

OTROS

REVISTA DE
Biología Tropical<https://doi.org/10.15517/rev.biol.trop..v73i1.57962>

Variación en la dieta de peces Sciaenidae en la bahía de Buenaventura, Pacífico colombiano

Luz Élica Herrera^{1*};  <https://orcid.org/0009-0005-3215-990X>Diego Esteban Gamboa-García¹;  <https://orcid.org/0000-0002-7563-9963>Guillermo Duque²;  <https://orcid.org/0000-0002-2468-529X>

1. Grupo de Investigación en Ecología y Contaminación Acuática, Universidad Nacional de Colombia, Sede Palmira, Carrera 32 Chapinero, vía Candelaria, Palmira, Colombia; lueherrerare@unal.edu.co (*Correspondence), degamboag@unal.edu.co
2. Facultad de Ingeniería y Administración, Universidad Nacional de Colombia, Sede Palmira, Carrera 32 Chapinero, vía Candelaria, Palmira, Colombia; gduquen@unal.edu.co

Received 12-XII-2023. Corrected 01-V-2025. Accepted 30-V-2025.

ABSTRACT

Diet variation Sciaenidae fish in the bay of Buenaventura, Colombian Pacific

Introduction: The fish of the Sciaenidae family are important for commercial and subsistence fishing on the Colombian Pacific coast. However, it is unknown how their trophic habits vary between climatic seasons. The objective of this research was to determine the variation of diet and the presence of microplastics (MP) in species of this family and its relationship with the environmental dynamics of the water of the Buenaventura Bay, colombian Pacific.

Methods: Samples were taken in dry and rainy season of 2020 and 2021 in the internal and external areas of the bay. A total of (144) individuals of the species *Larimus argenteus*, *Stellifer zestocarus* and *Stellifer melanocheir*, were sampled using artisanal trawling and their stomach contents were classified into five categories of food prey corresponding to crustaceans (shrimp, crabs, isopods), fish, nematodes, detritus (organic material), and MP microplastics (fibers and fragments). The analysis of stomach contents used as trophic parameters, the frequency of occurrence (% FO) and the relative importance index (IRI %) of prey. These stomach contents were related to environmental variables salinity (PSU), temperature (° C), pH, dissolved oxygen (mg l⁻¹) and water transparency (cm) through GAM models.

Results: In general, Sciaenidae fish consumed mainly crustaceans in dry season. The fish as prey supplement their diet in both periods, but their consumption intensifies in rainy season. The detritus is consumed mostly in dry season, being able to relate to the consumption of crustaceans, while the nematodes are consumed mainly in rainy season, associated with the greater consumption of fish. *L. argenteus* consumed more crustaceans in dry season, associated with high salinities and low temperatures, while in rainy season the intake of fish increases. While, in low temperatures increased the intake of detritus in *S. zestocarus*. The highest MP content in *L. argenteus* was found in low salinity and pH, associated with rainy season and internal zone.

Conclusions: The study suggests that the diet of Sciaenidae fish is influenced by the estuarine supply, subject to environmental variation.

Key words: trophic habits; trophic ecology; estuarine fish; gut content; artisanal fishing; environmental variation; plastic pollution.



RESUMEN

Introducción: Los peces de la familia Sciaenidae son de importancia para la pesca comercial y de subsistencia en la costa Pacífica colombiana. Sin embargo, se desconoce cómo varían sus hábitos tróficos entre las épocas climáticas. El objetivo de esta investigación fue determinar la variación de la dieta y la presencia de microplásticos (MP) en algunas especies de esta familia y su relación con la dinámica ambiental del agua de la bahía de Buenaventura, Pacífico colombiano.

Métodos: Se tomaron muestras durante la época seca y lluviosa de 2020 y 2021 en las zonas internas y externas de la bahía. Se muestrearon (144) individuos de las especies *Larimus argenteus*, *Stellifer zosterocarus* y *Stellifer melanocheir*, usando pesca de arrastre artesanal y su contenido estomacal se clasificó en 5 categorías de presas alimentarias, crustáceos (camarones, cangrejos, isópodos), peces, nemátodos, detritus (material orgánico) y microplásticos de PM (fibras y fragmentos). El análisis del contenido estomacal utilizado como parámetros tróficos, la frecuencia de ocurrencia (% FO) y el índice de importancia relativa (IRI %) de las presas. Estos contenidos estomacales se relacionaron con las variables ambientales salinidad (UPS), temperatura (° C), pH, oxígeno disuelto (mg l^{-1}) y transparencia del agua (cm) a través de modelos GAM.

Resultados: En general, los peces de la familia Sciaenidae consumieron principalmente crustáceos en época seca. Los peces como presas complementan su dieta en ambas épocas, pero su consumo se intensifica en época lluviosa. Los detritus se consumen mayormente en época seca, pudiéndose relacionar con el consumo de crustáceos, mientras los nemátodos son consumidos principalmente en época lluviosa, asociado con el mayor consumo de peces. *L. argenteus* consumió más crustáceos en época seca, asociado a altas salinidades y bajas temperaturas, mientras en época de lluvias aumenta la ingesta de peces. Mientras que, en bajas temperaturas aumentó la ingesta de detritus en *S. zosterocarus*. El mayor contenido de MP en *L. argenteus* se encontró en baja salinidad y pH, asociados a la época de lluvia y zona interna.

Conclusiones: El estudio permitió evidenciar que la ecología trófica de peces de la familia Sciaenidae está influenciada por la oferta estuarina sujeta a la variación ambiental.

Palabras claves: hábitos tróficos; ecología trófica; peces estuarinos; contenido estomacal; pesca artesanal; variación ambiental; contaminación plástica.

INTRODUCCIÓN

Los estuarios son ecosistemas caracterizados por su alta productividad primaria (Nixon, 1982) y elevada heterogeneidad de hábitat (Day et al., 2012), encontrándose organismos de distintos niveles tróficos y especies tolerantes a variaciones ambientales recurrentes (Day et al., 2012; Sandoval et al., 2014). Así mismo, ofrecen una amplia oferta de servicios ecosistémicos para las poblaciones humanas adyacentes (Costanza et al., 1997; Wilson et al., 2005). Cerca del 37 % de la población mundial habita costas de las diferentes regiones del planeta (Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2020). Los recursos pesqueros estuarinos como servicios ecosistémicos de aprovisionamiento sostienen la dieta de millones de personas alrededor del mundo, a través de varias actividades como la pesquería artesanal (Tambutti & Gómez, 2020).

Dentro de la información disponible sobre el estado de los ecosistemas estuarinos,

incluidas especies de importancia comercial y de subsistencia, aparece la contaminación marina por microplásticos que se posiciona hoy como una problemática de escala mundial y de impacto intergeneracional (Naciones Unidas, 2017). Los microplásticos son partículas de tamaño de entre 100 nm a 5 mm de diámetro, con reducida biodegradabilidad, procedentes de diversas fuentes (United Nations Environment Programme, 2016). Es un hecho que los peces consumen microplásticos de manera incidental (Al-Salem et al., 2020; Barletta et al., 2019; Barletta et al., 2020; Bessa et al., 2018; Daniel et al., 2021; Jonathan et al., 2021; Lusher, Hollman & Mendoza-Hill, 2017; Tafurt-Villarraga et al., 2021); por lo tanto, es necesario investigar la variación en la dieta de los organismos y determinar el grado de impacto de este contaminante.

La familia de peces Sciaenidae se encuentra ampliamente distribuida en las aguas costeras y estuarinas tropicales y subtropicales

del Atlántico, Pacífico e Índico (Nelson et al., 2016). El Pacífico colombiano presenta aproximadamente 49 de las más de 80 especies de esta familia con las que cuenta el Pacífico Oriental Tropical (POT), que pueden alcanzar valor alimentario y comercial importantes en los mercados litorales de dicha región (Rubio-Rincón, 1988; Rubio-Rincón, 2007). Algunos estudios del Pacífico colombiano relacionan especies de peces de la familia Sciaenidae con pesquería a pequeña escala (Castaño-Díaz, 2012; López-Peralta & Arcila, 2002). Muchas especies de esta familia forman parte de la fauna acompañante de la pesca de arrastre de camarón de aguas someras (CAS), participando con el 85 % de la captura incidental de peces dada en el Pacífico colombiano, convirtiéndose luego en pesca de subsistencia (Pauly, 1989; Rueda et al., 2006). En la bahía de Tumaco se sabe que, aunque esta familia es parte importante de la fracción porcentual de las especies objetivo, se presentan diferencias relevantes según el rendimiento medido por la Captura por Unidad de Esfuerzo (CPUE) entre el arte de pesca empleado, la época climática, la influencia de las variables ambientales y la zona del estuario (González et al., 2023).

A pesar de la alta importancia de las especies de la familia Sciaenidae, la variación en sus hábitos tróficos ha sido poco explorada. A través de la variación en la dieta se puede entender cómo diferentes contextos ambientales, afectan la intensidad de las interacciones biológicas (Flores-Ortega et al., 2015; Romanuk et al., 2010; Sánchez-Hernández & Amundsen, 2018) que permiten la coexistencia (Agrawal et al., 2007), y la composición de ecosistemas complejos biodiversos, como lo son los estuarios. Dichos hábitos tróficos parten de conocer cómo se comportan las especies dentro de su clasificación taxonómica, por lo que se espera que taxones del mismo orden o familia tengan hábitos tróficos similares en comparación con las especies que son más distantes filogenéticamente (German & Horn, 2006).

En el Pacífico colombiano existe información de hábitos tróficos de algunas especies de la familia Scianidae, pero no se han desarrollado

enfoques sobre los cambios alimentarios según la estratificación espacio temporal, por lo que surge la necesidad de crear conocimiento sobre la variación en la dieta de especies de interés comercial y de la fauna acompañante. *Larimus pacificus* Jordan & Bollman, 1890 fue reportada en esta región a través de un estudio de hábitos como consumidor principalmente de necton, anchoas y crustáceos bentónicos tróficos. Adicionalmente, *Stellifer melanocheir* Eigenmann, 1918 fue reportada en un estudio de crecimiento, reproducción y hábitos tróficos en el Golfo de Tortugas (Buenaventura), Pacífico colombiano, que sugiere que la dieta de esta especie es semejante a lo largo de sus etapas juvenil y adulta, compuesta principalmente por copépodos, camarones y escamas (Muriel-Hoyos & Carmona-Guerra, 2020). En un estudio reciente en la bahía de Tumaco, Pacífico colombiano, donde se incluían *Larimus argenteus* Gill, 1863 y *S. melanocheir* encontraron que los crustáceos representan un ítem alimentario de consumo constante y de gran importancia, a mayores rangos de salinidad y oxígeno disuelto. Sin embargo, la dieta de especies de peces de la familia Sciaenidae puede cambiar a razón de la variación ambiental debido principalmente a los cambios temporales (época) y espaciales (zona del estuario). Estos mismos patrones podrían determinar la redistribución de microplásticos en los contenidos estomacales de estas especies. El objetivo de la presente investigación fue determinar la variación de los hábitos tróficos de los peces de la familia Sciaenidae: *L. argenteus*, *Stellifer zestocarus* Gilbert, 1898 y *S. melanocheir* en relación con la dinámica ambiental de la bahía de Buenaventura, Pacífico colombiano.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio: El estuario de la bahía de Buenaventura se localiza en la costa Pacífica colombiana (3°48'09.99"-3°52'38.5" N & 77°06'30.75"-77°09'25.96" W) en el POT (Fig. 1). La precipitación media anual es cercana a 6 508 mm, con una humedad relativa que oscila entre 80-90 %, sumados a un rango

