejo de Ecosistemas Marinos Costeros (Dimarco), Facultad de Ciencias Naturales e Ingeniería, Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, Cra. 2 No. 11-68. Edificio Mundo Marino. Santa Marta, Colombia.

\* Autor de correspondencia / Corresponding author

### RESUMEN

Se evaluaron los hábitos alimentarios del bonito *Euthynnus alletteratus* y la albacora *Thunnus alalunga* a partir del análisis de los contenidos de 85 estómagos (50 de bonito y 35 de albacora) recolectados entre marzo de 2018 y abril de 2019. Se realizó un análisis cualitativo y cuantitativo de las presas encontradas en dichos estómagos, así como del espectro trófico entre especies y temporadas climáticas. La información climática se obtuvo a través de imágenes satelitales, analizando variables como la temperatura superficial del mar, la salinidad y los vientos. En términos de abundancia, las presas más representativas fueron el pez *Sardinella aurita* (42.48 %) y restos de Teleostei (27.45 %) para *E. alletteratus*, y larvas megalopa (56.89 %) y restos de Teleostei (10.26 %) para *T. alalunga*. El índice de importancia relativa indica, como presas principales, a restos de Teleostei (IRI = 1460.65) y *Sardinella aurita* (IRI = 1179.70) para *E. alletteratus*, y a larvas megalopa (IRI = 1367.19) y restos de Teleostei (IRI = 840.94) para *T. alalunga*. Estos grandes depredadores pelágicos fueron catalogados como generalistas, con baja diversidad de presas en el contenido estomacal, y no se observó solapamiento trófico entre las dos especies.

**PALABRAS CLAVE:** atunes, peces pelágicos, dieta, Caribe

### ABSTRACT

The feeding habits of the bonito *Euthynnus alletteratus* and the albacore *Thunnus alalunga* were assessed by analyzing the contents of 85 stomachs (50 from bonito and 35 from albacore) collected between March 2018 and April 2019. A qualitative and quantitative analysis of the prey found in the stomach contents was conducted, as well as of the trophic spectrum between species and climatic seasons. Climatic information was obtained through satellite images, analyzing variables such as sea surface temperature, salinity, and winds. In terms of abundance, the most representative prey were the fish *Sardinella aurita* (42.48 %) and Teleostei remains (27.45 %) for *E. alletteratus*, and Megalopa larvae (56.89 %) and Teleostei remains (10.26 %) for *T. alalunga*. The relative importance index indicates that the main prey for *E. alletteratus* were Teleostei remains (IRI = 1460.65) and *Sardinella aurita* (IRI = 1179.70), while, for *T. alalunga* they were megalopa larvae (IRI = 1367.19) and Teleostei remains (IRI = 840.94). These large pelagic predators were classified as generalists, with a low prey diversity in their stomach content. No trophic overlap was observed between the two species.

**KEYWORDS:** tunas, pelagic fish, diet, Caribbean

DOI: <https://doi.org/10.25268/bimc.invemar.2024.53.2.1316>

Publicado por Invemar

Este es un manuscrito de acceso abierto bajo la licencia CC Reconocimiento-No Comercial-Compartir Igual

Published by Invemar

This is an open Access article under the CC BY-NC-SA

## INTRODUCCIÓN

La pesca deportiva es una actividad que involucra atraer, capturar y liberar peces. En Colombia, se practica en el 80 % del territorio nacional, tanto en agua dulce como en ambientes marinos (Lasso *et al.*, 2019). En el Caribe colombiano, la pesca deportiva artesanal es una actividad dual: se practica para efectos de sustento y turismo. Los pescadores artesanales utilizan métodos tradicionales como el cebo vivo para capturar róbalo, pargos y sierras (Lasso *et al.*, 2019). Estos pescados se venden en los mercados locales o se consumen en casa. La pesca deportiva también es una actividad turística importante en el Caribe colombiano; tanto turistas nacionales como extranjeros visitan la región para practicar la pesca recreativa (Lasso *et al.*, 2019). Esta actividad genera ingresos económicos para las comunidades locales y contribuye al desarrollo del turismo sostenible. Entre las especies más frecuentemente capturadas por pesca deportiva en el Caribe colombiano están el bonito, la albacora, el dorado y otros peces pelágicos pequeños (Paramo *et al.*, 2019).

El bonito, *Euthynnus alletteratus* (Rafinesque), y la albacora, *Thunnus alalunga* (Bonnaterre), son atunes epipelágicos y neríticos. Son especies altamente migratorias, distribuidas a lo largo del océano Atlántico (*E. alletteratus*) o regiones circuntropicales (*T. alalunga*) (Vieira *et al.*, 2021), que habitan aguas templadas y subtropicales en sus etapas juveniles. Una vez alcanzan las etapas adultas, se pueden encontrar en aguas subsuperficiales y a profundidades de aproximadamente 200 m (Bertrand *et al.*, 2002; Vieira *et al.*, 2021). Estas especies son depredadores oportunistas y se alimentan de una gran diversidad de presas. Las dietas del bonito y la albacora han sido descritas en diferentes partes del mundo (Consoli *et al.*, 2008; Young *et al.*, 2010; Varghese *et al.*, 2014; Varela *et al.*, 2017), pero aún hay un número limitado de estudios sobre sus hábitos alimentarios. Pocos trabajos se han concentrado en los cambios en su dieta con respecto a las temporadas climáticas (García y Posada, 2013). En general, estos peces se alimentan principalmente de crustáceos, peces y cefalópodos. En algunos casos, las principales presas que se encuentran en sus estómagos son restos de peces óseos, peces como *Engraulis japonicus* y cefalópodos como *Gonatopsis borealis* (Ruiz-Pérez *et al.*, 2016). Todo esto, de acuerdo con el índice de importancia relativa (IIR) de estas especies (Pinkas, 1971; Martínez-Juárez *et al.*, 2023).

Algunas especies de atún, como el bonito, son abundantes en el mar Mediterráneo y son de gran importancia ecológica y comercial, pues son depredadores de la porción superior de la red trófica (Báez *et al.*, 2021). Estos atunes son especies costeras, por lo que son capturados por medio de distintas artes de pesca. En el caso de Colombia, son pescados

## INTRODUCTION

Recreational fishing is an activity that involves attracting, capturing, and releasing fish. In Colombia, it is practiced in 80 % of the national territory, both in freshwater and marine environments (Lasso *et al.*, 2019). In the Colombian Caribbean, artisanal recreational fishing is a dual activity: it is practiced for livelihood and tourism purposes. Artisanal fishermen use traditional methods, such as live bait, to catch fish such as snooks, snappers, and Spanish mackerels (Lasso *et al.*, 2019). These fish are sold in local markets or consumed at home. Sport fishing is also a significant touristic activity in the Colombian Caribbean; both national and foreign tourists visit the region to engage in recreational fishing (Lasso *et al.*, 2019). This activity generates economic income for local communities and contributes to the development of sustainable tourism. Among the species most caught by recreational fishing in the Colombian Caribbean are little tunny, albacore, dorado, and other small pelagic fish (Paramo *et al.*, 2019).

The little tunny, *Euthynnus alletteratus* (Rafinesque), and the albacore, *Thunnus alalunga* (Bonnaterre), are epipelagic, neritic tuna. They are highly migratory species, distributed across the Atlantic ocean (*E. alletteratus*) or circumtropical areas (*T. alalunga*) (Vieira *et al.*, 2021), inhabiting temperate and subtropical waters in their juvenile stages. Once they reach the adult stages, they are found in subsurface waters and at depths of around 200 m (Bertrand *et al.*, 2002; Vieira *et al.*, 2021). These species are opportunistic predators and eat a great diversity of prey. The diet of the little tunny and the albacora has been described in different parts of the world (Consoli *et al.*, 2008; Young *et al.*, 2010; Varghese *et al.*, 2014; Varela *et al.*, 2017), but there is still a limited number of studies on their feeding habits, and few works have focused on the changes in their diet with respect to climatic seasons (García and Posada, 2013). In general, these fish feed mainly on crustaceans, fish, and cephalopods. In some cases, the main prey found in their stomachs are bony fish remains, fish such as *Engraulis japonicus*, and cephalopods such as *Gonatopsis borealis* (Ruiz-Pérez *et al.*, 2016). All this, according to these species' relative importance index (RII) (Pinkas, 1971; Martínez-Juárez *et al.*, 2023).

Some species of tuna, such as the small tuna, are abundant in the Mediterranean Sea, with great commercial and ecological importance, as they are predators of the upper portion of the trophic web (Báez *et al.*, 2021). These tunas are coastal species, so they are caught by several types of fishing gear. In the case of Colombia, they are caught by small artisanal boats using nets and rods. This fishery product is used

mediante pequeños botes artesanales con redes y cañas. Este producto pesquero se utiliza principalmente para el consumo propio. Para el Caribe colombiano, los estudios sobre los hábitos alimentarios de estas dos especies son escasos (García y Posada, 2013). Con base en análisis del contenido estomacal, la dieta de *Euthynnus alleteratus* se compone principalmente de presas de las familias Clupeidae (*Harengula* sp., *Sardinella aurita*, *Opisthonema oglinum*) y Carangidae (*Decapterus* sp.) (Moreno, 1986). Otro estudio muestra que la dieta de *E. alleteratus* en el Caribe colombiano contiene principalmente especies de las familias Clupeidae (*Jenkinsia lamprotaenia* y *Sardinella aurita*), Carangidae (*Decapterus* sp.) y Mugilidae (*Mugil curema* y *Mugil* sp.) (García y Posada, 2013; Posada, 2017). En el caso de *T. alalunga* no se han realizado estudios sobre sus hábitos alimentarios en esta región. El objetivo de esta investigación fue evaluar los hábitos alimentarios de *E. alleteratus* y *T. alalunga* a través de un análisis cuantitativo (numérico, gravimétrico y de frecuencia relativa) de su dieta y diversidad, amplitud y similitud trófica para la región de Santa Marta en el Caribe colombiano.

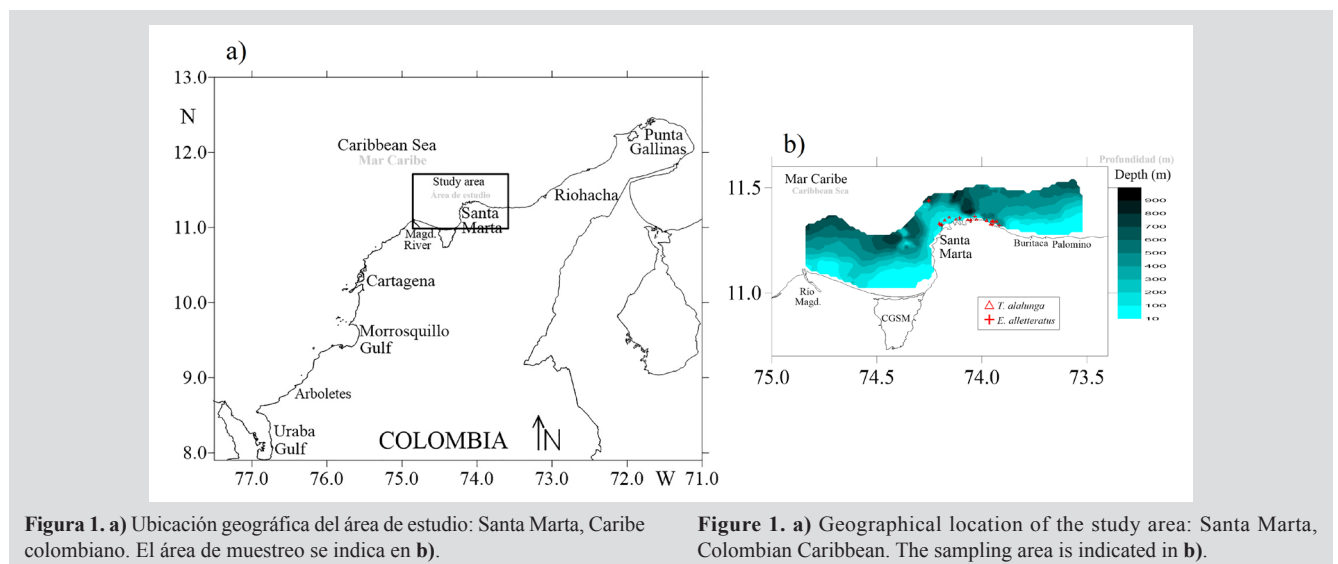
## ÁREA DE ESTUDIO

Santa Marta está ubicada en la costa Caribe de Colombia, en el departamento de Magdalena (Figura 1). Esta área está gobernada por dos periodos climáticos: una temporada seca y una temporada lluviosa, bajo la influencia del desplazamiento norte – sur de la zona de convergencia intertropical (ZCIT) (Franco-Herrera, 2005; Paramo *et al.*, 2009). Cuando la ZCIT se mueve hacia el sur, los vientos alisios del nororiente influyen la región (temporada seca). Cuando la ZCIT se mueve hacia el norte, los vientos son más débiles, promoviendo la precipitación (temporada lluviosa) (Franco-Herrera, 2005).

mainly for own consumption. For the Colombian Caribbean, studies on the feeding habits of these two species are scarce (García and Posada, 2013). The diet of *E. alleteratus*, based on stomach content analyses, is mainly made up of prey items from the families Clupeidae (*Harengula* sp., *Sardinella aurita*, *Opisthonema oglinum*) and Carangidae (*Decapterus* sp.) (Moreno, 1986). Another study shows that the diet of *E. alleteratus* in the Colombian Caribbean mainly comprises species from the families Clupeidae (*Jenkinsia lamprotaenia* and *S. aurita*), Carangidae (*Decapterus* sp.), and Mugilidae (*Mugil curema* and *Mugil* sp.) (García and Posada, 2013; Posada, 2017). In the case of *T. alalunga*, no studies have been conducted with regard to feeding habits in this region. The objective of this research was to evaluate the feeding habits of *E. alleteratus* and *T. alalunga* through a quantitative analysis (numerical, gravimetric, and relative frequency) of their diets and diversity, amplitude, and trophic similarity for the region of Santa Marta in the Colombian Caribbean.