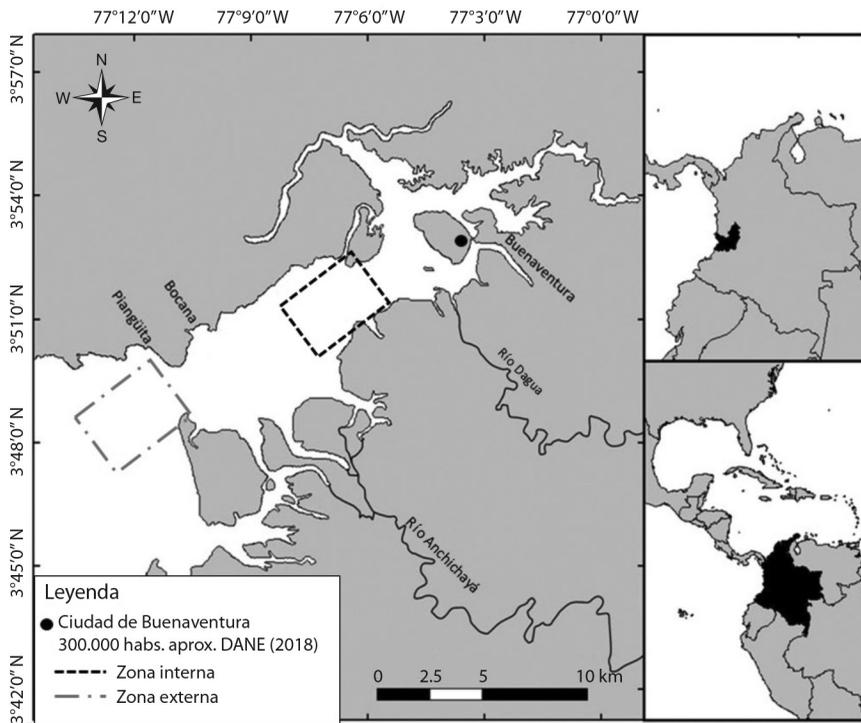


Fig. 1. Área de estudio: Bahía de Buenaventura. Zona interna del estuario en líneas discontinuas de color negro y zona externa del estuario en líneas discontinuas y puntos de color claro. / **Fig. 1.** Study area: Buenaventura Bay. The inner estuary zone is represented by black dashed lines, and the outer estuary zone is represented by dashed lines and light-colored dots.

de 198 a 228 días de lluvia anual (Lobo-Guerrero, 1993), por lo que se considera una de las regiones más húmedas de todo el mundo. Adicionalmente, se sitúa en la Zona de Convergencia Intertropical, en la inmediación de la ladera occidental del complejo de cordilleras andinas (Cantera & Blanco, 2001). Las condiciones hidroclimáticas desde 1931 hasta 2021 de influencia a la Bahía de Buenaventura, permiten estimar periodo de menores precipitaciones de diciembre a marzo. Mientras, la mayor precipitación mensual total agrupa a los meses de septiembre, octubre y noviembre (MSF 1). La profundidad promedio de la columna de agua es de 5 m (aunque el canal de dragado tiene una profundidad de entre 12-15 m). Dos ríos atribuyen cerca de $427 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ al estuario, Dagua y Anchicayá (Cantera & Blanco, 2001), que son clave en el gradiente salino estuarino. En la parte más interna del estuario, cerca de la

desembocadura de los ríos, las aguas son menos salinas y, en la parte más externa de la bahía, las aguas presentan mayor salinidad, debido a la influencia marina, convirtiéndose de esta manera en un estuario positivo (Gamboa-García et al., 2018).

Métodos de muestreo: Las muestras se recolectaron usando pesca de arrastre artesanal, mediante tres réplicas de arrastre de 10 minutos por cada época y estación. Los sitios de muestreo dentro de la bahía, para los cuales se realizaron dos réplicas fueron ubicados en el área interna dos y en el área externa otros dos (Fig. 1), en diferentes épocas hidroclimáticas (MSF 1). En el año 2020, en el mes de marzo, representando la época de menor precipitación mensual total (en adelante, época seca), y en los meses de julio y octubre, representando la época con mayor precipitación mensual total

(en adelante, época lluviosa). En el año 2021, en el mes de abril, representando para ese año la época seca, y en el mes de octubre, representando la época lluviosa.

La red presentó un ojo de malla de 25.4 mm, relinga inferior de 3.6 m y relinga superior de 3.1 m. Por los tamaños de la malla, se asegura que es muy poco probable que el microplástico ingerido por los peces haya sido atrapado debido a la malla (Lusher et al., 2013; Lusher, Welden et al., 2017). Los arrastres fueron realizados a velocidades entre 1.67 y 2.16 nudos, arrastrando áreas entre 790 y 1 011 m².

Las variables fisicoquímicas fueron tomadas *in situ* tres veces, una vez antes de cada arrastre pesquero, a una profundidad de 0.30 m. Se tomó: salinidad (UPS), temperatura (° C), oxígeno disuelto (mg l⁻¹) y pH, con una sonda multiparamétrica (Thermo Scientific Orion Five Stars) y transparencia (cm) con un disco Secchi (Tafurt-Villarraga et al., 2021).

Fase de laboratorio: Los individuos recolectados se identificaron siguiendo diferentes claves taxonómicas (Fisher et al., 1995; Froese & Pauly, 2016; Robertson & Allen, 2024) midiendo la longitud total (LT [cm]), longitud estándar (LS [cm]), y peso húmedo (g). Así mismo, fue extraído el estómago de 267 individuos, y fue sumergido en recipientes con formol concentrado al 4 % (Flores-Ortega et al., 2013). Los componentes alimentarios fueron observados a través de estereoscopio (Advanced Optical®), para separarlos después en categorías alimentarias (Dehaut et al., 2019). Las categorías fueron: crustáceos (camarones, cangrejos, isópodos), peces, nemátodos, detritos (material orgánico), y microplásticos (MP) (fibras y fragmentos). Los ítems de las distintas categorías alimentarias fueron contados por individuo, dentro de cajas de Petri cerradas. Se secaron en horno a 70 °C, por 24 horas y fue determinado el peso seco en una balanza analítica (Adam Equipment® SPB 723e, d = 0.0001 g) (Majdi et al., 2018).

Los microplásticos hallados en los contenidos estomacales fueron sometidos a evaluación visual detallada en estereoscopio y microscopio

(ZEISS® AxioCam), según su forma, textura y color, junto a pruebas térmicas y de elasticidad para distinguirlos efectivamente de estructuras celulares u orgánicas (Lusher, Welden et al., 2017).

Se consideraron las recomendaciones sugeridas por diversos autores para minimizar la contaminación cruzada, como el tipo de muestreo que no tiene contacto con el sistema digestivo, los análisis de contenido estomacal se realizaron en laboratorio cerrado, con ventilación controlada, empleando instrumentos limpios, uso de bata de algodón, entre otras medidas (Lusher et al., 2013; McGoran et al., 2017; Provencher et al., 2019).

Análisis de datos: Con las categorías tróficas se estimó: composición numérica (% CN) (Ec. 1), composición gravimétrica (% CG) (Ec. 2), coeficiente de vacuidad CV (Ec. 5) (Tafurt-Villarraga et al., 2021) y frecuencia de ocurrencia de presas (% FO) (Ec. 3), clasificando las muestras como: constante (presentes en más del 50 %), accesoria (presentes en un rango entre 25 y 50 %) y accidental (presentes en menos del 25 %) (D'Alessandro et al., 2020; Duque & Acero, 2003).

Para determinar la importancia de cada presa dentro del contenido estomacal, se estimó el Índice de Relativa Importancia (IRI) (Ec. 4) clasificando en grupos tróficos presas principales (20 000 > IRI > 200), presas secundarias (200 > IRI > 20) y presas accidentales (20 > IRI > 0) (García-Cardona et al., 2021; Pinkas, 1971).

$$\% \text{ CN} = 100 * \frac{\text{Número de presas del ítem } i}{\text{N}^\circ \text{ total de presas}} \text{ (Ec. 1)}$$

$$\% \text{ CG} = 100 * \frac{\text{Número de presas del ítem } i}{\text{Pesos de todas las presas}} \text{ (Ec. 2)}$$

$$\% \text{ FO} = 100 * \frac{\text{Ocurrencia de presas del ítem } i}{\text{N}^\circ \text{ total de estómagos con alimento}} \text{ (Ec. 3)}$$

$$\% \text{ IRI} = \text{FO} * (\text{CN} + \text{CG}) \text{ (Ec. 4)}$$

$$\text{CV} = 100 * \frac{\text{Número de estómagos vacíos}}{\text{N}^\circ \text{ total de estómagos analizados}} \text{ (Ec. 5)}$$

Para estimar la variación temporal de los parámetros ambientales y de las variables tróficas, se desarrollaron análisis usando matrices de datos transformadas y matrices de similitud

calculadas con el índice de Bray-Curtis, para variables biológicas y, distancias euclidianas para las ambientales (Clarke et al., 2014). Se realizó el análisis de varianza multivariado permutacional (PERMANOVA) Pair-wise test, utilizando 9 999 permutaciones y $\alpha < 0.05$ como diferencia estadísticamente significativa (Anderson, 2017; Clarke et al., 2014). Se diseñó una representación de dicha dinámica ambiental y de variación trófica usando un Escalado Multidimensional no Métrico (nMDS, por sus siglas en inglés).

Para representar la relación entre las variables ambientales y la variación de la dieta se desarrollaron modelos aditivos no generalizados (GAM). Estos permiten incorporar relaciones no lineales, donde la relación de cada predictor (variables independientes: ambientales) con la media de la variable respuesta (variables dependientes: tróficas) no es únicamente lineal, sino que se desarrolla a través de funciones no lineales, suavizadas (Duque et al., 2020). Estos análisis estadísticos fueron realizados en R utilizando las bibliotecas *nlme* y *mgcv* en R Studio (R Core Team, 2013) con las funciones *gam*. Adicionalmente, se verificó que la cantidad de funciones spline fuera adecuada mediante la función *gam.check*.

RESULTADOS

Especies capturadas y descripción trófica: Se diseccionaron y analizaron los estómagos de 267 individuos de la familia Sciaenidae. Por el número de réplicas para los factores de época, zona y especie, se presentaron únicamente los resultados para tres especies de esta familia, representadas por 144 estómagos, en los que se encontró un % CV del 22.91 %, correspondiente a 33 estómagos. El 5.55 % de los estómagos presentaron material no identificable, clasificado como material digerido, no considerado.

Los contenidos estomacales que pudieron clasificarse de 96 individuos pertenecieron a estas especies, en orden de abundancia: *L. argenteus* (45), con 19 estómagos para época seca y 26 para época lluviosa; *S. zestocarus* (37),

con 8 estómagos para la época seca y 29 para la lluviosa; *S. melanocheir* (14), con 9 estómagos para la época seca y 5 para la lluviosa. Las cifras de capturas permitieron desarrollar análisis por época, pero no en relación con la zona del estuario, por lo que no se incluye análisis de diferencias significativas espaciales.

En las tres especies analizadas hubo presencia de MP. En el 3.47 % de los individuos analizados se encontraron MP, principalmente fibras. La especie *L. argenteus* presentó dos individuos con presencia de MP ($n = 45$, 4.44 %). En *S. zestocarus* se encontraron dos individuos con presencia de MP ($n = 38$, 5.26 %). En *S. melanocheir* fue hallado un individuo con presencia de MP ($n = 14$, 7.14 %). En general, durante la época lluviosa hubo un mayor número de especies con presencia de microplásticos en su contenido estomacal ($n = 3$) en comparación con la época seca ($n = 2$) (Fig. 2). No obstante, la mayor incidencia de microplásticos no dependió de la época (PERMANOVA, d.f. = 1, pseudo-F = 1.80, $p = 0.18$) sino de la especie (PERMANOVA, d.f. = 22, pseudo-F = 2.03, $p < 0.05$). *L. argenteus* tendió a acumular fibras de microplásticos sólo durante su estado juvenil (< 21.2 cm) (del Cid et al., 2015; Froese & Binohlan, 2000).

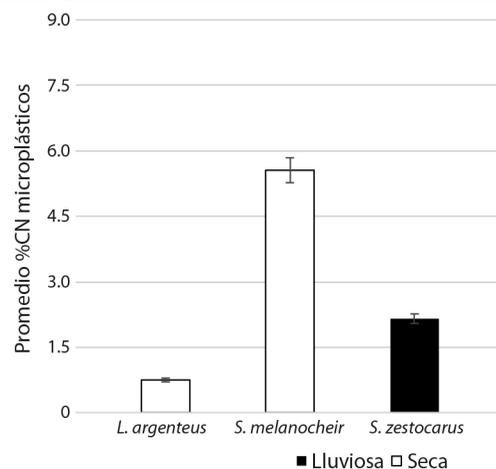


Fig. 2. Promedio de la cantidad numérica (CN) de ítems de microplásticos por especies de peces de la familia Sciaenidae, en época seca y lluviosa. / **Fig. 2.** Average numerical quantity (CN) of microplastic items per species of fish of the Sciaenidae family, in dry and rainy seasons.

La especie con mayor número de estómagos con contenido estomacal identificable fue *L. argenteus* ($n = 45$), provenientes de individuos con longitud total (LT) promedio de 19.5 ± 4.05 cm. Respecto de la dieta de esta especie, los crustáceos se identificaron como presas constantes en época seca y lluviosa ($FO_S = 88.89\%$, $FO_L = 61.43\%$) y principales tanto en época seca como lluviosa ($IRI_S = 15\ 235.98$, $IRI_L = 7\ 268.41$). Los peces como presas accidentales ($FO_S = 9.26\%$) y secundarias ($IRI_S = 188.69$) en época seca, accesorias ($FO_L = 47.14\%$) y principales ($IRI_L = 2\ 505.84$) en temporada lluviosa. Los nemátodos fueron presas accidentales según su ocurrencia ($FO_S = 12.96\%$) y secundarias según su importancia ($IRI_S = 66.16$) en época seca, constantes ($FO_L = 52.86\%$) y principales ($IRI_L = 3\ 255.35$) en época lluviosa. Los detritos, fueron ítems accidentales ($FO_S = 17.59\%$), secundarios ($IRI_S = 177.90$) en época seca y, accidentales en época lluviosa ($FO_L = 7.14\%$, $IRI_L = 13.34$). Los MPs en cambio, fueron ítems accidentales según su ocurrencia e importancia ($FO_S = 3.70\%$, $IRI_S = 6.11$), encontrándose únicamente en época seca (Tabla 1).

Se determinó que la dieta de *L. argenteus* presentó diferencias significativas por épocas y entre tipo de presas (Tabla 2). Los crustáceos constituyeron la categoría alimentaria de mayor importancia para esta especie, y su consumo registró cambios significativos entre épocas, presentándose un mayor consumo de estas presas en época seca (Tabla 2). En época lluviosa se registró un cambio en la importancia de presas, porque los peces pasaron a ser presas recurrentes. Los nemátodos fueron presas también recurrentes en época de lluvia, y su consumo se diferenció significativamente del resto de presas (Tabla 2). Los detritos no presentaron diferencias significativas dentro de la dieta de esta especie según la época (Tabla 2). Los MPs como ítem alimentario no presentaron diferencias significativas de ingestión entre épocas e incluso su consumo fue similar al de detritos en época seca (Tabla 2).

La especie *S. zestocarus* ($n = 37$), presentó una LT promedio de 12.38 ± 1.12 cm. En época seca los crustáceos fueron presas accesorias según su ocurrencia ($FO_S = 33.33\%$) y, principales según su importancia ($IRI_S = 555.56$), mientras para la época lluviosa, esta presa fue

Tabla 1

Frecuencia de Ocurrencia (% FO) e Índice de Relativa Importancia (IRI) de categorías de presas en contenidos estomacales de *L. argenteus* (*La-arg*), *S. zestocarus* (*St-zes*) y *S. melanocheir* (*St-mel*), respecto al factor época, donde S es seca y L es lluviosa / **Table 1.** Frequency of Occurrence (% FO) and Index of Relative Importance (IRI) of prey categories in stomach contents of *L. argenteus* (*La-arg*), *S. zestocarus* (*St-zes*) and *S. melanocheir* (*St-mel*), with respect to the season factor, where S is dry and L is rainy.

			Crustáceos	Peces	Nemátodos	Detritos	Microplásticos
<i>La-arg</i>	S	% FO	88.89	9.26	12.96	17.59	3.70
		IRI	15 235.98	188.69	66.16	177.90	6.11
	L	% FO	61.43	47.14	52.86	7.14	–
		IRI	7 268.41	2 505.84	3 255.35	13.34	–
<i>St-zes</i>	S	% FO	33.33	8.33	8.33	50.00	–
		IRI	555.56	555.56	410.05	2 943.55	–
	L	% FO	11.54	13.46	3.85	82.69	3.85
		IRI	433.30	568.32	23.50	10 002.89	10.77
<i>St-mel</i>	S	% FO	62.50	37.50	12.50	25.00	12.50
		IRI	6 245.89	2 519.53	97.66	300.53	172.82
	L	% FO	20.00	60.00	–	60.00	–
		IRI	350.00	3 354.05	–	5 171.43	–

FO = constantes > 50 %; accesoria 25 > FO % > 50; accidental < 25 %. IRI = principales 20000 > IRI > 200; secundarias 200 > IRI > 20) y presas accidentales; accidentales 20 > IRI > 0. / FO = constant > 50%; accessory 25 > FO % > 50; accidental < 25%. IRI = main 20000 > IRI > 200; secondary 200 > IRI > 20) and accidental prey; accidental 20 > IRI > 0.



Tabla 2

Promedios de composición de la dieta de *L. argenteus* (*La-arg*), *S. zestocarus* (*St-zes*) y *S. melanocheir* (*St-mel*), respecto al factor época, donde S es seca y L es lluviosa / **Table 2.** Average diet composition of *L. argenteus* (*La-arg*), *S. zestocarus* (*St-zes*) and *S. melanocheir* (*St-mel*), with respect to the season factor, where S is dry and L is rainy.

Categoría trófica	Época	Especies		
		<i>La-arg</i>	<i>St-zes</i>	<i>St-mel</i>
Crustáceos (mg)	S	16.16 ± 4.21 a	0.64 ± 0.53 ab	4.34 ± 2.53 a
	L	6.90 ± 2.09 b	0.71 ± 0.33 ab	0.30 ± 0.30 abc
Peces (mg)	S	6.77 ± 6.75 cef	0.86 ± 0.86 abc	0.33 ± 0.19 bc
	L	15.29 ± 6.27 b	1.63 ± 1.18 a	0.28 ± 0.23 abc
Nemátodos (mg)	S	0.22 ± 0.16 ef	0.25 ± 0.25 bc	0.02 ± 0.02 c
	L	0.33 ± 0.08 d	0.02 ± 0.01 c	–
Detritos (mg)	S	0.11 ± 0.07 f	2.35 ± 2.14 ab	0.36 ± 0.27 bc
	L	0.03 ± 0.02 f	0.51 ± 0.13 b	1.04 ± 0.5 ab
Microplásticos (mg·10 ⁻³)	S	5.26 ± 5.26 f	–	220.00 ± 220.00 c
	L	3.85 ± 3.85 f	6.90 ± 4.79 c	–
	n	19 y 26	8 y 29	9 y 5

Los resultados de las pruebas post hoc, Permanova pair-wise test, se representaron con letras diferentes cuando existieron diferencias significativas (p (PERM) < 0.05) siendo a mayor que b. (Para microplásticos se tiene como unidad de masa 10⁻³ mg). N es el número de estómagos para la época seca y lluvia, respectivamente.

accidental según su ocurrencia ($FO_L = 11.54$ %) y, principal según su importancia ($IRI_L = 433.30$). Los peces fueron presas accidentales según su ocurrencia ($FO_S = 8.33$ %, $FO_L = 13.46$ %), pero principales según su importancia relativa ($IRI_S = 555.56$, $IRI_L = 568.32$), esto para ambas épocas. Los nemátodos fueron presas accidentales en ambas épocas ($FO_S = 8.33$ %, $FO_L = 3.85$ %), y secundarios según su importancia en ambas épocas ($IRI_S = 23.50$, $IRI_L = 410.05$). Los detritus fueron encontrados de manera constante ($FO_S = 50$ %, $FO_L = 82.69$ %) y principales ($IRI_S = 2\,943.55$, $IRI_L = 10\,002.89$) en ambas épocas. Y los MPs fueron ítems accidentales ($FO_L = 3.85$ %, $IRI_L = 10.77$) en época de lluvia, y en época seca no fueron hallados (Tabla 1). En esta especie no se detectó un cambio significativo en el nicho alimentario determinado por la época. La composición de su dieta estuvo basada principalmente en detritus en época seca y peces en época de lluvia (Tabla 2). El consumo de crustáceos fue similar entre épocas y esta ingesta a su vez, es similar al consumo de peces en época seca. El consumo de MPs en lluvia fue similar al de nemátodos (Tabla 2).

Para *S. melanocheir* ($n = 14$), con LT promedio de 12.28 ± 1.05 , el consumo de crustáceos en época seca fue constante ($FO_S = 62.50$ %) y fue presa principal según su importancia relativa ($IRI_S = 6\,245.89$), también constituyó presa principal ($IRI_L = 350$) en época de lluvia y, según su ocurrencia, fue presa accidental ($FO_L = 20$ %). Seguido, los peces fueron presas accesorias ($FO_S = 37.50$ %) y, principales en época seca ($IRI_S = 2\,516.53$), constantes ($FO_S = 60$ %) y principales en época lluviosa ($IRI_L = 3\,354.05$). Los nemátodos en temporada seca fueron presas accidentales según ocurrencia ($FO_S = 12.50$ %) y secundarias según su importancia ($IRI_S = 97.66$), y para la época lluviosa no se registró ingesta de nemátodos. Los ítems pertenecientes a la categoría de detritos fueron presas accesorias ($FO_S = 25$ %) y principales en época seca ($IRI_S = 6\,245.89$), mientras en la época lluviosa fueron ítems constantes ($FO_L = 60$ %) y, principales en época de lluvia ($IRI_L = 5\,171.43$). Para esta especie, el consumo de MPs fue accidental según su ocurrencia de aparición ($FO_S = 12.50$ %) y secundario ($IRI_S = 172.82$), según la importancia relativa de esta presa en la época seca, mientras en la época de lluvia no

se evidenció presencia de microplásticos (Tabla 1). En *S. melanocheir*, se evidenciaron cambios significativos de dieta debidos a las épocas, como la ingesta de crustáceos en época seca, de la ingesta de detritus en época de lluvia y del consumo incidental de microplásticos en época seca (Tabla 2).

Según la frecuencia de ocurrencia de presas, se distinguió que la especie *L. argenteus*, en época seca tuvo los crustáceos como presas principales, y que fueron reemplazadas parcialmente por el consumo de peces en época lluviosa, acompañado de un consumo menor de nemátodos. Por otro lado, en la época seca, se apreció que *S. zestocarus* fue consumidora de detritus. La especie *S. melanocheir* en época seca consumió más peces que en época de lluvia, dado que en esta última la ocurrencia de detritus es más evidente. Según la agrupación de las especies de acuerdo con la frecuencia de ocurrencia en el consumo de presas, el consumo de nemátodos se asoció al consumo de peces, y fueron más frecuentes en la época de lluvia para las especies *L. argenteus* y *S. melanocheir*. Por otro lado, el consumo de MPs estuvo asociado con la ingesta de crustáceos, y fueron más frecuentes para *L. argenteus* en la época seca.