## STUDY AREA

Santa Marta is located on the Caribbean coast of Colombia, in the department of Magdalena (Figure 1). This area is governed by two climatic periods: a dry season and a rainy season, influenced by the north – south displacement of the intertropical convergence zone (ITCZ) (Franco-Herrera, 2005; Paramo *et al.*, 2009). When the ITCZ moves to the south, the northeast trade winds influence the region (dry season), and, when the ITCZ moves to the north, the winds are lower, promoting precipitation (rainy season) (Franco-Herrera, 2005).



## MATERIALES Y MÉTODOS

Se recolectaron estómagos de *E. alletteratus* y *T. alalunga* entre marzo de 2018 y abril de 2019 frente a la costa de Santa Marta. Los especímenes fueron capturados durante el día utilizando cañas de pescar con cebo vivo y cebos artificiales, una técnica común en la pesca recreativa (Klett-Traulsen *et al.*, 1996; Lloret *et al.*, 2008). Con el fin de identificar variaciones por temporadas en los hábitos alimentarios de las especies mencionadas, se obtuvieron datos de temperatura y salinidad *in situ* mediante un CTD (Castaway). Adicionalmente, se obtuvieron registros mensuales de temperatura superficial del mar (TSM), salinidad superficial del mar (SSM) y vientos a partir de datos satelitales. La información de TSM fue capturada diariamente mediante el MODIS-Aqua sensor del sitio web Ocean Color (<http://oceandata.sci.gsfc.nasa.gov>), con una resolución espacial de ~4 km. La salinidad superficial se obtuvo del Servicio de Monitoreo Ambiental Marino (Copernicus) de la Comisión Europea (<http://marine.copernicus.eu>), con una resolución espacial de ~9 km. Finalmente, la información de vientos (m/s) proviene de la base de datos del Reanálisis Regional Norteamericano (NARR, North American Regional Reanalysis; <ftp://ftp.cdc.noaa.gov/Datasets/NARR>), con una resolución espacial de 0.3° (~32 km).

Una vez capturado, cada individuo fue identificado y almacenado en hielo para conservación y transporte al laboratorio, donde fue sexado, medido (longitud total, LT, al mm más cercano) con cinta métrica y pesado (g) utilizando una balanza digital con una precisión de 0.1 g. Acto seguido, el estómago fue extraído, preservado y almacenado en formaldehído al 10 % (Hyslop, 1980). Las presas fueron extraídas de los estómagos, contadas, pesadas e identificadas, dependiendo del estado de digestión (Clothier, 1950), a la categoría taxonómica más baja mediante la literatura especializada (Manning, 1969; Méndez, 1981; Cervigón, 1992; Fischer *et al.*, 1995; Chirichigno y Vélez, 1998). El número mínimo de muestra se determinó empleando curvas de acumulación de presas, elaboradas a partir del número de estómagos analizados con el *software* EstimateS, versión 9.1.0 (Villareal *et al.*, 2004; Colwell *et al.*, 2012), con 999 permutaciones. Para determinar la representatividad del tamaño de la muestra se utilizó el coeficiente de variación. Los estómagos eran válidos cuando se encontraban al menos cinco unidades de muestra por debajo de 5 % (Ferry *et al.*, 1997). Adicionalmente, se realizó regresión lineal para confirmar que la pendiente no fuera significativamente diferente de cero (Bizarro *et al.*, 1997). Cuando se cumplían estas dos premisas, se consideraba una muestra como representativa. Se estimaron tres medidas de cantidad de presas: numérica (% N), gravimétrica

## MATERIALS AND METHODS

Stomachs of *E. alletteratus* and *T. alalunga* were collected between March 2018 and April 2019 off the coast of Santa Marta. The specimens were captured during daytime using fishing rods with live bait and artificial lures, a common technique in recreational fishing (Klett-Traulsen *et al.*, 1996; Lloret *et al.*, 2008). With the purpose of identifying seasonal variations in the feeding habits of the aforementioned species, temperature and salinity data were obtained *in situ* using a CTD (Castaway). In addition, monthly records of sea surface temperature (SST), sea surface salinity (SSS), and winds were obtained from satellite data. The SST information was captured on a daily basis via the MODIS-Aqua sensor from the Ocean Color website (<http://oceandata.sci.gsfc.nasa.gov>), with a spatial resolution of ~4 km. The surface salinity was obtained from the Marine Environmental Monitoring Service (Copernicus) of the European Commission (<http://marine.copernicus.eu>), with a spatial resolution of ~9 km. Finally, the wind information (m/s) came from the North American Regional Reanalysis database (NARR, North American Regional Reanalysis; <ftp://ftp.cdc.noaa.gov/Datasets/NARR>), with a spatial resolution of 0.3° (~32 km).

Once captured, identified, and stored in ice for conservation and transport to the laboratory, each individual was sexed, measured (total length, TL, to the nearest mm) with a measuring tape, and weighed (g) using a digital weight with an accuracy of 0.1 g. Subsequently, the stomach was extracted, preserved, and stored in 10 % formaldehyde (Hyslop, 1980). Preys were extracted from the stomachs, counted, weighed, and identified, depending on the state of digestion (Clothier, 1950), to the lowest taxonomic category using the specialized literature (Manning, 1969; Méndez, 1981; Cervigón, 1992; Fischer *et al.*, 1995; Chirichigno and Vélez, 1998). The minimum sample size was determined by means of prey accumulation curves, which were elaborated based on the number of stomachs analyzed via the EstimateS software, version 9.1.0 (Villareal *et al.*, 2004; Colwell *et al.*, 2012), with 999 permutations. To determine the representativeness of the sample size, the coefficient of variation was employed. The stomachs were valid when at least five sample units were found below 5 % (Ferry *et al.*, 1997). Additionally, linear regression was performed to confirm that the slope was not significantly different from zero (Bizarro *et al.*, 1997). When these two premises were fulfilled, the sample was considered to be representative. Three relative measures of prey quantity were estimated: numerical (% N), gravimetric (% G), and frequency of occurrence (% OF) (Hyslop, 1980).



(% G) y de frecuencia de ocurrencia (% FO) (Hyslop, 1980). La importancia de cada presa fue evaluada utilizando el índice de importancia relativa (IIR), que emplea las tres medidas mencionadas (Pinkas *et al.*, 1971). Se implementó la ecuación estandarizada del índice de Levin para determinar la amplitud de nicho. La diversidad de dieta se evaluó calculando el índice Shannon-Wiener ( $H'$ ) (Krebs, 1999).

Las diferencias en las dietas de *E. alletteratus* y *T. alalunga* (con base en la abundancia de presas) fueron calculadas para cada temporada y clase de tamaño mediante la prueba de chi cuadrado y análisis de clústers. Se aplicó el índice Bray-Curtis para evaluar el grado de similitud en la abundancia de presas. Los datos fueron transformados logarítmicamente ( $\log x + 1$ ) para reducir la influencia de los ceros en las especies más abundantes (Páramo *et al.*, 2012).

Se utilizó el índice Morisita-Horn para determinar la superposición dietética ( $C\lambda$ ) (Krebs, 1999).

$$C\lambda = \frac{2 \sum_{i=1}^n (P_{xi} \times P_{yi})}{(\sum_{i=1}^n P_{xi}^2 + \sum_{i=1}^n P_{yi}^2)}$$

Esta superposición se determina a partir de los valores de los índices: cuando estos están entre 0 y 0.29, no indican superposición en el componente trófico, y los valores de 0.6 – 1 muestran una superposición biológicamente significativa (Krebs, 1999).

## RESULTADOS

Se encontraron cuatro temporadas climáticas relacionadas con la intensidad de los vientos, la temperatura y la salinidad. El periodo de más intensidad fue entre diciembre y marzo, con valores entre 7.2 y 11.1 m/s. Esto corresponde a la temporada seca principal (MaD), que se asocia con valores más bajos de temperatura superficial del mar (24.5 – 26.8 °C) y salinidad (35.8 – 36.1). La temporada seca menor (MinD), entre julio y agosto, presenta valores medios de intensidad de vientos en el rango de 6.8 a 7.4 m/s, temperatura superficial del mar entre 26.7 y 27.8 °C y salinidades de 35.5 – 36.1. La temporada con vientos de baja intensidad (abril a junio) está asociada con lluvias menores (MinR), con valores entre 4.0 y 7.8 m/s, temperaturas superficiales del mar entre 26.5 y 27.7 °C y salinidades entre 35.8 y 36.7. La temporada de menor intensidad de vientos ocurrió entre septiembre y noviembre (1.3 y 6.4 m/s), lo que corresponde a lluvias significativas (MaR), con las temperaturas más altas (27.9 y 29.0 °C) y los valores más bajos de salinidad (35.7 y 35.9) en toda el área (Figura 2).

The importance of each item prey was calculated using the relative importance index (RII), which uses the three measures mentioned above (Pinkas *et al.*, 1971). The standardized equation of the Levin index was implemented to determine the niche breadth, and diet diversity was assessed by calculating the Shannon-Wiener index ( $H'$ ) (Krebs, 1999).

The differences in the diets of *E. alletteratus* and *T. alalunga* (based on prey abundance) were calculated for each season and size class via the chi-squared test and cluster analysis. The Bray-Curtis index was applied to assess the degree of similarity in prey abundance. The data were log-transformed ( $\log x + 1$ ) to reduce the influence of zeros in the more abundant species (Paramo *et al.*, 2012).

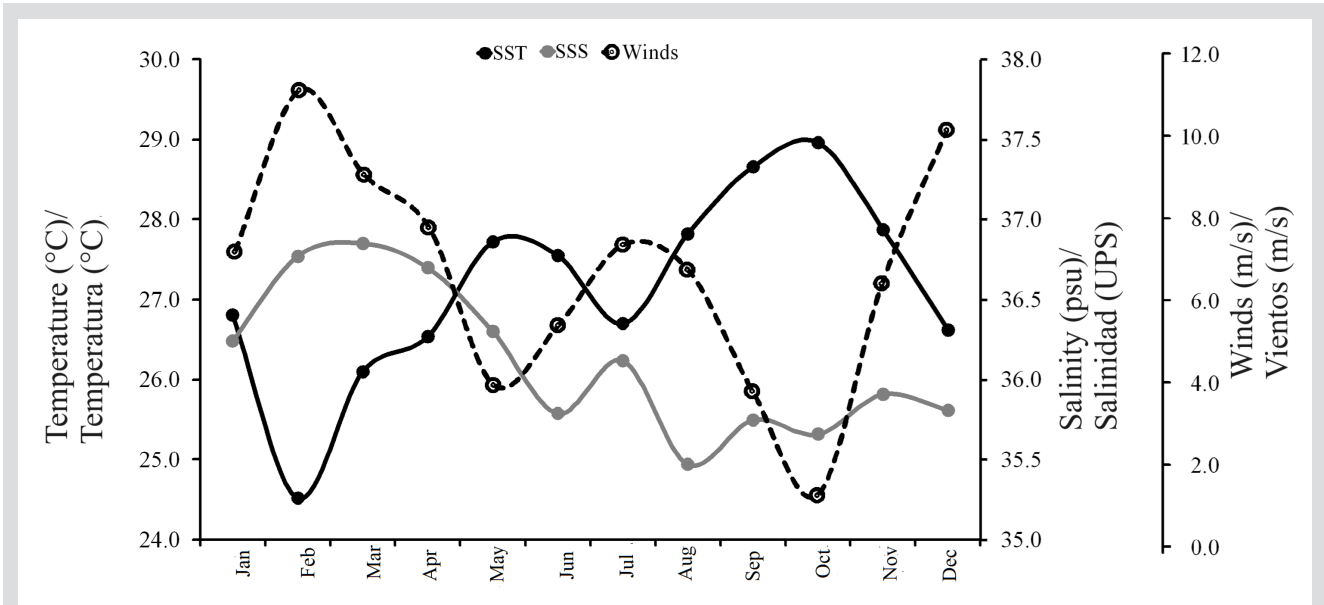
The Morisita-Horn index was used to determine the dietary overlap ( $C\lambda$ ) (Krebs, 1999).

$$C\lambda = \frac{2 \sum_{i=1}^n (P_{xi} \times P_{yi})}{(\sum_{i=1}^n P_{xi}^2 + \sum_{i=1}^n P_{yi}^2)}$$

This overlap is determined based on the index values: when the values are between 0 and 0.29, they indicate no overlap in the trophic component, and values of 0.6 to 1 show a biologically significant overlap (Krebs, 1999).

## RESULTS

Four climatic seasons related to the intensity of the winds, temperature, and salinity were found. The period of greatest intensity was between December and March, with values between 7.2 and 11.1 m/s. This corresponds to the major dry season (MaD), which is associated with lower sea surface temperature (24.5–26.8 °C) and higher salinity values (35.8–36.8). The minor dry season (MinD), between July and August, exhibits medium wind intensity values ranging from 6.8 to 7.4 m/s, with sea surface temperature values between 26.7 and 27.8 °C and salinities of 35.5 – 36.1. The season with low-intensity winds (April to June) is associated with minor rainfall (MinR), with values between 4.0 and 7.8 m/s, sea surface temperatures between 26.5 and 27.7 °C, and salinities between 35.8 and 36.7. The season with the lowest wind intensity occurred between September and November (1.3 and 6.4 m/s), which corresponds to major rainfall (MaR), with the highest temperatures (27.9 and 29.0 °C) and the lowest salinity values (35.7 and 35.9) in the entire area (Figure 2).