Según el índice alimentario IRI, se puede inferir que las especies más representativas de la familia Scianidae ocuparon nichos alimentarios en cada época climática. Por ejemplo, *L. argenteus* consumió principalmente peces y nemátodos en época lluviosa, y más crustáceos y MPs en época seca. Por otro lado, *S. zestocarus*, consumió más peces y nemátodos en época seca, incrementando el consumo de detritus en época de lluvia. En cuanto a *S. melanocheir*, del mayor consumo de crustáceos en época seca, pasó a tener una dieta más omnívora en época de lluvia, consumiendo de todas las presas en proporciones similares.

Dinámica ambiental y variación en la dieta: Al parecer, estas tres especies de la familia Sciaenidae que fueron las más abundantes en el muestreo de la bahía de Buenaventura, no sólo se distribuyeron en el estuario según los

gradientes ambientales de manera directa, sino que también lo pueden hacer, de acuerdo con la disponibilidad de presas o desplazamientos en su ciclo de vida.

De acuerdo con la época, se observó que el nicho alimentario basado en los crustáceos fue compartido por las especies en la época seca, lo cual puede significar que es un recurso abundante y disponible que están aprovechando estas especies (Fig. 3). Se marcaron tendencias que permiten decir que *L. argenteus* come peces, sobre todo en época lluviosa y crustáceos, sobre todo en época seca. *S. zestocarus* tendió a comer en mayor proporción crustáceos y detritus, y por lo tanto no comparte el nicho alimentario de peces con *L. argenteus*, pero sí comparten el recurso crustáceos (Tabla 2, Fig. 3).

De esta manera, no se observaron especies que en diferentes épocas permanecieron en hábitats constantes, por el contrario, se desplazaron a través de la dinámica ambiental del estuario, con cambios en su nicho alimentario, lo que puede indicar un desplazamiento en búsqueda de recursos. Por lo tanto, en el estuario se puede estar presentando un mecanismo Bottom-Up, en el cual, la dinámica ambiental, puede estar influenciando la productividad del estuario y la disponibilidad de presas, lo que puede estar afectando de manera indirecta la distribución de las especies de esta familia.

***Larimus argenteus*:** Mediante análisis GAM univariados, el consumo de crustáceos de *L. argenteus* estuvo asociado de manera significativa con la salinidad ($p < 0.05$, $R^2 = 0.50$) y la temperatura ($p < 0.05$, $R^2 = 0.45$) (MST 1). Los individuos de la especie *L. argenteus* tendieron a consumir mayor cantidad de crustáceos en altos rangos de salinidad y bajas temperaturas (MST 2). Los peces, nemátodos, detritus y microplásticos no presentaron asociación significativa con ninguna variable ambiental mediante los modelos GAM (MST 1). Según este análisis, la salinidad influyó el consumo de crustáceos a partir de 20 ups, y entre los 26 y 27.5 °C (MSF 2), lo cual puede sugerir que estos rangos de salinidad y temperatura pueden

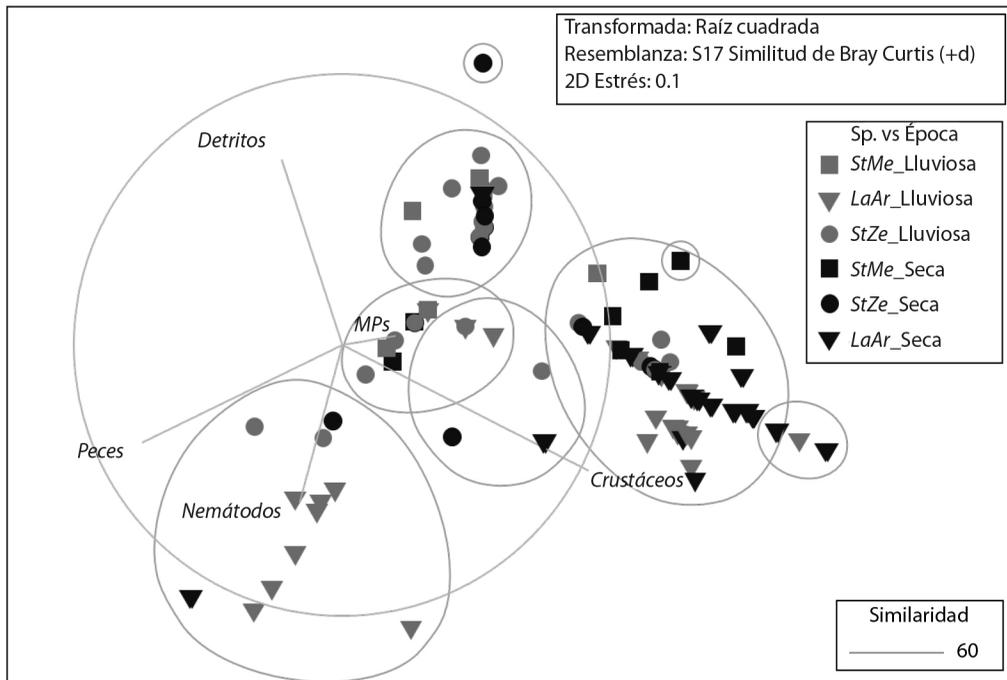


Fig. 3. nMDS (Escala Multidimensional No Métrica) de la tendencia de hábitos tróficos según la época del estuario para tres especies de peces Sciaenidae, LaAr para *L. argenteus*; StZe para *S. zestocarus*; StMe para *S. melanocheir*. / **Fig. 3.** nMDS (Non-Metric Multidimensional Scaling) of the trend in trophic habits according to the estuary season for three species of Sciaenidae fish, LaAr for *L. argenteus*; StZe for *S. zestocarus*; StMe for *S. melanocheir*.

coincidir con la proliferación de crustáceos que son aprovechados por la especie.

Para la especie *L. argenteus*, mediante modelos aditivos generalizados GAM multivariados, el consumo de crustáceos se describió mediante el modelo de mejor ajuste ($R^2 = 0.52$) conformado por la salinidad, y el oxígeno disuelto (mg l^{-1}). Mientras que, la ingesta de nemátodos se describió mediante la salinidad, la temperatura ($^{\circ}\text{C}$) y el oxígeno disuelto (mg l^{-1}) ($R^2 = 0.16$) (Tabla 3). El mayor consumo de crustáceos se presentó a razón de los valores más altos de salinidad, sin embargo, frente al oxígeno disuelto se mantuvo un consumo constante mientras la variable salinidad proporcionaba las condiciones más favorables (Fig. 4A). La ingesta de nemátodos estuvo relacionada a valores bajos de salinidad, relacionados con la época lluviosa, combinados a valores también altos de temperatura (Fig. 4B). El mayor

consumo incidental de MPs se relacionó con valores bajos de pH, probablemente asociadas a zonas internas de agua dulce, y al efecto del menor pH sobre la disponibilidad de las partículas de MPs.

***Stellifer zestocarus*:** Para la especie *S. zestocarus*, mediante análisis GAM univariados, el consumo de nemátodos estuvo relacionado significativamente con la salinidad ($p < 0.05$, $R^2 = 0.14$), pH ($p < 0.05$, $R^2 = 0.89$), y oxígeno disuelto ($p < 0.05$, $R^2 = 0.64$) (MST2). *S. zestocarus* consumió más nemátodos en salinidades intermedias (16-19 ups). Adicionalmente, la ingesta de nemátodos fue alta a menor pH, y en altas concentraciones de oxígeno disuelto (MSF3A). El consumo de detritos se relacionó significativamente con la temperatura ($p < 0.05$, $R^2 = 0.39$) y la transparencia ($p < 0.05$, $R^2 = 0.34$) (MST 2). La ingesta de detritos fue alta a

Tabla 3

Resultados de los modelos aditivos generalizados GAM multivariados para la especie *L. argenteus* (n = 45), donde se evaluó la variación del consumo de categorías alimentarias, según cada variable ambiental. Son expuestos el ajuste del modelo (Adj. R²), porcentaje de variación explicada (D.E %), y los grados efectivos de libertad (Edf). Si Edf es igual a 1 es una asociación lineal positiva o negativa según el signo / **Table 3**. Results of multivariate generalized additive models (GAMs) for the species *L. argenteus* (n = 45), where the variation in food category consumption was evaluated according to each environmental variable. The model fit (Adj. R²), percentage of explained variation (SD%), and effective degrees of freedom (Edf) are presented. If Edf is equal to 1, it indicates a positive or negative linear association depending on the sign.

n = 45	Crustáceos	Peces	Nemátodos	Detritos	Microplásticos
Adj. R ²	0.497	–	0.164	–	0.05
D.E (%)	57.10	–	26.40	–	8.92
Coeficientes					
Salinidad	1.94***	–	1.77*	–	-1.00
Temperatura	–	–	2.46*	–	–
pH	–	–	–	–	-1.00 *
Oxígeno disuelto	4.56	–	-1.00*	–	–
Transparencia	–	–	–	–	–

*p < 0.05; **p < 0.01; ***p < 0.001.

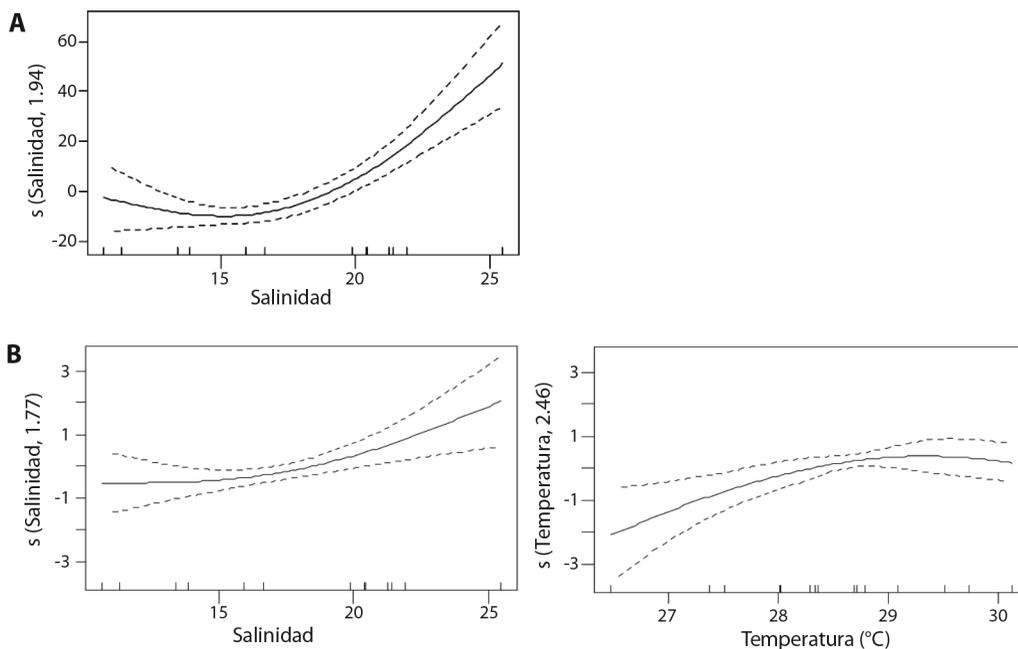


Fig. 4. Representación gráfica de los modelos aditivos generalizados GAM multivariados para la especie *L. argenteus* n=45, donde se evaluó la variación del consumo. **A.** Crustáceos. **B.** Nemátodos. / **Fig. 4.** Graphical representation of the multivariate generalized additive models (GAMs) for the species *L. argenteus* n = 45, where the variation in consumption was assessed. **A.** Crustaceans. **B.** Nematodes.

alrededor de los 28 °C y a medida que aumentó la temperatura se redujo la ingesta de detritos. Por otro lado, el consumo de ítems de detritos fue mayor en un rango de transparencia del agua entre los 150 y 200 cm (MSF3B).

Para la especie *S. zestocarus*, el consumo de nemátodos se describió mediante el modelo multivariado de mejor ajuste (R² = 0.97) conformado por la temperatura (°C), y el pH del agua (Tabla 4). Se consumieron nemátodos en



Tabla 4

Resultados de los modelos aditivos generalizados GAM multivariados para la especie *S. zesticarus* ($n = 37$), donde se evaluó la variación del consumo de categorías alimentarias, según cada variable ambiental. Son expuestos el ajuste del modelo (Adj. R^2), porcentaje de variación explicada (D.E %), y los grados efectivos de libertad (Edf). Si Edf es igual a 1 es una asociación lineal positiva o negativa según el signo. / **Table 4.** Results of multivariate generalized additive models (GAMs) for *S. zesticarus* ($n = 37$), where the variation in food category consumption was assessed according to each environmental variable. The model fit (Adj. R^2), percentage of explained variation (SD%), and effective degrees of freedom (Edf) are presented. If Edf is equal to 1, it indicates a positive or negative linear association depending on the sign.

n = 37	Crustáceos	Peces	Nemátodos	Detritos	Microplásticos
Adj. R^2	–	–	0.97	0.39	–
D.E (%)	–	–	97.40	43.50	–
Coeficientes					
Sal	–	–	–	–	–
Tem	–	–	1.97 ***	1.92 ***	–
pH	–	–	2.00 ***	–	–
OD	–	–	–	-1.00	–
Transparencia	–	–	–	–	–

* $p < 0.05$; ** $p < 0.01$; *** $p < 0.001$.

valores altos de temperatura, alrededor de los 28.79°C y bajos valores de pH ($R^2 = 0.99$). Lo cual puede sugerir las condiciones adecuadas para la proliferación de estos organismos parásitos conformado por la temperatura y el pH (Fig. 5A). Por otro lado, el consumo de detritos fue mayor a bajas temperaturas y bajos niveles de oxígeno disuelto (Fig. 5B), probablemente asociado a zonas de disponibilidad de material orgánico en suspensión o del fondo.

***Stellifer melanocheir*:** Para esta especie se observó que el consumo de crustáceos estuvo asociado de manera significativa con la salinidad ($p < 0.05$, $R^2 = 0.55$). Mientras, el consumo de detritos presentó asociación significativa con la temperatura ($p < 0.05$, $R^2 = 0.47$) (MST 3). Los individuos de la especie *S. melanocheir* tendieron a consumir mayor cantidad de crustáceos cuando los valores de salinidad fueron mayores a 20 ups (MSF 4A). Mientras que, el consumo de detritos decreció a medida que la temperatura aumentaba a partir de los 28°C (MSF 4B).

Para la especie *S. melanocheir*, el consumo de crustáceos se describió mediante el modelo multivariado de mejor ajuste ($R^2 = 0.53$) conformado por la salinidad, y oxígeno disuelto

(Tabla 5). El mayor consumo de crustáceos se presentó en altos valores de salinidad y bajo oxígeno disuelto, asociados a aguas marinas de baja productividad primaria (Fig. 6A). El consumo de detritos se describió mediante el modelo multivariado de mejor ajuste ($R^2 = 0.44$) conformado por las variables pH y oxígeno disuelto (mg l^{-1}) (Tabla 5). Los detritos fueron consumidos principalmente a bajos pH del agua y bajo oxígeno disuelto, probablemente asociado a material orgánico en suspensión o del fondo proveniente de los ríos (Fig. 6B).

DISCUSIÓN

Descripción trófica: Generalmente se ha considerado que las familias taxonómicas presentan morfologías similares que les permiten tener funciones redundantes en el ecosistema, sin embargo, la familia Sciaenidae presenta alta diversidad morfológica (Aguirre & Shervette, 2005) lo cual puede disminuir su competencia interespecífica, hacer un mejor uso de un recurso trófico (complementariedad) (Schoener, 1974) e influenciar asociaciones específicas en sus dietas (Chao, 1978). Por esta razón, en la Bahía de Buenaventura se observó en este estudio que las especies más abundantes, a

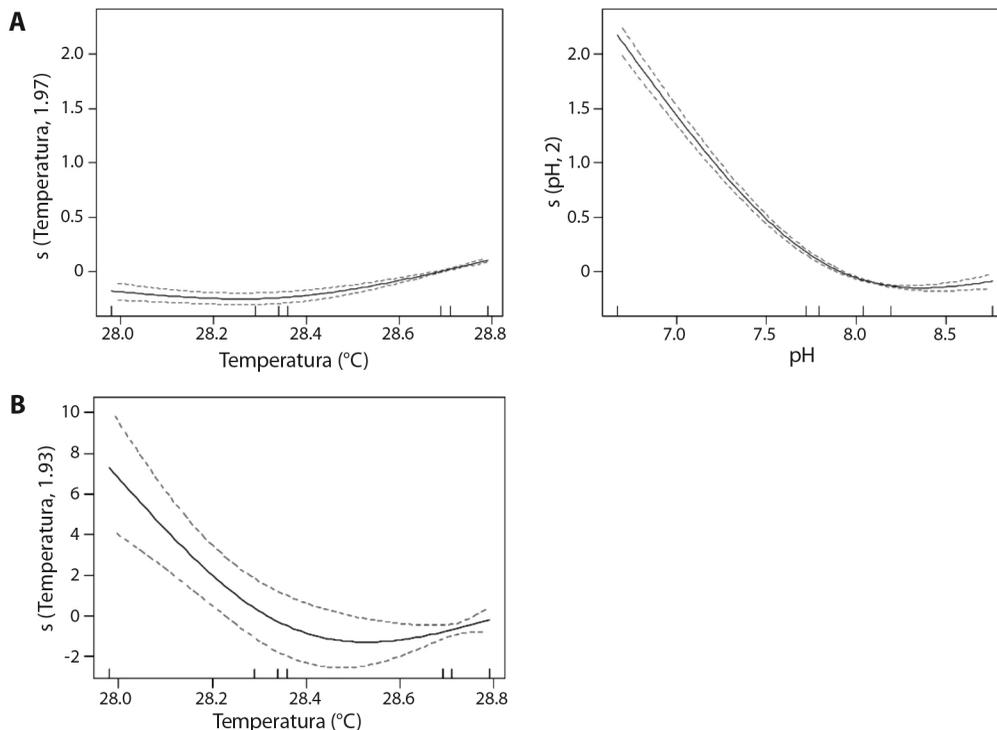


Fig. 5. Representación gráfica de los modelos aditivos generalizados GAM multivariados para la especie *S. zestocarus* $n = 37$, donde se evaluó la variación del consumo. **A.** Nematodos. **B.** Detritus. / **Fig. 5.** Graphical representation of the multivariate generalized additive models (GAMs) for the species *S. zestocarus* $n = 37$, where the variation in consumption was assessed. **A.** Nematodes. **B.** Detritus.

pesar de su diversidad morfológica *a priori*, hacen uso constante o recurrente de los mismos recursos alimentarios, como el conjunto de los crustáceos bentónicos, resultados similares a los obtenidos en el estudio realizado para especies de la misma familia en la bahía de Tumaco, Pacífico colombiano (Vivas-Sánchez et al., 2023). Lo anterior sugiere una partición del nicho alimentario, en el cual no se excluyen competitivamente por el uso del recurso, sino que se solapan (Dantas et al., 2015) en el consumo de crustáceos, variando la forma de alimentarse de ellos y aprovechando con mayor eficiencia el recurso. En un estudio al noreste de Brasil, *Larimus breviceps* Cuvier, 1830, mostró diferencias en la posición y orientación de su boca, respecto a otras dos especies de géneros diferentes *Paralonchurus* sp. e *Isopisthus* sp., pero esencialmente se alimentaron de las mismas presas (Santos et al., 2016).

Adicionalmente, el ensamblaje de especies de la familia Sciaenidae analizados en este estudio, presentaron a los crustáceos como presas principales según su importancia relativa dada por IRI y presas constantes según su ocurrencia en los estómagos analizados con contenido estomacal según % FO. Con la tendencia a que la época con mayor alimentación con la presa crustáceos fue en la época seca, lo cual puede coincidir con un incremento del recurso y una preparación para la época reproductiva (Dantas, Barletta, Araújo-Lima et al., 2012). Lo anterior se puede relacionar con el estudio reportado por Gamboa-García et al. (2018), en la Bahía de Buenaventura, en el cual se encontró que las mayores abundancias y riqueza de crustáceos se presentaron en la época seca. Los peces como presas aportan a la dieta y el ensamblaje ecológico de esta familia porque diversifican dicha dieta y aportan alto valor

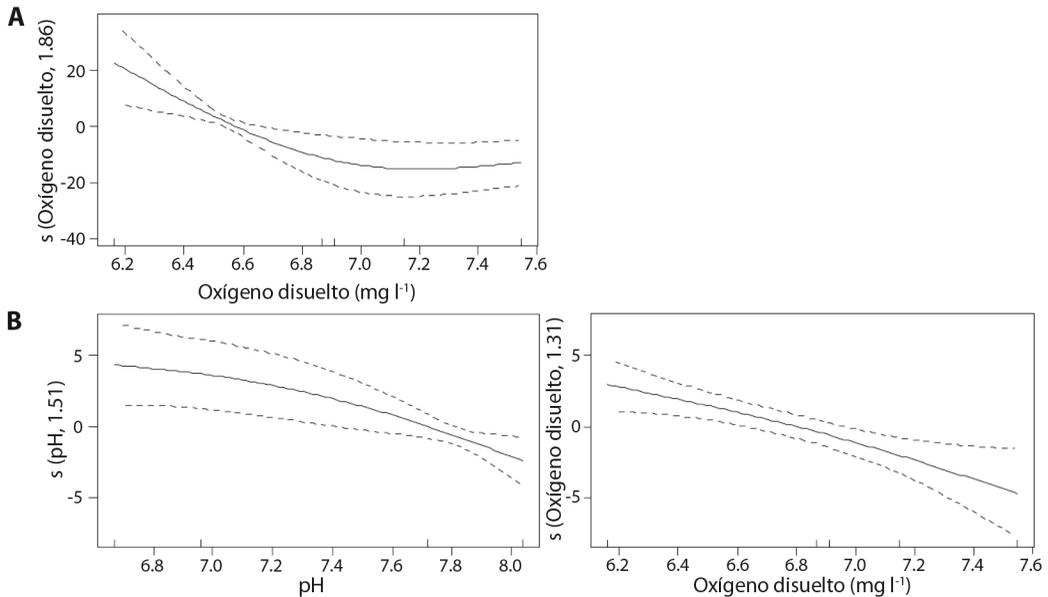


Fig. 6. Representación gráfica de los modelos aditivos generalizados GAM multivariados para la especie *S. melanocheir* n=14, donde se evaluó la variación del consumo. **A.** Crustáceos. **B.** Detritos. / **Fig. 6.** Graphical representation of the multivariate generalized additive models (GAMs) for the species *S. melanocheir* n = 14, where the variation in consumption was assessed. **A.** Crustaceans. **B.** Detritus.