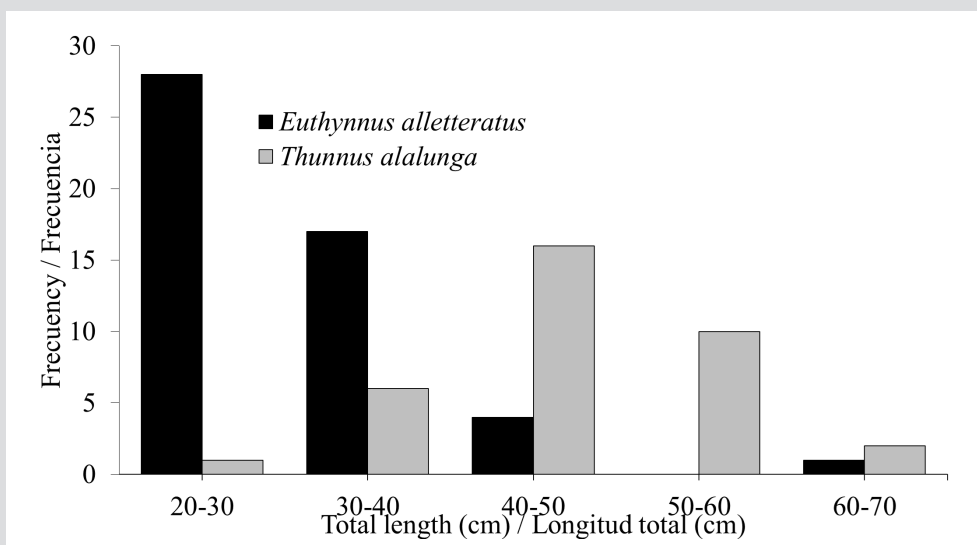


**Figura 2.** Variación mensual en TSM, SSM e intensidad de vientos (m/s) en el área marina de Santa Marta, Caribe colombiano. Temporada seca principal (diciembre – febrero), temporada seca menor (julio – agosto), temporada lluviosa menor (abril – junio) y temporada lluviosa principal (septiembre – noviembre).

**Figure 2.** Monthly variation in SST, SSS, and wind intensity (m/s) in Santa Marta's marine region, Colombian Caribbean. Major dry season (December – February), minor dry season (July – August), minor rainy season (April – June), and major rainy season (September – November).

Se recolectaron 85 estómagos de atún, 50 de *E. alletteratus* y 35 de *T. alalunga*. El tamaño de *E. alletteratus* varió entre 24.5 y 63.0 cm (media:  $31.96 \pm 6.66$  cm), mientras que el de *T. alalunga* fueron mayores, oscilando entre 42.0 y 63.0 cm (media:  $50.39 \pm 6.43$  cm). Las dos especies de atún estuvieron agrupadas en cinco clases (20 – 30, 30 – 40, 40 – 50, 50 – 60, 60 – 70 cm) (Figura 3). *Euthynnus alleteratus* presentó una FO de 58 % en la clase de 20 – 30 cm, 32 % en la clase de

85 tuna stomachs were collected, 50 of *E. alletteratus* and 35 of *T. alalunga*. The size of *E. alletteratus* varied between 24.5 and 63.0 cm (mean:  $31.96 \pm 6.66$  cm), while the sizes of *T. alalunga* were greater, ranging between 42.0 and 63.0 cm (mean  $50.39 \pm 6.43$  cm). The two tuna species were grouped into five classes (20 – 30, 30 – 40, 40 – 50, 50 – 60, 60 – 70 cm) (Figure 3). *Euthynnus alleteratus* exhibited an OF of 58 % in the 20 – 30 cm class, 32 % in the 30 – 40 cm class, and only 8



**Figura 3.** Estructura de tallas de *E. alletteratus* y *T. alalunga* en Santa Marta

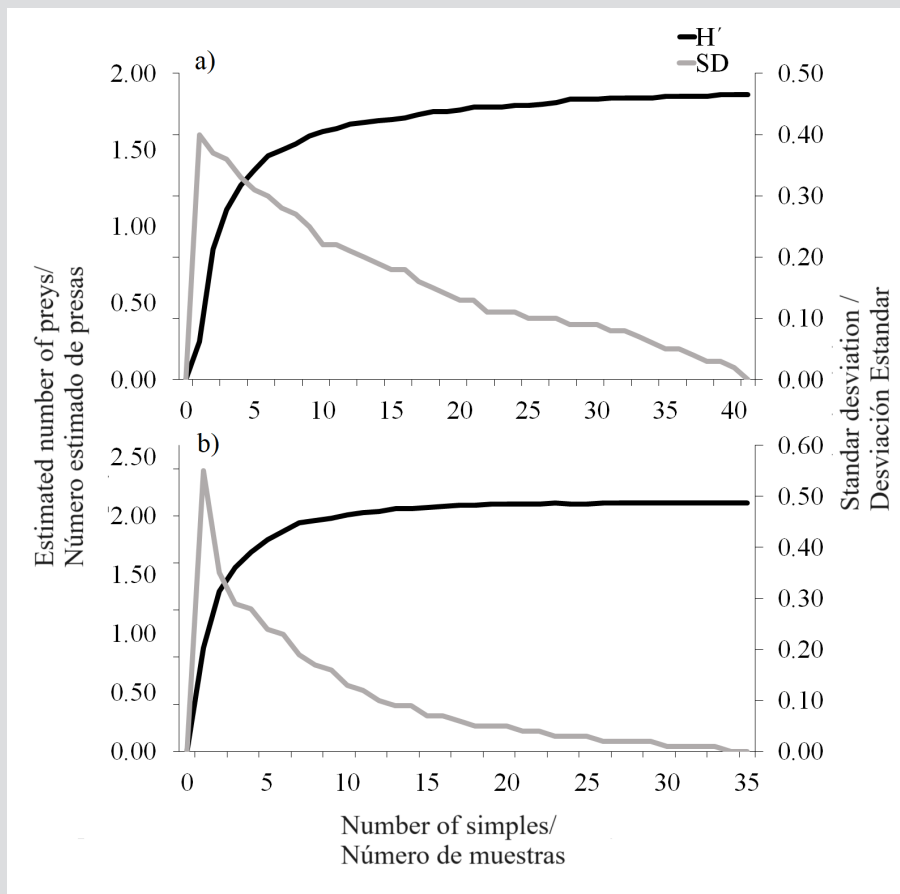
**Figure 3.** Size structure of *E. alletteratus* and *T. alalunga* in Santa Marta

30–40 cm y solo 8 y 2 % en las clases de 40–50 y 60–70 cm. No se capturaron individuos de la clase de 50–60 cm (Figura 3). *Thunnus alalunga* mostró una mayor frecuencia en las clases de tamaño de 20–30 cm (29 %), seguidas de la clase de 30–40 cm (26 %) y las de 50–60 (14 %) y 60–70 cm (3 %).

Se analizaron 85 estómagos; 91 % (77 estómagos) contenían al menos una presa. De acuerdo con la curva de acumulación de especies de presa, *E. alletteratus* (Figura 4a) alcanzó la asíntota con 40 estómagos, mientras que *T. alalunga* la alcanzó con 30 (Figura 4b).

and 2 % in the 40–50 and 60–70 cm classes. No individuals in the 50–60 cm class were captured (Figure 3). *Thunnus alalunga* showed a higher frequency in size classes 20–30 and 40–50 cm (29 % each), followed by class 30–40 cm (26 %), and the 50–60 (14 %) and 60–70 cm (3 %) classes.

85 stomachs were analyzed, and 91 % (77 stomachs) contained at least one prey. According to the accumulation curve of prey item species, *E. alletteratus* (Figure 4a) reached an asymptote with 40 stomachs, while *T. alalunga* reached it with 30 stomachs (Figure 4b).



**Figura 4.** Curva de acumulación de presas y desviación estándar de **a)** bonito (*E. alletteratus*) y **b)** albacora (*T. alalunga*) en Santa Marta

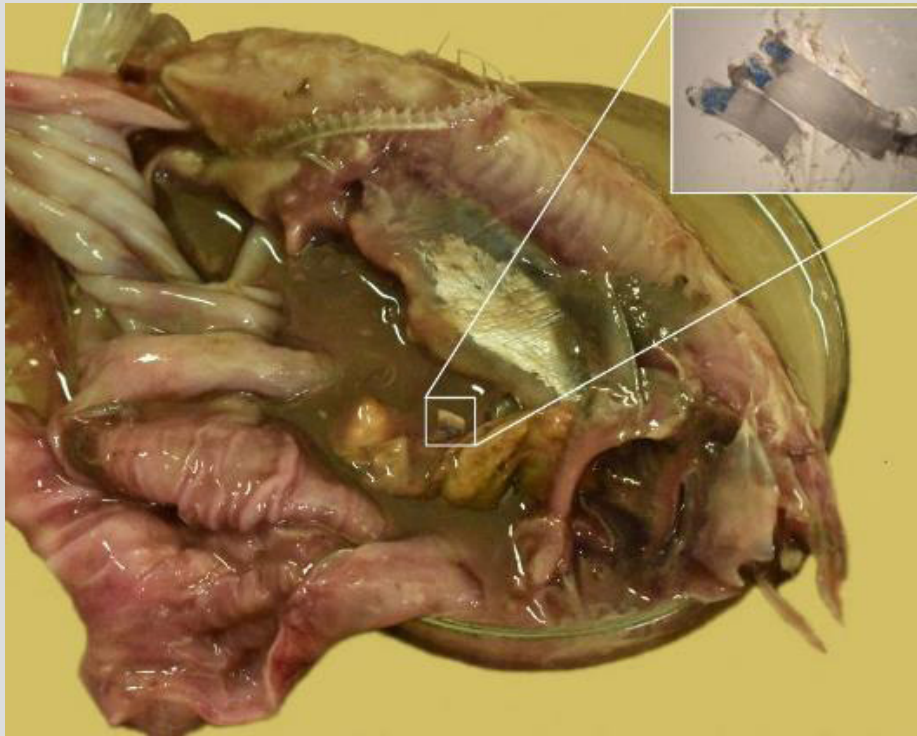
**Figure 4.** Prey accumulation curve and standard deviation of **a)** bonito (*E. alletteratus*) and **b)** albacore (*T. alalunga*) in Santa Marta

En los estómagos analizados se encontraron 494 presas, lo que permitió identificar 14 ítems de alimento, de los cuales cinco pertenecían a la clase Malacostraca, cinco a la clase Actinopterygii, tres a la clase Cephalopoda, uno a Gastropoda y uno a Algae. Las larvas megalopa fueron la presa dominante en ambas especies. *Sardinella aurita* (42 %) y restos de Teleostei (27 %) fueron las presas dominantes en el contenido estomacal de *E. alletteratus*. Las larvas megalopa

In the stomachs analyzed, 494 preys were found, which allowed identifying 14 food items, out of which five belonged to the class Malacostraca, five to the class Actinopterygii, three to the class Cephalopoda, one to Gastropoda, and one to Algae. Megalopa larvae were the dominant prey item of the two species. *Sardinella aurita* (43 %) and Teleostei remains (28 %) were the dominant prey items in the stomach content of *E. alletteratus*. Megalopa

(5 %) y restos de Teleostei (10 %) fueron la presa dominante en el contenido estomacal de *T. alalunga*. Se observaron residuos plásticos (0.0027 g) (Figura 5) en el estómago de un individuo de *E. alletteratus*.

larvae (57 %) and Teleostei remains (10 %) were the dominant prey items in the stomach content of *T. alalunga*. Plastic residues (0.0027 g) (Figure 5) were observed in the stomach of one *E. alletteratus* individual.



**Figura 5.** Residuos plásticos encontrados en el contenido estomacal de un ejemplar de bonito *E. alletteratus* de Santa Marta. Código de colección PESD – 0021, ubicación: 74°1.6'36" W y 11°20.8'48" N.

**Figure 5.** Plastic residues found in the stomach contents of bonito *E. alletteratus* from Santa Marta. Collection code PESD – 0021, location: 74°1.6'36" W and 11°20.8'48" N.

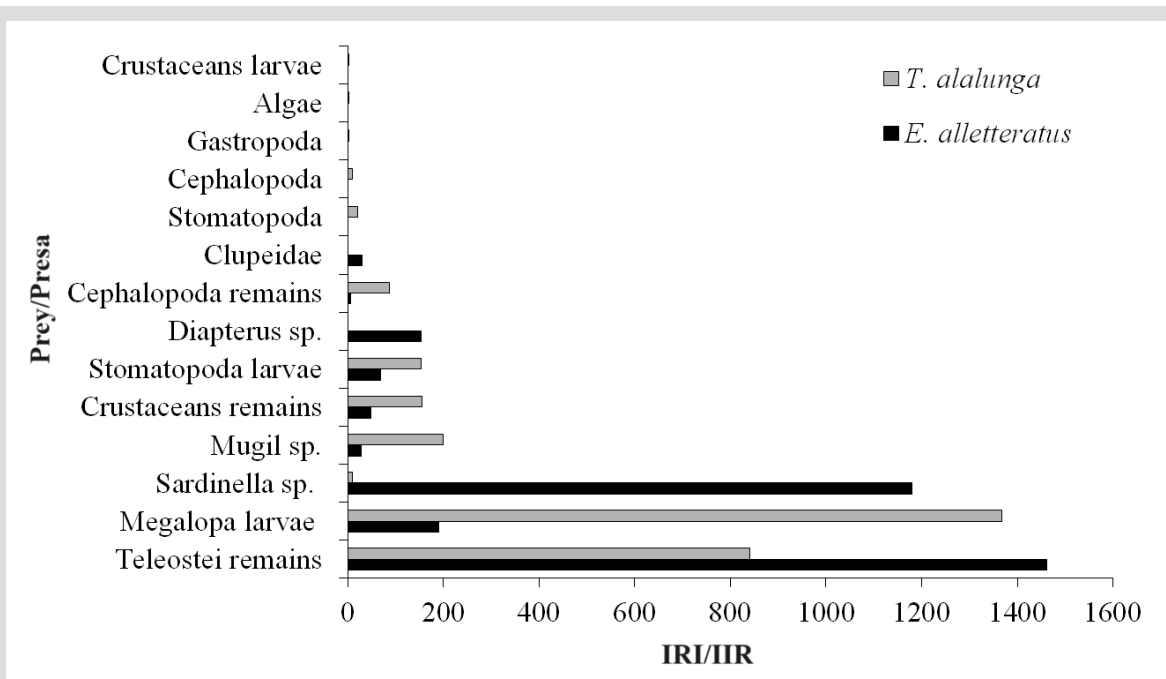
Se encontró al menos una presa en 91 % de los estómagos de individuos tanto machos como hembras de *E. alletteratus*; solo 9 % de los estómagos estaba vacío. De los estómagos de los individuos indeterminados, 40 % estaba lleno y 60 % estaba vacío. La dieta de los machos consistió de ocho ítems, donde *S. aurita* era el más representativo. En el caso de las hembras, la dieta consistió en seis ítems, también con *S. aurita* como el más representativo. La dieta de los individuos indeterminados se compuso de cinco ítems de alimento, siendo los restos de Teleostei los más representativos. Se encontró al menos una presa en el 95 % de los estómagos de machos de *T. alalunga*; 5 % de ellos estaba vacío. No obstante, en las hembras y los individuos indeterminados, todos los estómagos estaban llenos. La dieta de los machos consistió en ocho ítems, con larvas megalopa como el ítem más abundante. En el caso de las hembras, la dieta estuvo compuesta por 11 ítems, siendo las larvas el ítem más abundante. La dieta de los individuos indeterminados se compuso de siete ítems, con larvas megalopa y de Stomatopoda como las presas más abundantes.