Tabla 5

Resultados de los modelos aditivos generalizados GAM multivariados para la especie *S. melanocheir* (n = 14), donde se evaluó la variación del consumo categorías alimentarias, según cada variable ambiental. Son expuestos el ajuste del modelo (Adj. R²), porcentaje de variación explicada, y los grados efectivos de libertad (Edf). Si Edf es igual a 1 es una asociación lineal positiva o negativa según el signo. / **Table 5.** Results of multivariate generalized additive models (GAM) for the species *S. melanocheir* (n = 14), where the variation in food category consumption was evaluated according to each environmental variable. The model fit (Adj. R²), percentage of explained variation, and effective degrees of freedom (Edf) are presented. If Edf is equal to 1, it indicates a positive or negative linear association depending on the sign.

n = 14	Crustáceos	Peces	Nemátodos	Detritos	Microplásticos
Adj. R ²	0.53	–	0.30	0.44	–
Dev exp (%)	63.70	–	40.30	55.90	–
Coeficientes					
Sal	1.00 **	–	-1.00	–	–
Tem	–	–	–	–	–
pH	–	–	–	1.51 *	–
OD	1.86 *	–	1.00 *	1.31 *	–
Transparencia	–	–	–	–	–

*p < 0.05; **p < 0.01; ***p < 0.001.

nutricional, sustentado en que, en el estuario de Buenaventura, en las distintas épocas del año, como en las zonas de estuario, este recurso es abundante.

En esta investigación, el cambio temporal en el nicho alimentario por parte de algunas

especies, como el caso de *L. argenteus*, de consumo de crustáceos en época seca a mayor consumo de peces en lluvia, puede coincidir con el reclutamiento de algunas especies, el desove de otras o incluso de la misma especie (Santos et al., 2016). El hábitat ofrece una gama

de recursos según la época climática y se convierte así mismo en un componente clave de hábitat para la crianza y desarrollo de ictiofauna (Sheaves et al., 2015).

La presencia de nemátodos en la dieta puede deberse a que los peces consumen presas que ya los tienen como huéspedes intermedarios. Luego resultan encapsulándose en vísceras o alojados en músculo (Vázquez-Núñez et al., 2004). En la especie con mayor consumo de nemátodos, se presentó una aparición más pronunciada en época de lluvia, lo que puede estar relacionado con el incremento del consumo de peces, presas que pueden resultar siendo huéspedes de nemátodos, como ya se ha evidenciado en el Pacífico Oriental (Chero et al., 2014).

El consumo de microplásticos dependió de la especie, lo cual puede explicarse por su morfología, sin embargo, se ha reportado que esta ingesta incidental, puede deberse a la incorporación de presas que ya tienen microplásticos en su interior (Wright et al., 2013), o adherido a su cuerpo (Cole et al., 2011). De acuerdo con la densidad de los microplásticos, estos se redistribuyen sobre un hábitat en que los organismos vivos y plásticos se solapan en un flujo que no precisamente remueve estas partículas (Clark et al., 2016). Por lo tanto, dicha redistribución dependerá de factores temporales oceanográficos (Dantas, Barletta & Ferreira da Costa, 2012; Huang et al., 2021; James et al., 2021), presentándose mayor densidad de microplásticos en esta bahía en época de lluvia y de transición, asociada al incremento de la escorrentía en épocas con mayor precipitación (Vidal et al., 2021) y, de la ecología trófica que se establezca a raíz de la dinámica ambiental (Vivas-Sánchez et al., 2023).

Dinámica ambiental y variación en la dieta: Se puede considerar que los ensamblajes de peces están influenciados por los factores ambientales, asociados al hábitat disponible (Duque et al., 2020; Whitfield & Elliot, 2002) y a sus hábitos alimentarios, a través de las interacciones depredador-presa. Las especies pueden reaccionar de diferentes formas a las variables ambientales y a sus gradientes, esos cambios

determinan qué especies pueden coexistir (Barletta et al., 2008) gracias a la sucesión temporal de especies a lo largo del ciclo anual. La estadía prolongada de algunas especies de la familia Sciaenidae en zonas estuarinas está relacionada con los usos y la repartición eficiente de los recursos alimenticios, así como a la capacidad de adaptación a las condiciones ambientales (Castello, 1986; Molina et al., 2020).

La dieta de las distintas especies de la familia Sciaenidae no es estricta si no que es flexible de acuerdo con la oferta del estuario, la dinámica trófica y ambiental. El estuario de Buenaventura está influenciado por factores climáticos y antropogénicos específicos, estos últimos como la contaminación del agua y de los sedimentos (Duque et al., 2020; Duque et al., 2022; Gamboa-García et al., 2020; Molina et al., 2020; Mondragón-Díaz et al., 2022; Vázquez-Molano et al., 2021; Vidal et al., 2021). Adicionalmente, la salinidad, el pH y la temperatura del agua han sido factores naturales de estrés clave en aguas estuarinas (Quintero-Rendón et al., 2010) mientras que el oxígeno disuelto está influenciado por la temperatura y la transparencia a variables relacionadas con el transporte de sedimentos y de materia orgánica (Duque et al., 2020; Mondragón-Díaz et al., 2022).

Se sabe que los patrones espacio-temporales del macrobentos estuarino son direccionados principalmente por la salinidad (Duque et al., 2020; Mulik et al., 2020), y este eslabón es el principal recurso alimenticio de especies estuarinas de peces como los de la familia Sciaenidae, por lo que dicha variable ambiental es clave para entender la dinámica estuarina (Barletta et al., 2005; Mulik et al., 2020). La riqueza de especies de macroinvertebrados y su biomasa han sido afectadas por la calidad del agua en el estuario de la Bahía de Buenaventura (Duque et al., 2022; Molina et al., 2020; Salcedo-Quiñones, 2022), lo que podría explicarse por la susceptibilidad de los macroinvertebrados a las variaciones fisicoquímicas (Duque et al., 2020; Proum et al., 2018). Así, las adaptaciones de ciertas especies de macroinvertebrados les han permitido ocupar nichos estuarinos específicos, que incluyen un amplio rango en variables



ambientales clave (Duque et al., 2022), forzando a su vez a otras especies dependientes de este recurso a ensamblarse para sobrevivir, como es el caso de los peces de la familia Sciaenidae.

Estudios sobre la relación entre biomasa de especies de peces de la familia Sciaenidae y variables ambientales evidencian cómo, valores de salinidad por encima de 23 UPS favorecen mayores biomásas de peces, relacionándose con la época seca, mayor oferta alimentaria del estuario de macrobentos, disminución de flujo de afluentes o ríos, y mayor influencia de aguas marinas (Díaz-Ruiz et al., 2018; Salcedo-Quñones, 2022). La variabilidad ambiental para esta familia de peces proporciona el desafío de distribución según sus etapas ontogénicas (Barletta et al., 2008) y, en consecuencia, desde etapas tempranas, peces del género *Stellifer* se movilizan a áreas de mayor salinidad, mayor temperatura y pH, mayor influencia marina, a medida que alcanzan la talla de madurez, según un estudio realizado en un estuario en la parte este del estado sureño de São Paulo en Brasil (Pombo et al., 2012).

La influencia de la salinidad (Barletta et al., 2005) y la temperatura (dos Santos-Schmidt & Ferraz-Dias, 2012) en el ensamblaje de peces puede ser una herramienta importante para reconocer los efectos del cambio climático en las poblaciones de peces (dos Santos-Schmidt & Ferraz-Dias, 2012) y otros efectos de las actividades humanas con importante presión sobre los estuarios como la escorrentía de aguas residuales, actividades de dragado (Reyes-Rojas et al., 2023) y residuos de la agricultura a la bahía, e inclusive la contaminación por metales pesados y microplásticos en la red trófica como ya se ha evidenciado en varios estudios de la zona (Duque et al., 2020; Gamboa-García, et al., 2020; García-Cardona et al., 2021; Tafurt-Villarraga et al., 2021).

En la bahía de Buenaventura, los hábitos tróficos de la familia Sciaenidae se caracterizaron por el consumo constante de crustáceos, seguido de peces, detritus y accidentalmente nemátodos y microplásticos. Esto puede sugerir hábitos tróficos asociados a los recursos de los fondos blandos.

El consumo de crustáceos fue significativamente mayor en época de precipitaciones más bajas. En esta época también hubo mayor riqueza de especies. Se puede sugerir, que durante esta época se presenta un incremento en el recurso alimenticio, siendo aprovechado por varias especies.

El cajero, *L. argenteus* presentó significativamente mayor consumo de crustáceos en época seca, mientras en época lluviosa aumentó la ingesta de peces. La salinidad presentó una relación significativa positiva con el consumo de crustáceos en *L. argenteus* y *S. melanocheir* y, con la ingesta de nemátodos en *S. zestocarus* a valores intermedios. La temperatura presentó una relación significativa negativa con el consumo de crustáceos en *L. argenteus*; también con la ingesta de detritus en ambas *Stellifer* sp.

Este estudio logró evidenciar preliminarmente un consumo incidental de fibras de microplástico, y su distribución estuvo significativamente influenciada por el tipo de especie y no por la época climática. Esto puede indicar una vulnerabilidad de un conjunto de especies de esta familia a la contaminación por microplástico, debido a sus hábitos tróficos asociados al fondo.

El estudio permitió conocer los cambios en la dieta de peces de la familia Sciaenidae está influenciada por la oferta estuarina sujeta a la variación ambiental de la bahía de Buenaventura.

Ver material suplementario
a35v73n1-suppl1

AGRADECIMIENTOS

Al grupo de investigación Ecología y Contaminación Acuática por su apoyo en todas las etapas de esta investigación y, a la Universidad Nacional de Colombia, Sede Palmira, que permitió llevar a cabo este estudio, financiando el proyecto “Influencia de las condiciones ambientales en la ecología trófica y presencia de microplásticos en peces de interés comercial del Pacífico colombiano”, con código Hermes 52635.

REFERENCIAS

- Agrawal, A. A., Ackerly, D. D., Adler, F., Arnold, A. E., Cáceres, C., Doak, D. F., Post, E., Hudson, P. J., Maron, J., Mooney, K. A., Power, M., Schemske, D., Stachowicz, J., Strauss, S., Turner, M. G., & Werner, E. (2007). Filling key gaps in population and community ecology. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 5(3), 145–152. [https://doi.org/10.1890/1540-9295\(2007\)5\[145:FKGIPA\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/1540-9295(2007)5[145:FKGIPA]2.0.CO;2)
- Aguirre, W. E., & Shervette, V. R. (2005). Morphological diversity of the *Cynoscion* group (Perciformes: Sciaenidae) in the Gulf of Guayaquil region, Ecuador: A comparative approach. *Environmental Biology of Fishes*, 73, 403–413. <https://doi.org/10.1007/s10641-005-2227-3>
- Al-Salem, S. M., Uddin, S., & Lyons, B. (2020). Evidence of microplastics (MP) in gut content of major consumed marine fish species in the State of Kuwait (of the Arabian/Persian Gulf). *Marine Pollution Bulletin*, 154, 111052. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2020.111052>
- Anderson, M. J. (2017). Permutational multivariate analysis of variance (PERMANOVA). In N. Balakrishnan, T. Colton, B. Everitt, W. Piegorisch, F. Ruggeri, & J. L. Teugel (Eds.), *Wiley statsRef: Statistics reference online* (pp. 1–9). John Wiley & Sons. <https://doi.org/10.1002/9781118445112.stat07841>
- Barletta, M., Amaral, C. S., Corrêa, M. F. M., Guebert, F., Dantas, D. V., Lorenzi, L., & Saint-Paul, U. (2008). Factors affecting seasonal variations in demersal fish assemblages at an ecocline in a tropical-subtropical estuary. *Journal of Fish Biology*, 73(6), 1314–1336. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.2008.02005.x>
- Barletta, M., Barletta-Bergan, A., Saint-Paul, U., & Hubold, G. (2005). The role of salinity in structuring the fish assemblages in a tropical estuary. *Journal of Fish Biology*, 66(1), 45–72. <https://doi.org/10.1111/j.0022-1112.2005.00582.x>
- Barletta, M., Costa, M. F., & Dantas, D. V. (2020). Ecology of microplastics contamination within food webs of estuarine and coastal ecosystems. *MethodsX*, 7, 100861. <https://doi.org/10.1016/j.mex.2020.100861>
- Barletta, M., Lima, A. R. A., & Costa, M. F. (2019). Distribution, sources and consequences of nutrients, persistent organic pollutants, metals and microplastics in South American estuaries. *Science of the Total Environment*, 651(Part 1), 1199–1218. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.09.276>
- Bessa, F., Barria, P., Neto, J. M., Frias, J. P. G. L., Otero, V., Sobral, P., & Marques, J. C. (2018). Occurrence of microplastics in commercial fish from a natural estuarine environment. *Marine Pollution Bulletin*, 128, 575–584. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2018.01.044>
- Cantera, J. R., & Blanco, J. F. (2001). The estuary scosystem of Buenaventura Bay, Colombia. In U. Seeliger, & B. Kjerfve (Eds.), *Coastal marine ecosystems of Latin America* (Vol. 144, pp. 265–280). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-662-04482-7_19
- Castaño-Díaz, F. C. (2012). *Caracterización de la pesca artesanal en el concejo comunitario de La Plata, bahía Málaga, Buenaventura, Pacífico colombiano*. [Tesis de grado, Pontificia Universidad Javeriana]. Repositorio Institucional Javeriano <http://hdl.handle.net/10554/12449>
- Castello, J. P. (1986). Distribución, crecimiento y maduración sexual de la corvina juvenil (*Micropogonias furnieri*) en el estuario de la Lagoa dos Patos, Brasil. *Physis A*, 44(106), 21–36.
- Chao, L. N. (1978). *A basis for classifying Western Atlantic Sciaenidae (Teleostei: Perciformes)* (Vol. 415). Department of Commerce, National Oceanic and Atmospheric Administration, National Marine Fisheries Service.
- Chero, J. D., Iannacone-Oliver, J., Cruces, C., Sáenz-Flores, G., & Alvarino-Flores, L. (2014). Community of metazoan parasites of *Corvina drum* *Cilus gilberti* (Abbott, 1899) (Perciformes: Sciaenidae) in the coastal zone of Chorrillos, Lima, Peru. *Neotropical Helminthology*, 8(1), 163–182.
- Clark, J. R., Cole, M., Lindeque, P. K., Fileman, E., Blackford, J., Lewis, C., Lenton, T. M., & Galloway, T. S. (2016). Marine microplastic debris: A targeted plan for understanding and quantifying interactions with marine life. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 14(6), 317–324. <https://doi.org/10.1002/fee.1297>
- Clarke, K. R., Gorley, R. N., Somerfield, P. J., & Warwick, R. M. (2014). *Change in marine communities: An approach to statistical analysis and interpretation* (3th ed.). PRIMER-E.
- Cole, M., Lindeque, P., Halsband, C., & Galloway, T. S. (2011). Microplastics as contaminants in the marine environment: A review. *Marine Pollution Bulletin*, 62(12), 2588–2597. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2011.09.025>
- Costanza, R., d'Arge, R., de Groot, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., Limburg, K., Naeem, S., O'Neill, R. V., Paruelo, J., Raskin, R. G., Sutton, P., & van den Belt, M. (1997). The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature*, 387, 253–260. <https://doi.org/10.1038/387253a0>
- D'Alessandro, M. D., Porporato, E. M. D., Esposito, V., Giacobbe, S., Deidun, A., Nasi, F., Ferrante, L., Auriemma, R., Berto, D., Renzi, M., Scotti, G., Consoli, P., del Negro, P., Andaloro, F., & Romeo, T. (2020). Common patterns of functional and biotic indices in response to multiple stressors in marine harbour ecosystems. *Environmental Pollution*, 259, 113959. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2020.113959>



- Daniel, D. B., Ashraf, P. M., Thomas, S. N., & Thomson, K. T. (2021). Microplastics in the edible tissues of shellfishes sold for human consumption. *Chemosphere*, 264(Part 2), 128554. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2020.128554>
- Dantas, D. V., Barletta, M., & Costa, M. F. (2015). Feeding ecology and seasonal diet overlap between *Stellifer brasiliensis* and *Stellifer stellifer* in a tropical estuarine ecocline. *Journal of Fish Biology*, 86(2), 707–733. <https://doi.org/10.1111/jfb.12592>
- Dantas, D. V., Barletta, M., & Ferreira da Costa, M. (2012). The seasonal and spatial patterns of ingestion of polyfilament nylon fragments by estuarine drums (Sciaenidae). *Environmental Science and Pollution Research*, 19(2), 600–606. <https://doi.org/10.1007/s11356-011-0579-0>
- Dantas, D. V., Barletta, M., Araújo-Lima, A. R., Almeida-Ramos, J. de A., Ferreira da Costa, M., & Saint-Paul, U. (2012). Nursery habitats shifts in an estuarine ecosystem: patterns of use by sympatric catfish species. *Estuaries and Coasts*, 35, 587–602. <https://doi.org/10.1007/s12237-011-9452-0>
- Day, J. W., Yáñez-Arancibia, A., Kemp, W., & Crump, B. C. (2012). Introduction to estuarine ecology. In J. W. Day, B. C. Crump, W. M. Kemp, & A. Yáñez-Arancibia (Eds.), *Estuarine Ecology* (2nd ed.). John Wiley & Sons. <https://doi.org/10.1002/9781118412787.ch1>
- Dehaut, A., Hermabessiere, L., & Duflos, G. (2019). Current frontiers and recommendations for the study of microplastics in seafood. *TrAC: Trends in Analytical Chemistry*, 116, 346–359. <https://doi.org/10.1016/j.trac.2018.11.011>
- del Cid, V., Posada, J. M., Ross, R., Morales, I., Alfaro, J., Neira, A., Rivera, A., & Diaz, J. M.. (2015). *Estándar de responsabilidad ambiental para la comercialización de pescado de mar: Guía de especies*. Fundación MarViva.
- Díaz-Ruiz, S., Aguirre-León, A., Mendoza-Sánchez, E., & Lara-Domínguez, A. L. (2018). Factores ambientales que influyen en la ictiofauna de la laguna La Mancha, sitio Ramsar, Golfo de México. *Revista de Biología Tropical*, 66(1), 246–265. <https://doi.org/10.15517/RBT.V66I1.28495>
- dos Santos-Schmidt, T. C., & Ferraz-Dias, J. (2012). Pattern of distribution and environmental influences on the Sciaenidae community of the Southeastern Brazilian coast. *Brazilian Journal of Oceanography*, 60(2), 233–243.
- Duque, G., & Acero, A. P. (2003). Food habits of *Anchovia clupeioides* (Pisces: Engraulidae) in the Ciénaga Grande de Santa Marta, Colombian Caribbean. *Gulf of Mexico Science*, 21(1), 1–9. <https://doi.org/10.18785/goms.2101.01>
- Duque, G., Gamboa-García, D. E., Molina, A., & Cogua, P. (2020). Effect of water quality variation on fish assemblages in an anthropogenically impacted tropical estuary, Colombian Pacific. *Environmental Science and Pollution Research*, 27(1–2), 25740–25753. <https://doi.org/10.1007/s11356-020-08971-2>
- Duque, G., Gamboa-García, D. E., Molina, A., & Cogua, P. (2022). Influence of water quality on the macroinvertebrate community in a tropical estuary (Buenaventura Bay). *Integrated Environmental Assessment and Management*, 18(3), 796–812. <https://doi.org/10.1002/ieam.4521>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2020). *The State of world fisheries and aquaculture. Sustainability in action*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <https://doi.org/10.4060/ca9229en>
- Fisher, W., Krupp, F., Schneider, W., Sommer, C., Carpenter, E. K., & Niem, V. H. (1995). *Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca: Pacífico Centro-Oriental* (Vol. 2). Food and Agriculture Organization of the United Nations .
- Flores-Ortega, J. R., Godínez-Domínguez, E., & González-Sansón, G. (2015). Trophic ecology of seven batoid species (Batoidea) of the Mexican central Pacific. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 50(3), 521–533. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-19572015000400010>
- Flores-Ortega, J., Godínez-Domínguez, W., González-Sansón, G., Rojo-Vázquez, J. A., López-Prado, A. C., & Morales-Jauregui, M. Y. (2013). Abundancia, distribución, hábitos alimentarios e interacciones tróficas de cinco especies de lenguados (*Pleuronectiformes*) en el Pacífico central mexicano. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 41(3), 423–439.
- Froese, R., & Binohlan, C. (2000). Empirical relationships to estimate asymptotic length, length at first maturity and length at maximum yield per recruit in fishes, with a simple method to evaluate length frequency data. *Journal of Fish Biology*, 56(4), 758–773. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.2000.tb00870.x>
- Froese, R., & Pauly, D. (2016). *FishBase. World Wide Web electronic publication*. www.fishbase.org
- Gamboa-García, D. E., Duque, G., & Cogua, P. (2018). Dinámica de la estructura y composición de macroinvertebrados y su relación con las variables ambientales en la bahía de Buenaventura. *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras*, 47(1), 67–83. <https://doi.org/10.25268/bimc.invmar.2018.47.1.738>
- Gamboa-García, D. E., Duque, G., Cogua, P., & Marrugo-Negrete, J. L. (2020). Mercury dynamics in macroinvertebrates in relation to environmental factors in a highly impacted tropical estuary: Buenaventura Bay, Colombian Pacific. *Environmental Science and*