At least one prey was found in 91 % of the stomachs of male and female *E. alletteratus* individuals, with only 9 % of the stomachs empty. Out of the undetermined individuals' stomachs 40 % was full and 60 % empty. The diet of male specimens consisted of eight food items, with *S. aurita* being the most representative. In the case of the females, the diet consisted of six food items, also with *S. aurita* as the most representative. The diet of the undetermined individuals was composed of five food items, with the prey Teleostei remains being the most representative. At least one prey was found in 95 % of the male stomachs of *T. alalunga*, and 5 % of the stomachs were empty. However, in the females and undetermined individuals, all stomachs were full. The male diet consisted of eight food items, with megalopa larvae being the most abundant item. In the case of females, the diet was composed of 11 food items, with larvae as the most abundant prey. The diet of the undetermined individuals was composed of seven food items, with Megalopa and Stomatopoda larvae as the most abundant prey.



Los IIR de los atunes permitieron identificar los restos de Teleostei (994.01), las larvas megalopa (865.29) y *S. aurita* (247.11) como la presa principal. Se determinaron cuatro ítems como presa secundaria: larvas de Stomatopoda (102.64), restos de crustáceos (90.30), *Mugil* sp. (71.92) y *Diapterus* sp. (49.40). Para *E. alleteratus*, los restos de Teleostei (1460.65) y *S. aurita* (1179.70) fueron la presa más importante (Figura 6). Se encontraron seis presas secundarias: larvas megalopa (190.86), *Diapterus* sp. (152.56), larvas de Stomatopoda (68.20), Clupeidae (29.24) y *Mugil* sp. (07/28). Para *T. alalunga*, la presa principal fueron las larvas megalopa (1367.19) y los restos de Teleostei (840.94). Las presas secundarias fueron *Mugil* sp. (199.02), restos de crustáceos (155.85), larvas de Stomatopoda (152.63) y restos de Cephalopoda (23.48).

The RII of the tunas allowed identifying Teleostei remains (994.01), megalopa larvae (865.29), and *S. aurita* (247.11) as the main prey. Four items were determined as secondary prey: Stomatopoda larvae (102.64), crustacean remains (90.30), *Mugil* sp. (71.92), and *Diapterus* sp. (49.40). For *E. alleteratus*, Teleostei remains (1460.65) and *S. aurita* (1179.70) were the most important prey (Figure 6). Six secondary prey items were found: megalopa larvae (190.86), *Diapterus* sp. (152.56), Stomatopoda larvae (68.20), Clupeidae (29.24), and *Mugil* sp. (07/28). For *T. alalunga* the main prey were megalopa larvae (1367.19) and Teleostei remains (840.94), and the secondary prey were *Mugil* sp. (199.02), crustacean remains (155.85), Stomatopoda larvae (152.63), and Cephalopoda remains (23.48).



**Figura 6.** IIR de las categorías encontradas en el contenido estomacal de *E. alleteratus* y *T. alalunga*. IIR > 200, presa principal; IIR 21 – 200, presa secundaria, IIR 0 – 20, presa ocasional.

**Figure 6.** RII of the prey categories found in the stomach contents of *E. alleteratus* and *T. alalunga*. RII > 200, main prey; RII 21 – 200, secondary prey; RII 0 – 20, occasional prey.

Según el IIR, la presa más importante para la especie *E. alleteratus* fueron los peces y restos de Teleostei (Figura 7). La dieta de los bonitos en la clase de tamaño de 20 – 30 cm estuvo dominada por *S. aurita* y restos de Teleostei, con valores más bajos para larvas megalopa, Clupeidae, restos de crustáceos y larvas de Stomatopoda. En la clase de tamaño de 30 – 40 cm, la dieta estuvo compuesta por siete ítems, siendo los más abundantes megalopas, restos de Teleostei y *Mugil* sp., además de larvas de Stomatopoda, restos de

Based on the RII, the most important prey for *E. alleteratus* were fish and Teleostei remains (Figure 7). The diet of bonitos in class 20 – 30 cm was dominated by *S. aurita* and Teleostei remains, with lower RII values for megalopa larvae, Clupeidae, crustacean remains, and Stomatopoda larvae. In size class 30 – 40 cm, the diet was composed of seven food items, with Megalopa, Teleostei remains, and *Mugil* sp. being the most abundant, along with Stomatopoda larvae, crustacean remains, Clupeidae, and Cephalopoda

crustáceos, Clupeidae y restos de Cephalopoda. En la clase de tamaño de 40 – 50 cm, la dieta consistió en tres ítems: larvas de Stomatopoda, restos de Teleostei y larvas megalopa. Finalmente, en la clase de tamaño de 60 – 70 cm, la dieta estuvo exclusivamente compuesta por *Diapterus* sp. y restos de Teleostei (Figura 7).

remains. In size class 40 – 50 cm, the diet consisted of three food items: Stomatopoda larvae, Teleostei remains, and megalopa larvae. Finally, in size class 60 – 70 cm, the diet was composed exclusively of *Diapterus* sp. and Teleostei remains (Figure 7).

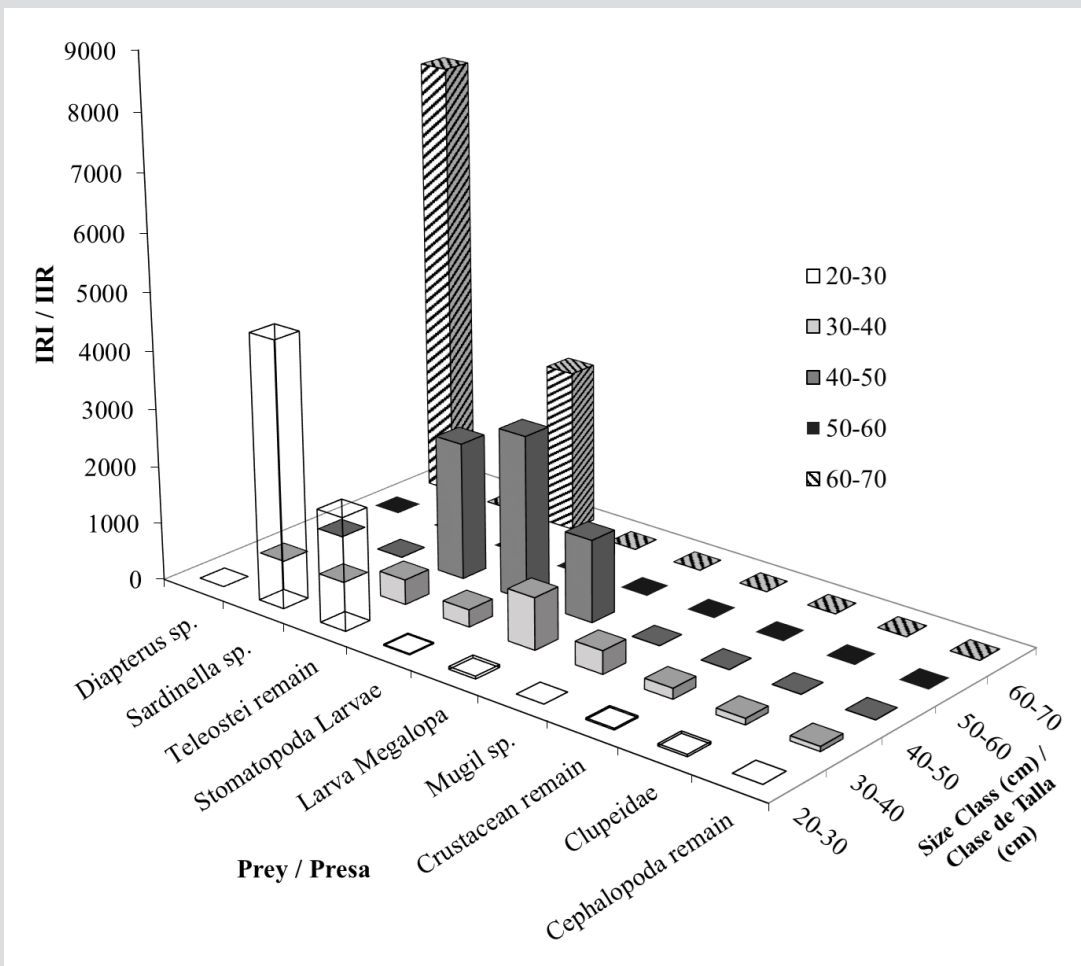


Figura 7. IIR de las categorías de presa en las diferentes clases de tamaño de *E. alletteratus* y *T. alalunga*. IIR > 200, presa principal; IIR 21 – 200, presa secundaria; IIR 0 – 20, presa ocasional.

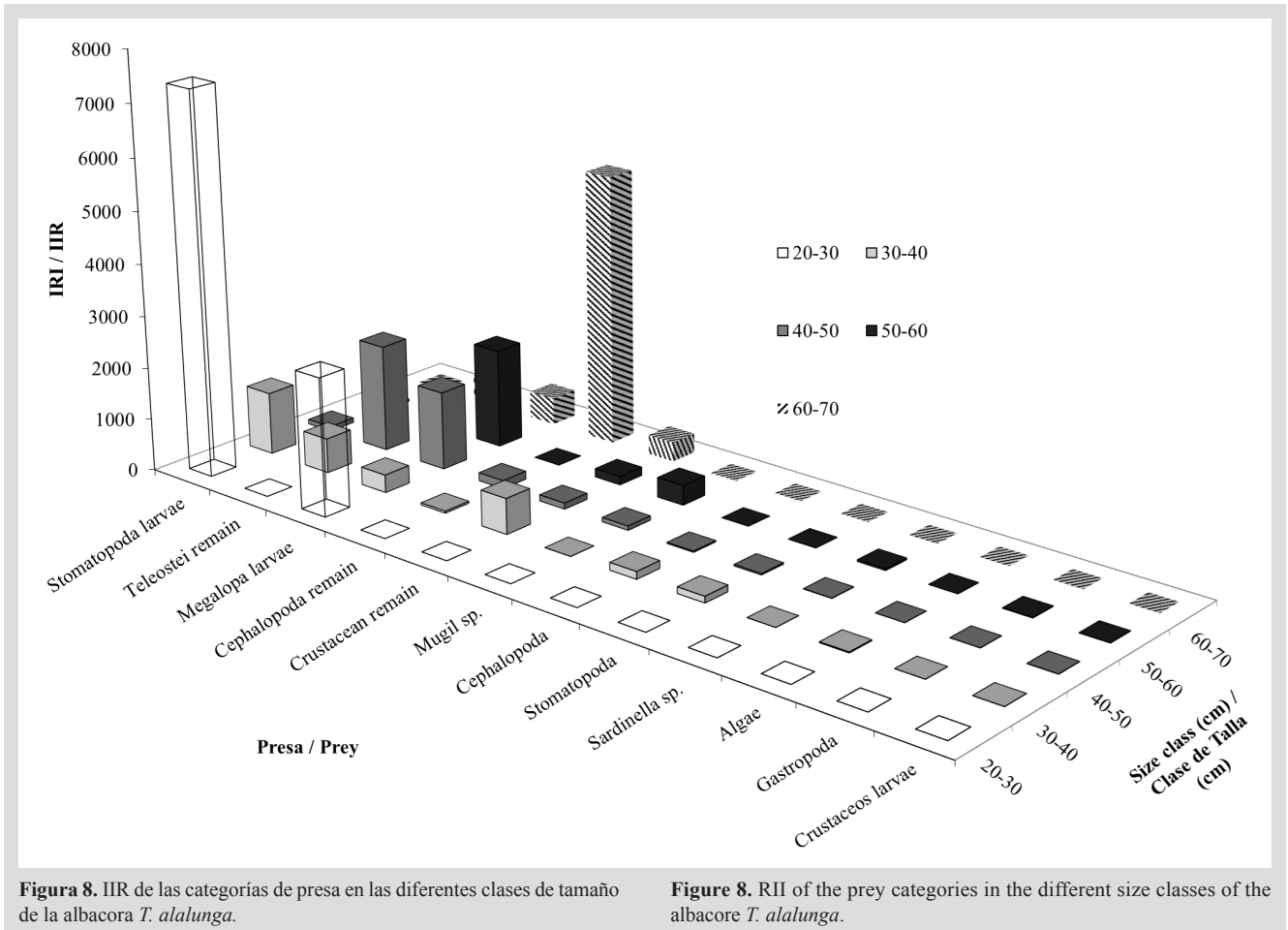
Figure 7. RII of the prey categories in the different size classes of *E. alletteratus* and *T. alalunga*. RII > 200, main prey; RII 21 – 200, secondary prey; RII 0 – 20, occasional preys.