- Pollution Research*, 27(4), 4044–4057. <https://doi.org/10.1007/s11356-019-06970-6>
- García-Cardona, E., Molina, A. E., & Duque, G. (2021). Hábitos tróficos del lenguado. *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras*, 50(2), 133–150. <https://doi.org/10.25268/bimc.invemar.2021.50.2.1078>
- German, D. P., & Horn, M. H. (2006). Gut length and mass in herbivorous and carnivorous prickleback fishes (Teleostei: Stichaeidae): Ontogenetic, dietary, and phylogenetic effects. *Marine Biology*, 148(5), 1123–1134. <https://doi.org/10.1007/s00227-005-0149-4>
- González, J., Gamboa-García, D., & Duque, G. (2023). Variación de la captura por unidad de esfuerzo (CPUE) de la pesca artesanal y su sustentabilidad en relación con las variables ambientales en el pacífico colombiano. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, 14(2), 189–215. <https://doi.org/10.22490/21456453.6452>
- Huang, D., Tao, J., Cheng, M., Deng, R., Chen, S., Yin, L., & Li, R. (2021). Microplastics and nanoplastics in the environment: Macroscopic transport and effects on creatures. *Journal of Hazardous Materials*, 407, 124399. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2020.124399>
- James, K., Vasant, K., Sikkander-Batcha, S. M., Padua, S., Jayabaskaran, R., Thirumalaiselvan, S., Vineetha, G., & Benjamin, L. V. (2021). Seasonal variability in the distribution of microplastics in the coastal ecosystems and in some commercially important fishes of the Gulf of Mannar and Palk Bay, Southeast coast of India. *Regional Studies in Marine Science*, 41, 101558. <https://doi.org/10.1016/j.rsma.2020.101558>
- Jonathan, M. P., Sujitha, S. B., Rodríguez-González, F., Campos-Villegas, L. E., Hernández-Camacho, C. J., & Sarkar, S. K. (2021). Evidence of microplastics in diverse fish species off the Western Coast of the Pacific Ocean, Mexico. *Ocean and Coastal Management*, 204, 105544. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2021.105544>
- Lobo-Guerrero, A. (1993). Hidrología e hidrogeología de la región Pacífica colombiana. En P. Leyva (Ed.), *Colombia-Pacífico, Tomo I* (pp. 1–16). Fondo para la Protección del Medio Ambiente “José Celestino Mutis”.
- López-Peralta, & Arcila, C. A. T. (2002). Diet composition of fish species from the southern continental shelf of Colombia. *WorldFish Center Quarterly*, 25(3/4), 23–29. <https://hdl.handle.net/20.500.12348/2293>
- Lusher, A. L., McHugh, M., & Thompson, R. C. (2013). Occurrence of microplastics in the gastrointestinal tract of pelagic and demersal fish from the English Channel. *Marine Pollution Bulletin*, 67(1–2), 94–99. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2012.11.028>
- Lusher, A. L., Welden, N. A., Sobral, P., & Cole, M. (2017). Sampling, isolating and identifying microplastics ingested by fish and invertebrates. *Analytical Methods*, 9(9), 1346–1360. <https://doi.org/10.1039/c6ay02415g>
- Lusher, A., Hollman, P., & Mendoza-Hill, J. (2017). *Microplastics in fisheries and aquaculture: Status of knowledge on their occurrence and implications for aquatic organisms and food safety*. Food and Agriculture Organization of the United Nations Fisheries and Aquaculture Technical Paper (No. 615).
- Majdi, N., Hette-Tronquart, N., Auclair, E., Bec, A., Chouvelon, T., Cognie, B., Danger, M., Decottignies, P., Dessier, A., Desvillettes, C., Dubois, S., Dupuy, C., Fritsch, C., Gaucherel, C., Hedde, M., Jabot, F., Lefebvre, S., Marzloff, M., Pey, B., Peyrard, N., Powolny, T., Sabbadin, R., Thébault, E., & Perga, M. E. (2018). There's no harm in having too much: A comprehensive toolbox of methods in trophic ecology. *Food Webs*, 17, e00100. <https://doi.org/10.1016/j.fooweb.2018.e00100>
- McGoran, A. R., Clark, P. F., & Morrirt, D. (2017). Presence of microplastic in the digestive tracts of European flounder, *Platichthys flesus*, and European smelt, *Osmerus eperlanus*, from the River Thames. *Environmental Pollution*, 220(Part A), 744–751. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2016.09.078>
- Molina, A., Duque, G., & Cogua, P. (2020). Influences of environmental conditions in the fish assemblage structure of a tropical estuary. *Marine Biodiversity*, 50(5). <https://doi.org/10.1007/s12526-019-01023-0>
- Mondragón-Díaz, L. F., Molina, A., & Duque, G. (2022). Influence of environmental variables on the spatio-temporal dynamics of water quality in Buenaventura Bay, Colombian Pacific. *Environmental Monitoring and Assessment*, 194(720). <https://doi.org/10.1007/s10661-022-10388-y>
- Mulik, J., Sukumaran, S., & Srinivas, T. (2020). Factors structuring spatio-temporal dynamics of macrobenthic communities of three differently modified tropical estuaries. *Marine Pollution Bulletin*, 150, 110767. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2019.110767>
- Muriel-Hoyos, F., & Carmona-Guerra, A. F. (2020). Growth, reproduction and food habits of *Stellifer melanocheir* (Sciaenidae) in Golfo de Tortugas, Colombian Pacific. *Acta Biológica Colombiana*, 25(2), 210–218. <https://doi.org/10.15446/abc.v25n2.77540>
- Naciones Unidas. (2017, 6 de julio). Resolución A/RES/71/312 *Nuestros océanos, nuestro futuro: llamamiento a la acción*. Asamblea General de las Naciones Unidas. <https://digitallibrary.un.org/record/1290893?v=pdf>
- Nelson, J., Grande, T., & Wilson, M. V. H. (2016). *Fishes of the World* (5th ed.). John Wiley & Sons.
- Nixon, S. W. (1982). Nutrient dynamics, primary production and fisheries yields of lagoons. *Oceanologica Acta*, 8–14, 357–371.



- Pauly, D. (1989). Biology and management of tropical marine fisheries. *Resource Management and Optimization*, 6(3), 253–271.
- Pinkas, L. O. (1971). Food habits of albacore, bluefin tuna and bonito in California waters. *California Department of Fish and Game Fish Bulletin*, 152, 1–105. <https://escholarship.org/uc/item/7t5868rd>
- Pombo, M., Denadai, M. R., & Turra, A. (2012). Population biology of *Stellifer rastrifer*, *S. brasiliensis* and *S. stellifer* in Caraguatatuba Bay, northern coast of São Paulo, Brazil. *Brazilian Journal of Oceanography*, 60(3), 271–282.
- Proum, S., Santos, J. H., Lim, L. H., & Marshall, D. J. (2018). Tidal and seasonal variation in carbonate chemistry, pH and salinity for a mineral-acidified tropical estuarine system. *Regional Studies in Marine Science*, 17, 17–27. <https://doi.org/10.1016/J.RSMA.2017.11.004>
- Provencher, J. F., Borrelle, S. B., Bond, A. L., Lavers, J. L., van Franeker, J. A., Kühn, S., Hammer, S., Avery-Gomm, S., & Mallory, M. L. (2019). Recommended best practices for plastic and litter ingestion studies in marine birds: Collection, processing, and reporting. *Facets*, 4(1), 111–130. <https://doi.org/10.1139/facets-2018-0043>
- Quintero-Rendón, L. A., Agudelo, E. A., Quintana-Hernández, Y. A., Cardona-Gallo, S. A., & Osorio-Arias, A. F. (2010). Determinación de indicadores para la calidad de agua, sedimentos y suelos, marinos y costeros en puertos colombianos. *Gestión y Ambiente*, 13(3), 51–64.
- R Core Team. (2013). *R: A language and environment for statistical computing* [Software]. R Foundation for Statistical Computing. <http://www.r-project.org/>
- Reyes-Rojas, J., Panesso-Guevara, M., & Duque, G. (2023). Influence of maintenance dredging on polychaete community composition in an estuary (Tropical Eastern Pacific). *International Journal of Environmental Science and Technology*, 20(10), 10621–10632. <https://doi.org/10.1007/s13762-022-04722-7>
- Robertson, D., & Allen, G. (2024). *Shorefishes of the Tropical Eastern Pacific Online information system*. Smithsonian Tropical Research Institute <https://biogeodb.si.edu/sftep/>
- Romanuk, T. N., Hayward, A., & Hutchings, J. A. (2010). Trophic level scales positively with body size in fishes. *Global Ecology and Biogeography*, 20(2), 231–240. <https://doi.org/10.1111/j.1466-8238.2010.00579.x>
- Rubio-Rincón, E. A. (1988). *Peces de importancia comercial para el Pacífico colombiano*. Centro de Investigaciones Marinas y Estuarinas de la Universidad del Valle.
- Rubio-Rincón, E. A. (2007). *Introducción a los peces marinos de Colombia y sus áreas adyacentes*. Universidad del Valle, Cali.
- Rueda, M., Angulo, J. A., Madrid, N., Rico, F., & Girón, A. (2006). *La pesca industrial de arrastre de camarón en aguas someras del Pacífico colombiano: su evolución, problemática y perspectivas hacia una pesca responsable*. Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras “José Benito Vives de Andreis” (INVEMAR).
- Salcedo-Quiñones, E. (2022). *Influencia de la calidad ambiental en la dinámica del ensamblaje de peces de interés comercial en la Bahía de Tumaco, Pacífico colombiano* [Tesis de maestría, Universidad Nacional de Colombia]. Repositorio Institucional UNAL. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/82092>
- Sánchez-Hernández, J., & Amundsen, P.A. (2018). Ecosystem type shapes trophic position and omnivory in fishes. *Fish and Fisheries*, 19(6), 1003–1015. <https://doi.org/10.1111/faf.12308>
- Sandoval-Huerta, E., Madrigal-Guridi, X., Escalera-Vázquez, L., Domínguez-Domínguez, O., & Medina-Nava, M. (2014). Estructura de la comunidad de peces en cuatro estuarios del Pacífico mexicano central. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 85(4), 1184–1196. <https://doi.org/10.7550/rmb.42105>
- Santos, M. N., Rocha, G. R. A., & Freire, K. F. (2016). Diet composition for three sciaenids caught off northeastern Brazil. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 51(3), 493–504. <https://doi.org/10.4067/S0718-19572016000300002>
- Schoener, T. W. (1974). Resource partitioning in ecological communities. *Science*, 185(4145), 27–39. <https://doi.org/10.1126/science.185.4145.27>
- Sheaves, M., Baker, R., Nagelkerken, I., & Connolly, R. M. (2015). True value of estuarine and coastal nurseries for fish: Incorporating complexity and dynamics. *Estuaries and Coasts*, 38(2), 401–414. <https://doi.org/10.1007/s12237-014-9846-x>
- Tafurt-Villarraga, D., Molina, A., & Duque, G. (2021). Hábitos alimentarios de tres especies de peces lenguados (*Pleuronectiformes*: Achiridae) en la Bahía de Buenaventura, Pacífico colombiano. *Revista de Biología Tropical*, 69(3), 1055–1068. <https://doi.org/10.15517/rbt.v69i3.41922>
- Tambutti, M., & Gómez, J. J. (Eds.). (2020). *The outlook for oceans, seas and marine resources in Latin America and the Caribbean: Conservation, sustainable development and climate change mitigation*. CEPAL. Project Regional Reports on the State of the Oceans in the LAC Region.
- United Nations Environment Programme. (2016). *Marine plastic debris and microplastics: Global lessons and research to inspire action and guide policy change*. United Nations Environment Programme.
- Vásquez-Molano, D., Molina, A., & Duque, G. (2021). Distribución espacial y aumento a través del tiempo de microplásticos en sedimentos de la Bahía

- de Buenaventura, Pacífico colombiano. *INVE-MAR; Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras*, 50(1), 27–42. <https://doi.org/10.25268/bimc.invemar.2021.50.1.1021>
- Vázquez-Núñez, R., Ramírez-Lezama, J., Osorio-Sarabi, D., Adriana, L., Soriano, C., & Constantino-Casas, F. (2004). Lesiones causadas por helmintos del aparato digestivo en peces estuarinos de la Laguna Tres Palos, Guerrero, México. *Veterinaria México*, 35(4), 369–378.
- Vidal, L., Molina, A., & Duque, G. (2021). Incremento de la contaminación por microplásticos en aguas superficiales de la bahía de Buenaventura, Pacífico colombiano. *INVEMAR: Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras*, 50(2), 113–132. <https://doi.org/10.25268/bimc.invemar.2021.50.2.1032>
- Vivas-Sánchez, J., Gamboa-García, D., & Duque, G. (2023). Ecología trófica y consumo incidental de microplásticos en peces (*Sciaenidae*) y su relación con la dinámica ambiental en la bahía de Tumaco, Pacífico colombiano. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 47(184), 571–590. <https://doi.org/10.18257/raccefyn.1893>
- Whitfield, A. K., & Elliot, M. (2002). Fishes as indicators of environmental and ecological changes within estuaries: A review of progress and some suggestions for the future. *Journal of Fish Biology*, 61(sA), 229–250. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.2002.tb01773.x>
- Wilson, M. A., Costanza, R., Boumans, R., & Liu, S. (2005). Integrated assessment and valuation of ecosystem goods and services provided by coastal systems. In J. G. Wilson (Ed.), *The intertidal ecosystem: The value of Ireland's Shores* (pp. 1–24). Royal Irish Academy.
- Wright, S. L., Thompson, R. C., & Galloway, T. S. (2013). The physical impacts of microplastics on marine organisms: A review. *Environmental Pollution*, 178, 483–492. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2013.02.031>