Las presas con el IIR más alto para *T. alalunga* fueron larvas de Stomatopoda y Megalopa y restos de Teleostei, Cephalopoda y crustáceos (Figura 8). En la clase de tamaño de 20 – 30 cm, la presa consistió únicamente en larvas de Stomatopoda y megalopas. La clase de tamaño de 30 – 40 cm estuvo asociada con Stomatopoda y restos de crustáceos y Teleostei, con poca representación de larvas megalopa y restos de Stomatopoda y Cephalopoda. Las presas en la clase de tamaño de 40 – 50 cm estuvieron principalmente compuestas por restos de Teleostei y larvas megalopa, con valores muy

The prey with the highest RII for *T. alalunga* were Stomatopoda and megalopa larvae and Teleostei, Cephalopoda, and crustacean remains (Figure 8). In size class 20 – 30 cm, the prey consisted only of Stomatopoda and megalopa larvae. The size class 30 – 40 cm was associated with Stomatopoda and crustacean and Teleostei remains, with little representation of megalopa larvae, Cephalopoda, and Stomatopoda and Cephalopoda remains. The prey in the 40 – 50 cm class was mainly composed of Teleostei remains and megalopa larvae, with very low values of crustacean

bajos de retos de crustáceos, larvas de Stomatopoda, *Mugil sp.*, restos de Cephalopoda, Stomatopoda, Cephalopoda, *S. aurita* y larvas de crustáceos. En la clase de tamaño de 60 – 70 cm, el mayor aporte de presas correspondió a restos de Cephalopoda, seguidos de larvas megalopa y restos de crustáceos (Figura 8).

remains, Stomatopoda larvae, *Mugil sp.*, Cephalopoda remains, Stomatopoda, Cephalopoda, *Sardinella sp.*, and crustacean larvae. In the 60 – 70 cm class, the greatest contribution of prey corresponded to Cephalopoda remains, followed by megalopa larvae and Teleostei and crustacean remains (Figure 8).

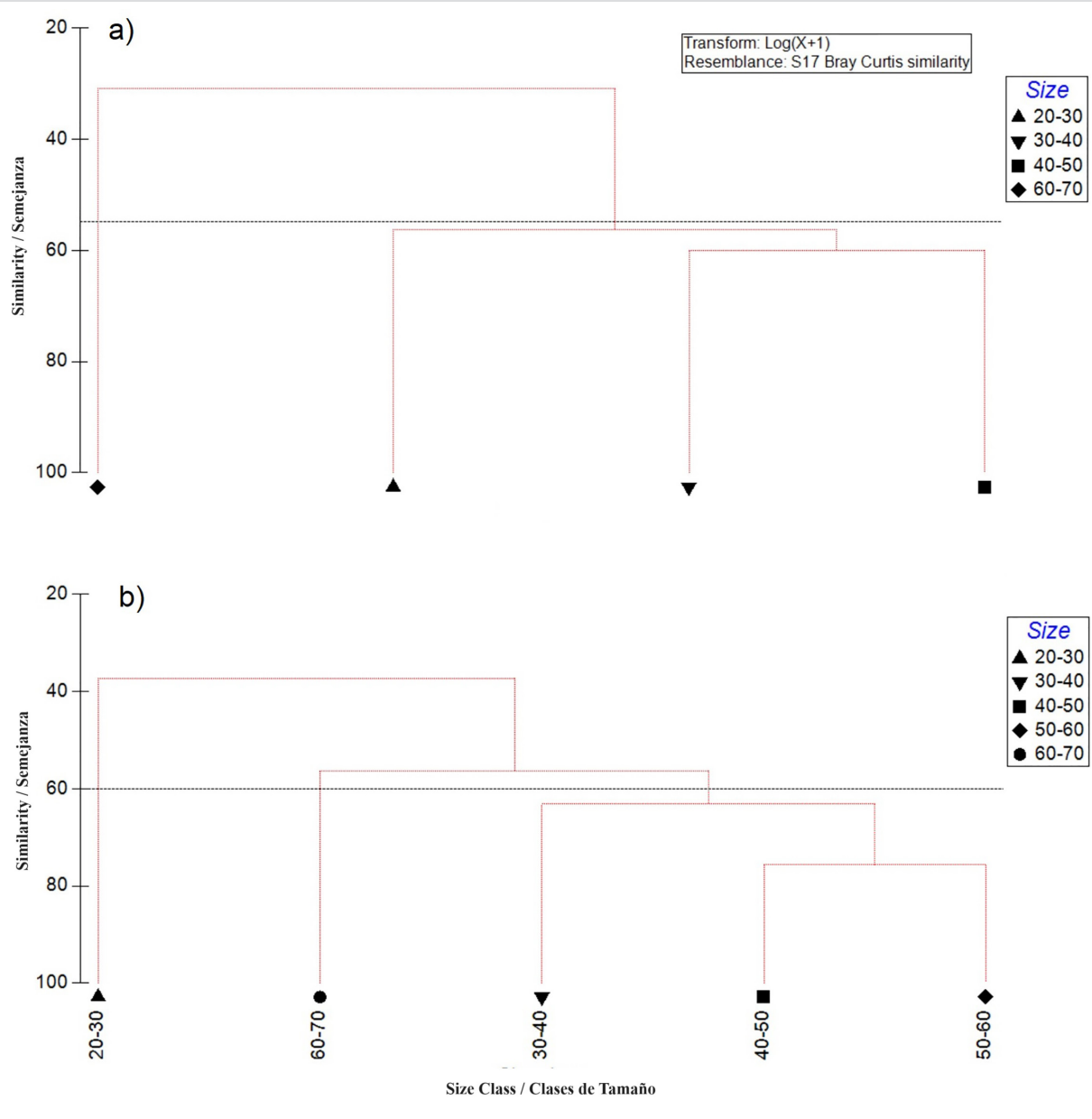


**Figura 8.** IIR de las categorías de presa en las diferentes clases de tamaño de la albacora *T. alalunga*.

**Figure 8.** RII of the prey categories in the different size classes of the albacore *T. alalunga*.

El dendrograma con los valores estandarizados de abundancia de presas ( $\log x + 1$ ) de *E. alletteratus* mostró la presencia de tres grupos para las diferentes clases de tamaño (similitud de 55 %), indicando la máxima similitud entre las dietas de las clases de tamaño de 30 – 40 y 40 – 50 cm (Figura 9a). La dieta de las clases de tamaño de 20 – 30 y 60 – 70 cm estuvo distribuida en diferentes grupos (< 60 %). El dendrograma de abundancia de presas para *T. alalunga* mostró la presencia de cuatro grupos principales en las diferentes clases de tamaño (similitud de 55 %), indicando la máxima similitud entre las dietas de las clases de tamaño de 40 – 50 y 50 – 60 cm (Figura 9b). La dieta de las clases de tamaño de 20 – 30, 30 – 40 y 60 – 70 cm estuvo distribuida en diferentes grupos (< 60 %).

The dendrogram with the standardized prey abundance values ( $\log x + 1$ ) of *E. alletteratus* showed the presence of three main groups for the different size classes (55 % similarity), indicating maximum similarities between the diet of the 30 – 40 and 40 – 50 cm size classes (Figure 9a). The diet of size classes 20 – 30 and 60 – 70 cm was distributed in different groups (< 60 %). The prey abundance dendrogram for *T. alalunga* showed the presence of four main groups in the different size classes (55 % similarity), indicating maximum similarities between the diet of size classes 40 – 50 and 50 – 60 cm (Figure 9b). The diet of the 20 – 30, 30 – 40, and 60 – 70 cm sizes classes was distributed in different groups (< 60 %).



**Figura 9.** Dendrograma de análisis de clúster que muestra el índice de similitud Bray-Curtis para las clases de tamaño de **a)** *E. alletteratus* y **b)** *T. alalunga*.

**Figure 9.** Cluster analysis dendrogram showing the Bray-Curtis similarity index for the size classes of **a)** *E. alletteratus* **b)** *T. alalunga*.

Se encontraron diferencias en la variación por temporadas respecto a la abundancia en el contenido estomacal de *E. alletteratus* (Tabla 1). Se encontraron diferencias significativas entre las temporadas MaD y MinD. El número total (% N) de presas como *S. aurita* y larvas de Stomatopoda muestra un cambio significativo a lo largo de las temporadas. Además, se encontraron diferencias entre MaD y MaR, pues el porcentaje N de las presas en el filo Arthropoda (larvas megalopa y de Stomatopoda y restos de crustáceos) y de los restos de Teleostei muestra cambios significativos (Tabla 1).

Differences in seasonal variation with regard to abundance were found in the stomach content of *E. alletteratus* (Table 1). Significant differences were found between the MaD and MinD seasons. The total number (% N) of prey such as *S. aurita* and Stomatopoda larvae shows a significant change over the seasons. Moreover, differences between MaD and MaR were found, as the % N of the prey in the phylum Arthropoda (megalopa and Stomatopoda larvae as well as crustacean remains) and Teleostei remains shows significant change (Table 1). Finally, significant differences



Finalmente, se encontraron diferencias significativas en MaD y MinR; el % N de presas como *S. aurita* y larvas megalopa muestra cambios significativos. La dieta de *E. alletteratus* se clasificó como generalista y no muy diversa en todas las temporadas (Tabla 2).

were observed in MaD and MinR; the % N of prey such as *S. aurita* and megalopa larvae shows significant change. The diet of *E. alletteratus* was classified as generalist and not very diverse in all seasons (Table 2).

**Tabla 1.** Diferencias por temporadas en la frecuencia de abundancia de presas para *E. alletteratus* y *T. alalunga*. Temporadas seca principal (MaD), seca menor (MinD), lluviosa principal (MaR) y lluviosa menor (MinR).

**Table 1.** Seasonal differences in the frequency of prey abundance for *E. alletteratus* and *T. alalunga*. Major dry (MaD), minor dry (MinD), major rainy (MaR), and minor rainy (MinR) seasons.

Especie / Species	Temporada / Season	X <sup>2</sup>	P
<i>E. alletteratus</i>	MaD – MinD	22.22	0.00**
	MaD – MaR	17.31	0.00**
	MaD – MinR	18.84	0.00**
	MinD – MaR	0.47	0.49*
	MinD – MinR	0.22	0.64
	MaR – MinR	0.05	0.82
<i>T. alalunga</i>	MaD – MinD	1.92	0.00**
	MaD – MaR	20.00	0.00**
	MaD – MinR	13.44	0.00**
	MinD – MaR	6.25	0.01*
	MinD – MinR	10.93	0.00**
	MaR – MinR	0.78	0.37

\*Valores de probabilidad de 0.05 ≥ P > 0.01.

\*\*Valores de probabilidad de 0.01 ≥ P.

\*Probability values of 0.05 ≥ P > 0.01.

\*\*Probability values of 0.01 ≥ P.

**Tabla 2.** Índices dietéticos de grupos de presas encontradas en los estómagos de *E. alletteratus*. % FO = frecuencia de ocurrencia, % N = porcentaje numérico, % P = porcentaje gravimétrico, IIR = índice de importancia relativa, B = índices estandarizados de Levin, H': diversidad de Shannon. Los valores totales se indican en negrita.

**Table 2.** Dietary indices of prey groups found in the stomachs of *Euthynnus alletteratus*. % OF = frequency of occurrence, % N = numerical percentage, % P = gravimetric percentage, RII = relative importance index, B = Levin's standardized indices, H': Shannon diversity. Total values are indicated in bold.

Ítem / Item	Seca principal / Major dry				Seca menor / Minor dry				Lluviosa principal / Major rainy				Lluviosa menor / Minor rainy			
	% FO	% N	% P	IIR	% FO	% N	% P	IIR	% FO	% N	% P	IIR	% FO	% N	% P	IIR
<b>Arthropoda</b>	<b>24.40</b>	<b>14.00</b>	<b>0.61</b>	<b>148.90</b>	<b>37.50</b>	<b>37.50</b>	<b>1.30</b>	<b>810.20</b>	<b>81.90</b>	<b>81.30</b>	<b>87.74</b>	<b>4609.00</b>	<b>50.00</b>	<b>40.70</b>	<b>5.41</b>	<b>1279.90</b>
Larvas / Larvae megalopa	12.20	9.30	0.24	116.30	12.50	12.50	0.29	159.90	27.30	37.50	9.80	1290.10	30.00	33.30	2.37	1071.00
Larvas / Larvae Stomatopoda	4.90	1.60	0.17	8.40	25.00	25.00	1.01	650.30	27.30	25.00	49.51	2032.10	20.00	7.40	3.04	208.90
Restos de crustáceos / Crustacean remains	7.30	3.10	0.20	24.20					27.30	18.80	28.43	1286.80				

Ítem / Item	Seca principal / Major dry				Seca menor / Minor dry				Lluviosa principal / Major rainy				Lluviosa menor / Minor rainy			
	% FO	% N	% P	IIR	% FO	% N	% P	IIR	% FO	% N	% P	IIR	% FO	% N	% P	IIR
<b>Chordata</b>	<b>75.60</b>	<b>86.20</b>	<b>99.38</b>	<b>4251.40</b>	<b>50.00</b>	<b>50.00</b>	<b>98.69</b>	<b>2805.90</b>	<b>9.10</b>	<b>6.30</b>	<b>7.84</b>	<b>128.10</b>	<b>50.00</b>	<b>59.30</b>	<b>94.59</b>	<b>7692.60</b>
<b>Clupeidae</b>	4.90	4.70	5.85	51.20												
<i>Diapterus</i> sp.	4.90	1.60	53.62	269.10												
<i>Mugil</i> sp.					12.50	12.50	98.30	1385.00								
<b>Restos / Remains Teleostei</b>	<b>34.10</b>	<b>29.50</b>	<b>25.48</b>	<b>1875.90</b>	<b>37.50</b>	<b>37.50</b>	<b>0.39</b>	<b>1420.90</b>	<b>9.10</b>	<b>6.30</b>	<b>7.84</b>	<b>128.10</b>	<b>50.00</b>	<b>59.30</b>	<b>94.59</b>	<b>7692.60</b>
<i>S. aurita</i>	31.70	50.40	14.43	2055.20												
<b>Mollusca</b>					<b>12.50</b>	<b>12.50</b>	<b>0.22</b>	<b>159.00</b>	<b>9.10</b>	<b>12.50</b>	<b>4.41</b>	<b>153.70</b>				
<b>Restos / Remains Cephalopoda</b>					12.50	12.50	0.22	159.00	9.10	12.50	4.41	153.70				
<b>Total de presas / Total prey</b>		129				8				16				27		
<b>B</b>		0.99				0.87				0.93				0.96		
<b>H'</b>		1.31				1.49				1.46				0.87		

Se encontraron diferencias en la variación por temporadas respecto a la abundancia en el contenido estomacal de *T. alalunga* (Tabla 1). Se encontraron diferencias significativas entre MaD y MinD, pues el % N de presas como las larvas megalopa y los restos de Teleostei muestra cambios significativos a través de las temporadas (Tablas 1 y 3). Se evidenciaron diferencias significativas en MaD y MinR, donde el % N de los restos de Teleostei mostró cambios significativos. Asimismo, se encontraron diferencias entre MinD y MinR; el % N de los restos de crustáceos, las larvas de Stomatopoda y los restos de Teleostei también muestra cambios significativos. Finalmente, se evidenciaron cambios significativos en MinD y MinR, pues el % N de las larvas megalopa y los restos de crustáceos y Teleostei muestra cambios significativos. La dieta de *T. alalunga* se clasificó como generalista y no muy diversa en todas las temporadas (Tabla 3).

Seasonal variation differences regarding abundance were found in the stomach content of *T. alalunga* (Table 1). Significant differences between MaD and MinD were found, as the % N of prey such as megalopa larvae and Teleostei remains shows significant change over the seasons (Tables 1 y 3). Significant differences were evidenced in MaD and MinR, with the % N of Teleostei remains showing significant change. Similarly, differences between MinD and MaR were found; the % N of crustacean remains, Stomatopoda larvae, and Teleostei remains also shows significant change. Finally, significant differences were evidenced in MinD and MinR, as the % N of megalopa larvae and crustacean and Teleostei remains shows significant change. The diet of *T. alalunga* was classified as generalist and not very diverse in all seasons (Table 3).



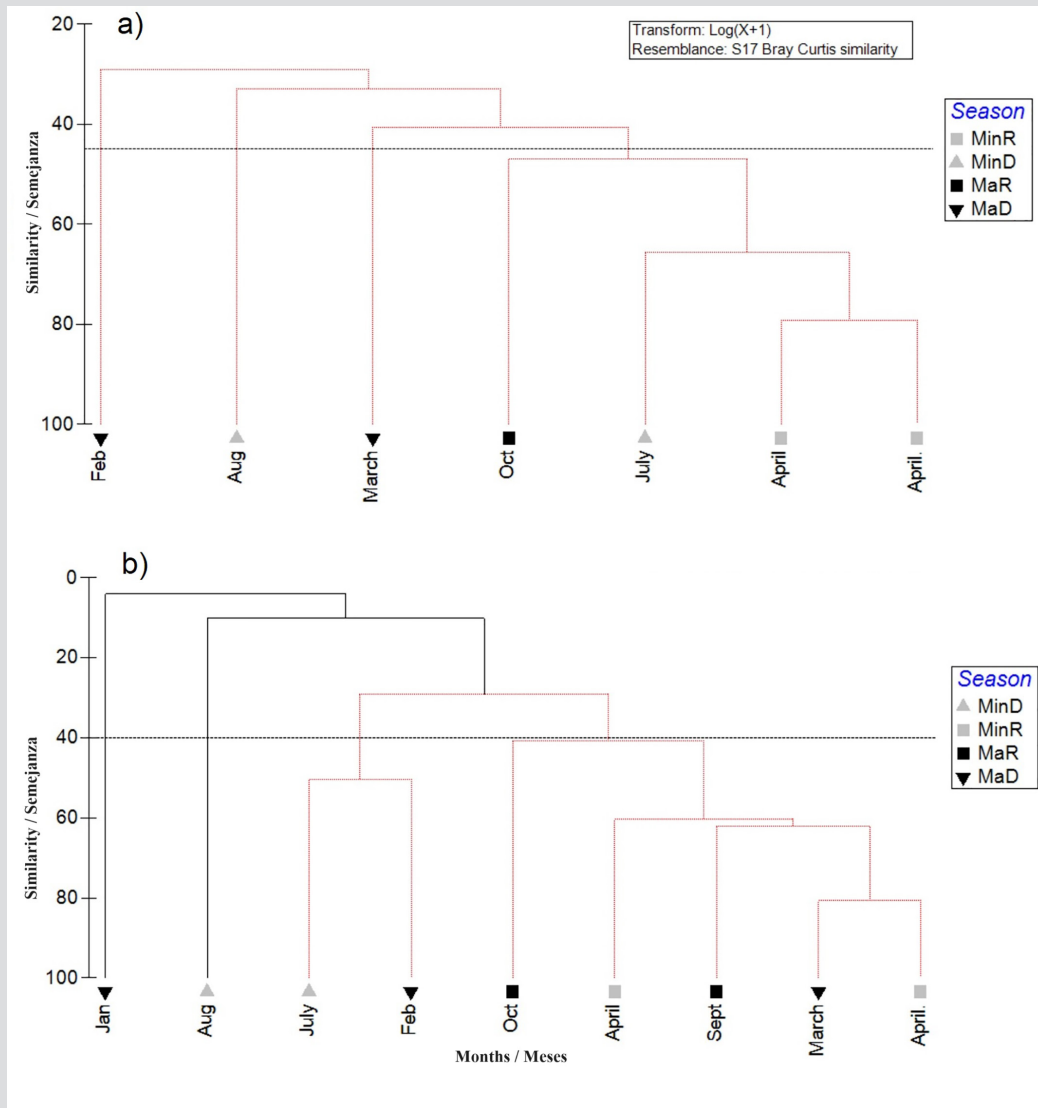
**Tabla 3.** Índices dietéticos de grupos de presas encontradas en los estómagos de *T. alalunga*. % FO = frecuencia de ocurrencia, % N = porcentaje numérico, % P = porcentaje gravimétrico, IIR = índice de importancia relativa, B = índices estandarizados de Levin, H': diversidad de Shannon. Los valores totales se indican en negrita.

**Table 3.** Dietary indices of prey groups found in the stomachs of *T. alalunga*. % OF = frequency of occurrence, % N = numerical percentage, % P = gravimetric percentage, RII = relative importance index, B = Levin's standardized indices, H': Shannon diversity. Total values are indicated in bold.

Ítem / Item	Seca principal / Major dry				Seca menor / Minor dry				Lluviosa principal / Major rainy				Lluviosa menor / Minor rainy			
	% FO	% N	% P	IIR	% FO	% N	% P	IIR	% FO	% N	% P	IIR	% FO	% N	% P	IIR
<b>Algas / Algae</b>									<b>5</b>	<b>19</b>	<b>0</b>	<b>9.6</b>				
<b>Arthropoda</b>	<b>56.60</b>	<b>78.80</b>	<b>17.97</b>	<b>2269.60</b>	<b>57.20</b>	<b>66.70</b>	<b>1.95</b>	<b>1648.30</b>	<b>60.00</b>	<b>59.60</b>	<b>45.64</b>	<b>1805.90</b>	<b>61.50</b>	<b>79.10</b>	<b>15.47</b>	<b>2587.10</b>
<b>Larvas de crustáceos / Crustacean larvae</b>	3.30	0.70	0.43	3.90									3.80	0.80	0.25	4.20
<b>Larvas / Larvae megalopa</b>	28.30	66.40	5.97	2051.20	14.30	13.30	0.21	193.50	10.00	19.20	2.73	219.60	34.60	65.00	4.21	2395.70
<b>Larvas / Larvae Stomatopoda</b>	10.00	4.40	5.91	102.90	14.30	6.70	1.65	118.80	20.00	26.90	12.15	781.50	7.70	5.80	3.32	70.40
<b>Restos de crustáceos / Crustacean remains</b>	10.00	4.70	4.60	93.50	28.60	46.70	0.09	1336.00	20.00	7.70	28.57	725.20	7.70	2.50	6.46	68.90
<b>Stomatopoda</b>	5.00	2.60	1.06	18.10					10.00	5.80	2.19	79.60	7.70	5.00	1.23	47.90
<b>Chordata</b>	<b>16.10</b>	<b>63.51</b>	<b>45.06</b>	<b>1848.30</b>	<b>42.90</b>	<b>33.40</b>	<b>98.04</b>	<b>2295.50</b>	<b>15.00</b>	<b>9.60</b>	<b>20.31</b>	<b>448.90</b>	<b>34.60</b>	<b>13.30</b>	<b>69.18</b>	<b>2017.60</b>
<b>Mugil sp.</b>	3.30	4.70	5.68	34.80	14.30	6.70	95.40	1458.20					7.70	2.50	6.46	37.30
<b>Restos / Remains Teleostei</b>	9.50	57.31	31.20	1781.40	28.60	26.70	2.64	837.30	15.00	9.60	20.31	448.90	26.90	10.80	62.72	1980.30
<b>S. aurita</b>	3.30	1.50	8.18	32.10												
<b>Mollusca</b>	<b>10.00</b>	<b>5.40</b>	<b>10.85</b>	<b>44.10</b>					<b>16.90</b>	<b>37.39</b>	<b>29.35</b>	<b>466.90</b>	<b>7.60</b>	<b>5.00</b>	<b>17.11</b>	<b>85.10</b>
<b>Cephalopoda</b>	1.70	1.10	4.23	8.90					5.00	1.90	18.07	100.00	3.80	2.50	7.63	39.00
<b>Gastropoda</b>	1.70	0.70	0.14	1.40												
<b>Restos / Remains Cephalopoda</b>	6.60	3.60	6.48	33.80					11.90	35.49	11.28	366.90	3.80	2.50	9.48	46.10
<b>Total de presas / Total prey</b>	274				15				52				120			
<b>B</b>	0.99				0.93				0.98				0.99			
<b>H'</b>	1.32				1.34				1.76				130			

El dendrograma de los valores de abundancia de presas encontrados en el contenido estomacal de *E. alletteratus* muestra la presencia de seis grupos principales para las distintas clases de tamaño (< 50 % de similitud), indicando la máxima similitud entre MaR y MinD (Figura 10a). Para febrero, marzo, agosto y octubre, la dieta del bonito estuvo distribuida en diferentes grupos (< 50 %). El dendrograma de abundancia de las presas encontradas en el contenido estomacal de *T. alalunga* muestra la presencia de siete grupos principales para las diferentes temporadas climáticas (similitud de 40 %), indicando la máxima similitud entre MaD y MinR (Figura 10b). Para enero, abril, agosto, septiembre y octubre, la dieta de la albacora estuvo distribuida en diferentes grupos (40 %).

The dendrogram of the prey abundance values found in the stomach content of *E. alletteratus* shows the presence of six main groups for the different size classes (< 50 % similarity), indicating maximum similarities between MaR and MinD (Figure 10a). For February, March, August, and October, the diet of the bonito was distributed in different groups (< 50 %). The dendrogram of the prey abundance found in the stomach contents of *T. alalunga* shows the presence of seven main groups for the different climatic seasons (40 % similarity), indicating maximum similarities between MaD and MinR (Figure 10b). For January, April, August, September, and October, the diet of the albacore was distributed in different groups (40 %).



**Figura 10.** Dendrograma de análisis de clúster que muestra el índice de similitud Bray-Curtis para las presas encontradas en el contenido estomacal de a) *E. alletteratus* y b) *T. alalunga* en diferentes temporadas climáticas en Santa Marta.

**Figure 10.** Cluster analysis dendrogram showing the Bray-Curtis similarity index for the prey found in the stomach contents of a) *E. alletteratus* and b) *T. alalunga* in different climatic seasons in Santa Marta.



La amplitud de nicho mostró que las especies de atún tienen un comportamiento alimentario generalista ( $B_i = 0.998$ ). Se alimentan proporcionalmente de diferentes tipos de presa. Este comportamiento se encontró tanto en machos ( $B_i = 0.996$ ) como en hembras ( $B_i = 0.995$ ). Los índices de amplitud de nicho trófico para el bonito ( $B_i = 0.993$ ) y la albacora ( $B_i = 0.997$ ) son altos, lo que los clasifica como depredadores generalistas. Adicionalmente, el valor del índice Morisita-Horn ( $C\lambda = 0.5$ ) no muestra una superposición trófica alta entre las dos especies de atún, lo cual significa que estos depredadores no se están alimentando exactamente de la misma presa en el ecosistema pelágico.

## DISCUSIÓN

Hay pocas investigaciones sobre los hábitos alimentarios de *E. alletteratus* y *T. alalunga*. Pocos estudios se han concentrado en los cambios en su dieta respecto a temporadas climáticas. En general, las especies de atún como el bonito y la albacora son depredadores oportunistas que consumen una amplia variedad de presas (Varghese *et al.*, 2014). Este estudio es la primera comparación de la composición dietética de estas dos especies en el Caribe colombiano, el cual se basó en la caracterización de las presas encontradas en los contenidos estomacales y en datos de abundancia, dieta, nicho alimentario y cambios en la dieta. Un análisis de presas reveló que los peces y los crustáceos son los componentes principales de la dieta, lo que sugiere una suerte de especialización. Estos hallazgos se alinean con las preferencias de presa documentadas para el género *Thunnus*, incluyendo el atún aleta amarilla (*T. albacares*). Estas presas ostentan una posición alta en términos de frecuencia de ocurrencia (Baque-Monoscal *et al.*, 2012; Battaglia *et al.*, 2013; Logan *et al.*, 2015; Zudaire *et al.*, 2015; Navarro *et al.*, 2017).

La mayoría de las presas provenían de hábitats epipelágicos (*S. aurita*, *Mugil* sp. y larvas de crustáceos). Se evidenció la importancia de los peces pelágicos pequeños, pues los restos de Teleostei fueron encontrados en la mayoría de los estómagos y aportaron en gran medida a la dieta de los organismos estudiados. En las dos temporadas climáticas de estudio, no se evidenciaron diferencias en la composición y diversidad de los organismos consumidos, lo que sugiere que es necesario continuar realizando este tipo de investigaciones e incrementando los esfuerzos de muestreo para poder visualizar el comportamiento dietético para mayores escalas de tiempo y estructuras de talla. La composición de la dieta también puede ser explicada por preferencias diferentes debido a la ontogenia, *i.e.*, depende de

The niche breadth showed that the tuna species have a generalist feeding behavior ( $B_i = 0.998$ ). They feed proportionally from different types of prey. This behavior was found in both males ( $B_i = 0.996$ ) and females ( $B_i = 0.995$ ). The trophic niche breadth indices for the bonito ( $B_i = 0.993$ ) and the albacore ( $B_i = 0.997$ ) are high, which classifies them as generalist predators. In addition, the value of the Morisita-Horn index ( $C\lambda = 0.5$ ) does not show a high trophic overlap between the two species of tuna, which means that these predators are not feeding exactly on the same prey in the pelagic ecosystem.

## DISCUSSION

There is limited research on the feeding habits of *E. alletteratus* and *T. alalunga*. Few works have focused on the changes in their diet in relation to climatic seasons. In general, tuna species such as bonito and albacore are opportunistic predators that consume a wide variety of prey (Varghese *et al.*, 2014). This study is the first comparison of the diet composition between these two species in the Colombian Caribbean, which was based on characterizing the prey found in their stomach contents and on data regarding abundance, diet, feeding niche, and diet changes. A prey analysis revealed fish and crustaceans as the main diet components, suggesting some specialization. These findings are in line with the documented prey preferences of the genus *Thunnus*, including yellowfin tuna (*T. albacares*). These prey items rank high in frequency of occurrence (Baque-Monoscal *et al.*, 2012; Battaglia *et al.*, 2013; Logan *et al.*, 2015; Zudaire *et al.*, 2015; Navarro *et al.*, 2017).

Most of the prey mainly stemmed from epipelagic habitats (*S. aurita*, *Mugil* sp., and crustacean larvae). The importance of small pelagic fish was evidenced, since Teleostei remains were found in most stomachs and contributed greatly to the diet of the studied organisms. In the two climatic seasons analyzed, no differences in the composition and diversity of the organisms consumed were evidenced, suggesting that it is necessary to continue conducting this type of research and increasing sampling efforts to be able to visualize dietary behavior for larger time scales and size structures. The diet composition can also be explained by different preferences due to ontogeny, *i.e.*, it depends on the size structure, since juveniles and adults may have different energy requirements related to growth, nursery areas, and spawning migrations (Doncel and Páramo, 2010).

la estructura de talla, pues los juveniles y los adultos pueden tener diferentes requerimientos energéticos relacionados con el crecimiento, las áreas de cría y las migraciones de desove (Doncel y Páramo, 2010).

La dieta de *E. alletteratus* estuvo principalmente representada por *S. aurita* (43 %) y restos de Teleostei (27 %), según se ha registrado previamente para el Caribe colombiano, con sardinas como *Jenkinsia lamprotaenia* y *S. aurita* como presas principales (García y Posada, 2013). Los hábitos alimentarios de *E. alletteratus* en la zona costera de Santa Marta fueron bajos en términos de riqueza de elementos alimentarios. Se han obtenido resultados similares para esta especie en el Caribe colombiano, registrando 9 – 15 ítems alimentarios, donde los peces han sido el elemento más importante y representativo en el contenido estomacal con respecto al peso (Moreno, 1986; García y Posada, 2013). Otros estudios han encontrado un espectro trófico más amplio (n = 59) en *E. alletteratus* en el mar Mediterráneo, donde los peces son la presa más representativa en términos de peso. Se encontraron algunas preferencias alimentarias que dependen de las clases de tamaño de *E. alletteratus*, i.e., larvas megalopa y peces del género *Sardinella* en tamaños entre 20 y 40 cm.

Los restos de Teleostei y los peces del género *Sardinella* fueron la presa más importante según el IIR de *E. alletteratus*. En el Caribe colombiano, peces como *Decapterus* sp., *Harengula* sp., *J. lamprotaenia* y *S. aurita* han sido registrados como presas principales en términos de porcentaje gravimétrico (Moreno, 1986; García y Posada, 2013). Por otro lado, en el Pacífico mexicano se ha estudiado la dieta de *E. lineatus*, donde la presa más importante es *Opisthonema medirastre* y especies de Stomatopoda, de acuerdo con el IIR (Ruiz-Pérez *et al.*, 2016). Este resultado demuestra la importancia de las especies epipelágicas en la dieta de estos organismos. La presencia de restos de Teleostei brinda algunas perspectivas sobre las preferencias de las especies estudiadas. Teleostei probablemente contribuye a la fisiología de los peces en términos de energía (Varela *et al.*, 2017; Romero *et al.*, 2021).

57 % de la dieta de *T. alalunga* estuvo representada por larvas megalopa y 10 % por restos de Teleostei, de manera similar a estudios que registran presas como crustáceos. Sin embargo, el elemento alimentario principal fue el calamar (Young *et al.*, 2010). Los hábitos alimentarios de la albacora en la zona costera de Santa Marta fueron bajos en términos de la riqueza de ítems alimentarios. No hay información sobre sus hábitos alimentarios para el Caribe colombiano.

The diet of *E. alletteratus* was represented mainly by *S. aurita* (43 %) and Teleostei remains (27 %), as previously reported for the Colombian Caribbean, recording species such as *Jenkinsia lamprotaenia* and *S. aurita*, representatives of the family Clupeidae family, as the main prey (García and Posada, 2013). The feeding habits of *E. alletteratus* in the Santa Marta coastal area were low in terms of richness of food items. Similar results have been obtained for this species in the Colombian Caribbean, recording 9 – 15 food items, where fish has been the most important and representative element of stomach content in terms of weight (Moreno, 1986; García and Posada, 2013). Other studies have found a wider trophic spectrum (n = 59) in *E. alletteratus* in the central Mediterranean Sea, with fish being the most representative prey in terms of weight. Some feeding preferences were found which depend on the size classes of *E. alletteratus*, i.e., megalopa larvae and fish of the genus *Sardinella* in sizes of 20 – 40 cm.

Teleostei remains and fish of the genus *Sardinella* were the most important prey according to the RII of *E. alletteratus*. In the Colombian Caribbean, fish such as *Decapterus* sp., *Harengula* sp., *J. lamprotaenia*, and *S. aurita* have been recorded as the main prey in terms of gravimetric percentage (Moreno, 1986; García and Posada, 2013). On the other hand, in the Mexican Pacific, the diet of *E. lineatus* has been studied, with the most important prey being *Opisthonema medirastre* and Stomatopoda species according to the RII (Ruiz-Pérez *et al.*, 2016). This result demonstrates the importance of epipelagic species in the diet of these organisms. The presence of Teleostei remains provides some insights on the studied species' preferences. Teleostei likely contributes to the physiology of the fish in terms of energy (Varela *et al.*, 2017; Romero *et al.*, 2021).

57 % of the diet of *T. alalunga* was represented by Megalopa larvae, and 10 % by Teleostei remains, similarly to works reporting prey such as crustaceans. Nevertheless, the main food item was squid (Young *et al.*, 2010). The feeding habits of the albacore in the Santa Marta coastal area were low in terms of richness of food items. There is no information on its feeding habits for the Colombian Caribbean. This research is the first approach to the trophic ecology of this tuna. Worldwide, this type of research on this species is scarce. In general, it has been shown that fish are the main and most diverse prey in its stomach content (Aloncle and Delaporte, 1973; Ortiz De Zarate, 1987); between 32 and 44 food items have been recorded in *T. alalunga*, out of which nine were fish species, with the

Esta investigación es la primera aproximación a la ecología trófica de este atún. A nivel mundial, este tipo de investigación en esta especie es escaso. En general, se ha mostrado que los peces son la presa principal y más diversa en su contenido estomacal (Aloncle y Delaporte, 1973; Ortiz De Zarate, 1987); entre 32 y 44 elementos alimentarios han sido registrados en *T. alalunga*, de los cuales nueve eran especies de peces, donde la presa más importante fue *Engraulis japonicus* en términos de peso.

Se encontraron algunas preferencias alimentarias para las diferentes clases de tamaño de *T. alalunga*. Esta especie mostró la misma preferencia por larvas megalopa en tamaños de entre 30 y 60 cm. Las larvas fueron la presa más representativa en términos de abundancia. También se ha registrado la presencia de larvas de crustáceos, como en este estudio. Estos fueron la presa más numerosa (26 %) en el contenido estomacal de *T. albacares* (Potier *et al.*, 2007). Los peces son la presa principal en la mayoría de estudios sobre atún y otras especies pelágicas grandes, pues suministran un mayor enriquecimiento nutricional (Potier *et al.*, 2007; Consoli *et al.*, 2008). Es necesario resaltar la importancia de las larvas de invertebrados en la dieta de estos atunes; se encuentran con frecuencia y en gran abundancia, si bien su aporte energético es menor en comparación con otros organismos como peces o Cephalopoda. Este estudio registró larvas de crustáceos, como megalopas y Decapoda, así como de la familia Penaeidae y el filo Brachiopoda. Estas larvas han sido registradas en otros estudios sobre la ecología trófica de la albacora y otros atunes, siendo la presa más importante en el contenido estomacal en algunos casos (Potier *et al.*, 2007; Consoli *et al.*, 2008; Varela *et al.*, 2017).

*Engraulis japonicus* ha sido registrada como la presa principal de la albacora, así como el cefalópodo *Gonatopsis borealis*, según su IIR (Ruiz-Pérez *et al.*, 2016). La dieta de los atunes mostró diferencias significativas a lo largo del periodo de estudio, y su composición y diversidad de presas fueron bajas. No hubo evidencia de superposición trófica entre las dos especies, lo que probablemente se deba que estas especies se alimentan principalmente de peces, pero también de otras presas como las larvas megalopa y de Stomatopoda.

Los bajos índices de Levin y Shannon-Wiener indican una limitada amplitud de nicho trófico y una baja diversidad de presas. La presa dominante y más frecuente en el contenido estomacal de estos atunes sugieren una preferencia, probablemente porque brindan un porcentaje más alto de energía a su dieta. Aun así, su estrategia alimentaria se relaciona con la abundancia de presas en el ecosistema y

most important prey being *Engraulis japonicus* in terms of weight.

Some feeding preferences were found for the different size classes of *T. alalunga*. This species showed the same preference for megalopa larvae in sizes between 30 and 60 cm. Megalopa larvae were the most representative prey in terms of abundance. The presence of crustacean larvae has also been reported, as in this study. These were the most numerous prey (25.9 %) in the stomach content of *T. albacares* (Potier *et al.*, 2007). Fish are the main prey in most studies on tuna and other large pelagic species, as they provide greater nutritional enrichment (Potier *et al.*, 2007; Consoli *et al.*, 2008). It is necessary to highlight the importance of invertebrate larvae in the diet of these tunas; they are frequently found in great abundance, although their energy contribution is lower when compared to other organisms such as fish or Cephalopoda. This study reported crustacean larvae, such as those of Megalopa and Decapoda, as well as larvae of the family Penaeidae and the phylum Brachiopoda. These larvae have been reported in other studies on the trophic ecology of the albacore and other tunas, in some cases being the most important prey found in stomach contents (Potier *et al.*, 2007; Consoli *et al.*, 2008; Varela *et al.*, 2017).

*Engraulis japonicus* has been reported as the main prey of the albacore, as well as the cephalopod *Gonatopsis borealis*, according to its RII (Ruiz-Pérez *et al.*, 2016). The diet of the tunas showed significant differences over the studied period, and its prey composition and diversity was low. There was no evidence of trophic overlap between the two species, which is probably due to the fact that these species feed mainly on fish, but also on other prey such as megalopa and Stomatopoda larvae.

The low Levin and Shannon-Wiener indices indicate a limited trophic niche breadth and a low prey diversity. The dominant and most frequent prey in the stomach contents of these tuna suggest a preference, probably because they provide a higher percentage of energy to their diet. Still, the feeding strategy of the tunas is related to the abundance of prey in their ecosystem and their ability to select the most profitable prey (Consoli *et al.*, 2008). In this research, prey abundance and availability in the ecosystem was not studied. Based on our results and other previous studies, the tunas' preference for fish was evidenced (García and Posada, 2013).

con su habilidad para seleccionar la presa más provechosa (Consoli *et al.*, 2008). En esta investigación no se estudió la abundancia y la disponibilidad de presas en el ecosistema. Con base en nuestros resultados y en otros estudios previos, se evidenció la preferencia de los atunes por los peces (García y Posada, 2013).

## CONCLUSIONES

Se evidenció la importancia de los peces pelágicos pequeños, pues se encontraron restos de Teleostei en la mayoría de los estómagos, y estos contribuyeron en gran medida a la dieta de los organismos estudiados. En las temporadas climáticas analizadas, se encontraron diferencias significativas respecto a las abundancias de presas en el contenido estomacal. Finalmente, la mayoría de las presas provenían más que todo de hábitats epipelágicos (*S. aurita*, *Mugil* sp. y larvas de crustáceos). A pesar de esto *E. alletteratus* y *T. alalunga* fueron clasificados como depredadores generalistas y con baja diversidad de presas. Por lo tanto, se sugiere realizar investigaciones de ecología trófica que empleen enfoques combinados de contenido estomacal y análisis de isótopos estables para determinar el comportamiento trófico de estos organismos con mayor precisión.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a MinCiencias y a la Universidad del Magdalena por su apoyo financiero, técnico y logístico a través del proyecto *Pesca recreativa marina como alternativa para el desarrollo del turismo ecológico y socioeconómico en Santa Marta*, con código 074 – 2017. Este trabajo fue parte de la tesis de maestría en ciencias de SGR. La información oceanográfica y las imágenes satelitales fueron preparadas en el proyecto de investigación *Cambios a largo plazo de la biomasa, la productividad y el dominio de la comunidad fitoplanctónica en el sistema de afloramiento del Caribe colombiano*, en el marco de la convocatoria 2018 de Fonciencias.

## CONCLUSIONS

The importance of small pelagic fish was evidenced, as Teleostei remains were found in most stomachs and contributed greatly to the diet of the studied organisms. In the climatic seasons analyzed, significant differences were evidenced regarding prey abundance in stomach contents. Finally, most of the tuna prey stemmed mainly from epipelagic habitats (*Sardinella aurita*, *Mugil* sp., and crustacean larvae). Despite this, *E. alletteratus* and *T. alalunga* were classified as generalist predators and with low prey diversity. Therefore, it is advisable to conduct trophic ecology research while following combined stomach content approaches and stable isotope analyses in order to more accurately determine the trophic behavior of these organisms.

## ACKNOWLEDGMENTS

The authors would like to thank MinCiencias and Universidad del Magdalena for their financial, technical, and logistic support, which was provided through the project titled *Marine recreational fishing as alternative for the development of ecological and socioeconomic tourism in Santa Marta*, with code 074 – 2017. This work was part of the MSc thesis of Santiago González-Rojas. The oceanographic information and satellite images were prepared during the research project titled Long-term changes in biomass, productivity and dominance of the phytoplankton community in the Colombian Caribbean upwelling system, within the framework of Fonciencias 2018.





## BIBLIOGRAFÍA / LITERATURE CITED

- Aloncle, H. and F. Delaporte. 1973. Rythmes alimentaires et circadiens chez le germon *Thunnus alalunga* dans le Nord-Est atlantique. Science Naturelles. Paris VI. 96 p.
- Báez, J., D. Macías, S. García-Barcelona, F. Poisson, E. Torreblanca, J. Bellido and J. Camiñas. 2021. Marine megafauna and charismatic vertebrate species. In Alboran Sea. Ecosyst. Mar. Res.. 41 p.
- Baque-Menoscal, J., D. Páez-Rosas y M. Wolff. 2012. Hábitos alimentarios de dos peces pelágicos *Thunnus albacares* y *Acanthocybium solandri* de la Reserva Marina de Galápagos. Rev. Biol. Mar. Oceanogr., 47(1): 1-11. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-19572012000100001>
- Battaglia, P., F. Andaloro, P. Consoli, V. Esposito, D. Malara, S. Musolino and T. Romeo. 2013. Feeding habits of the Atlantic bluefin tuna, *Thunnus thynnus* (L.1758), in the central Mediterranean Sea (Strait of Messina). Helgoland Mar. Res., 67(1): 97-107. <http://doi.org/10.1007/s10152-012-0307-2>
- Bertrand, A. Bard, F. and E. Josse. 2002. Tuna food habits related to the micronekton distribution in French Polynesia. Mar. Biol., 140(5), 1023-1037. <https://dx.doi.org/10.1007/s00227-001-0776-3>
- Bizzarro J., H. Robinson, C. Rinewal and D. Ebert. 2007. Comparative feeding ecology of four sympatric skate species off central California, USA. Environ. Biol. Fishes, 80:197-220. <http://dx.doi.org/10.1007/s10641-007-9241-6>
- Cervigón, F. 1992. Los peces marinos de Venezuela. Vol 1. Segunda edición. Fund. Cient. Los Roques, Caracas. 425 p.
- Chirichigno, N. y J. Vélez. 1998. Clave para identificar los peces marinos del Perú. Callao, Perú. Inst. Mar Perú. 496 p.
- Clothier, C. 1950. A key to some southern California fishes based on vertebral characters. Fish Bull., 85 p.
- Colwell, R., A. Chao, N. Gotelli, S. Lin, C. Mao, R. Chazdon and J. Longino. 2012. Models and estimators linking individual-based and sample-based rarefaction, extrapolation and comparison of assemblages. J. Plant col., 5(1), 3-21. <https://doi.org/10.1093/jpe/rtr044>
- Consoli, P., T. Romeo, P. Battaglia, L. Castriota, V. Esposito, and F. Andaloro. 2008. Feeding habits of the albacore tuna *Thunnus alalunga* (Perciformes, Scombridae) from central Mediterranean Sea. Mar. Biol., 155(1), 113-120. <https://doi.org/10.1007/s00227-008-1012-1>
- Doncel, O. y J. Paramo. 2010. Hábitos alimenticios del pargo rayado, *Lutjanus synagris* (Perciformes: Lutjanidae), en la zona norte del Caribe colombiano. Latin Am. J. Aq. Res., 38(3): 413-426. <https://doi.org/10.3856/vol38-issue3-fulltext-6>
- Ferry L., S. Clark and G. Cailliet. 1997. Food habits of spotted sand bass *Paralabrax maculatofasciatus* (Serranidae) from Bahía de Los Angeles, Baja California. Bull. South. CA Acad. Sci., 96:1-21. <https://scholar.oxy.edu/scas/vol96/iss1/1>
- Fischer, W., F. Krupp, W. Schneider, C. Sommer, K. Carpenter and V. Niem. 1995. Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca: Pacífico centro-oriental. FAO, Roma. 573 p.
- Franco-Herrera, A. 2005. Oceanografía de la ensenada de Gaira. El Rodadero, más que un centro turístico en el Caribe colombiano. Bogotá. 22 p.
- Hyslop, J. 1980. Stomach contents analysis. A review of methods and their application. J. Fish Biol., 17: 411-429.
- García, C. and C. Posada. 2013. Diet and feeding ecology of the little tunny, *Euthynnus alletteratus* (Pisces: Scombridae) in the central Colombian Caribbean: changes in 18 years. Latin Am. J. Aq. Res., 41(3): 588-594. <https://dx.doi.org/10.3856/vol41-issue3-fulltext-21>.
- Klett-Traulsen, A., G. Ponce and S. Ortega. 1996. Pesquería deportivo-recreativa. En: Casas-Valdez, M. y G. Ponce (Eds). Estudio del potencial pesquero y acuícola de Baja California Sur. México. 350 p.
- Krebs, C. 1999. Ecological methodology. Benjamin Cummings, Menlo Park, California, 620 p.
- Lasso, C. A., C.R. Heinsohn, S. Jensen and M.A. Morales-Betancourt. 2019. La pesca deportiva continental en Colombia: guía de las especies de agua dulce. Serie Ed. Rec. Hidrobiol. Pesq. Contin. Col.Inst. Invest. Rec. Biol. Alexander von Humboldt. Bogotá, D. C.. 298 p.
- Lloret, J., N. Zaragoza, D. Caballero and V. Riera. 2008. Biological and socioeconomic implications of recreational boat fishing for the management of fishery resources in the marine reserve of Cap de Creus (NW Mediterranean). Fish. Res., 91(2-3): 252-259. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2007.12.002>
- Logan, J.M., W. Golet and M. Lutcavage. 2015. Diet and condition of Atlantic bluefin tuna (*Thunnus thynnus*) in the Gulf of Maine, 2004–2008. Environ. Biol. Fish., 98(5), 1411-1430. <https://doi.org/10.1007/s10641-014-0368-y>
- Manning, R. 1969. Stomatopod Crustacea of the western Atlantic. Florida. 387 p.
- Martínez-Juárez, L. F., J.J. Schmitter-Soto, N. Cabanillas-Terán, y N. Mercado-Silva. 2023. Diet variability of snappers (Teleostei: Lutjanidae) in a bay-to-reef ecosystem of the Mexican Caribbean. Wat. Biol. Sec., 100211.
- Méndez, M. 1981. Claves de identificación y distribución de los langostinos y camarones (Crustacea: Decapoda) del mar y ríos de la costa del Perú. Inst. Mar Perú. 170 p.
- Moreno, R. 1986. Ecología trófica de algunas especies de la familia Scombridae (Pisces) capturadas en aguas costeras del departamento del Magdalena, Caribe colombiano. Tesis Biol. Univ. Nal. Col., Bogotá. 105 p.

- Navarro, J., R. Sáez-Liante, M. Albo-Puigserver, M. Coll and I. Palomera. 2017. Feeding strategies and ecological roles of three predatory pelagic fish in the western Mediterranean Sea. Deep Sea Res. Part II: Topical Stud. Oceanogr., 140: 9-17. <https://doi.org/10.1016/j.dsr2.2016.06.009>
- Ortiz de Zarate, V. 1987. Datos sobre la alimentación del atún blanco (*Thunnus alalunga*) juvenil capturado en el Golfo de Bizcaya. ICCAT Coll Vol Sci Pap, 26, 243-247.
- Paramo, J., L. Guillot-Illidge, S. Benavides, A. Rodríguez and C. Sánchez. 2009. Aspectos poblacionales y ecológicos de peces demersales de la zona norte del Caribe colombiano en relación con el hábitat: una herramienta para identificar Áreas Marinas Protegidas (AMPs) para el manejo pesquero. Caldasia, 31(1):123-144. <https://aquadoocs.org/handle/1834/8296>.
- Paramo, J., M. Wolff and U. Saint-Paul. 2012. Deep-sea fish assemblages in the Colombian Caribbean Sea. Fish. Res., 125: 87-98. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2012.02.011>
- Paramo, J., J. Cusba, J. Linero, S. Núñez, S. Quiroga, A. Sanjuan, A. Franco, S. González-Rojas, C. Linero, M. Pedrozo, D. Galvis, L. García, D. Marín, y S. Salas. 2019. La pesca deportiva marina como alternativa de desarrollo de turismo ecológico y socioeconómico en el Departamento del Magdalena, Caribe colombiano. 18 p.
- Pinkas, L., M. Oliphant and L. Iverson. 1971. Food habits of albacore, bluefin tuna and bonito in California water. Fish. Bull., 152: 105.
- Posada, C. 2017. Ecología trófica de *Elagatis bipinnulata* Quoy y Gaimard, 1825 (Pisces: Carangidae) y *Euthynnus alletteratus* Rafinesque, 1810 (Pisces: Scombridae) en la región de Taganga y Parque Nacional Natural Tayrona, Caribe colombiano. Trabajo Grado, Bogotá. 146 p.
- Potier, M., F. Marsac, Y. Chereil, V. Lucas, R. Sabatié, O. Maury and F. Ménard. 2007. Forage fauna in the diet of three large pelagic fishes (lancetfish, swordfish and yellowfin tuna) in the western equatorial Indian Ocean. Fish. Res., 83(1), 60-72. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2006.08.020>
- Romero, J., P. Catry, M. Hermida, V. Neves, B. Cavaleiro, L. Gouveia, and J. Granadeiro. 2021. Tunas off northwest Africa: The epipelagic diet of the bigeye and skipjack tunas. Fish. Res., 238, 105914. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2021.105914>
- Ruiz-Pérez, N., G. Cerdaneres-Ladrón de Guevara, D. López-Herrera e I. Altamirano-Ramírez. 2016. Relaciones tróficas entre cinco especies de peces pelágicos que cohabitan en las costas de Oaxaca, México. Hidrobiológica, 26(1): 77-85.
- Varela, J., I. Carrera and A. Medina. 2020. Seasonal feeding patterns of Atlantic bluefin tuna (*Thunnus thynnus*) in the Strait of Gibraltar. Mar. Environ. Res., 153, 104811. <https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2019.104811>.
- Varghese, S., V. Somvanshi, M. John and R. Dalvi. 2013. Diet and consumption rates of common dolphinfish, *Coryphaena hippurus*, in the eastern Arabian Sea. J. App. Ichthyol., 29(5): 1022-1029. <http://doi.org/10.1111/jai.12166>
- Vieira, J., P. Costa, A. Braga, R. São-Clemente, C. Ferreira and J. Silva. 2021. Age, growth, and maturity of little tunny, *Euthynnus alletteratus* (Rafinesque, 1810) in southeastern Brazil. Latin Am. J. Aq. Res., 49(5): 773-787. <http://dx.doi.org/10.3856/vol49-issue5-fulltext-2689>.
- Villareal, H., M. Álvarez, S. Córdoba, F. Escobar, G. Fagua, F. Gast y A. Umaña. 2004. Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Inst. Invest. Rec. Biol. Alexander von Humboldt. Bogotá. 236 p.
- Young J., M. Lansdell, R. Campbell, S. Cooper, F. Juanes and M. Guest. 2010. Feeding ecology and niche segregation in oceanic top predators off eastern Australia. Mar. Biol., 157(11): 2347-2368.

**RECIBIDO / RECEIVED:** 15/01/2023

**ACEPTADO / ACCEPTED:** 14/02/2024