

Fecha de recibido: 06-02-2025  
Fecha de aceptado: 03-06-2025  
DOI: 10.22490/21456453.9131

# DINÁMICA TEMPORAL DE LOS HÁBITOS TRÓFICOS E INCIDENCIA DE MICROPLÁSTICOS EN BAGRES (ARIIDAE) EN LA BAHÍA DE BUENAVENTURA, PACÍFICO COLOMBIANO

## TEMPORAL DYNAMICS OF TROPHIC HABITS AND MICROPLASTIC INCIDENCE IN CATFISH (ARIIDAE) IN THE BAY OF BUENAVENTURA, COLOMBIAN PACIFIC

Vivas-Sánchez, José <sup>1</sup>

Gamboa-García, Diego <sup>2</sup>

Duque, Guillermo <sup>3</sup>

**Citación:** Vivas-Sánchez, J., Gamboa-García, D., Duque, G. (2026). Dinámica temporal de los hábitos tróficos e incidencia de microplásticos en bagres (Ariidae) en la bahía de Buenaventura, Pacífico colombiano. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, 17(1), 221 - 242. <https://doi.org/10.22490/21456453.9131>

<sup>1</sup> Maestría en ingeniería ambiental, grupo de Investigación en Ecología y Contaminación acuática, Universidad Nacional de Colombia, sede Palmira, Colombia. jvivass@unal.edu.co

<sup>2</sup> Doctorado en Ciencias Agrarias, grupo de Investigación en Ecología y Contaminación acuática, Universidad Nacional de Colombia, sede Palmira, Colombia. degamboag@unal.edu.co

<sup>3</sup> Profesor titular, Facultad de Ingeniería y Administración, Universidad Nacional de Colombia, sede Palmira, Colombia. duquen@unal.edu.co

# RESUMEN

**Contextualización:** La bahía de Buenaventura evidencia contaminación por microplásticos, por lo que este contaminante está disponible para interactuar con peces como los bagres, de los que dependen las comunidades locales como fuente de ingreso y subsistencia.

**Vacío de conocimiento:** En la bahía de Buenaventura no se ha profundizado sobre los cambios en la alimentación e incidencia de microplásticos generados por las variaciones temporales.

**Propósito:** El objetivo de este estudio fue determinar las variaciones temporales en la ecología trófica e incidencia de microplásticos en cuatro especies de bagres.

**Metodología:** Se realizaron cuatro muestreos en diferentes épocas y áreas del estuario. Se tomaron mediciones de los parámetros fisicoquímicos del agua y se recolectaron muestras de peces mediante tres artes de pesca artesanal: línea de anzuelo, red de arrastre y trasmallo. Se analizó el contenido estomacal y se detectó la presencia de microplásticos.

**Resultados y conclusiones:** Se encontró que los crustáceos fueron una presa de

consumo constante para todas las especies, mientras que los detritos solo para *C. multiradiatus* y *N. troschelli*. Adicionalmente para las cachimalias *C. multiradiatus* y *C. manglarensis* se observó una correlación positiva entre la ingesta de crustáceos y la salinidad, asociado a condiciones más marinas, las cuales favorecen la abundancia y diversidad de crustáceos. Mientras que para *B. panamensis* se halló una correlación negativa entre el consumo de crustáceos con la salinidad y la transparencia, sugiriendo que se alimenta principalmente en la zona interna del estuario para reducir la competencia por recursos. Se presentó ingesta de microplásticos en las cuatro especies: *B. panamensis* (13 %), *N. troschelii* (11 %), *C. multiradiatus* (10 %) y *C. manglarensis* (9 %), los ejemplares juveniles presentaron las mayores ingestas durante la temporada seca ( $0,2 \pm 0,1$  partículas por individuo), mientras que, en los adultos, fue mayor durante la temporada de lluvias ( $0,4 \pm 0,1$  partículas por individuo). Estos resultados plantean una creciente preocupación por la sostenibilidad pesquera de la región Pacífica.

**Palabras clave:** contaminante emergente, ecología trófica, estuario, microplásticos, pesca artesanal.

# ABSTRACT

**Contextualization:** The bay of Buenaventura shows evidence of microplastic pollution, which makes this contaminant available to interact with fish such as catfish, on which local communities depend as a source of income and livelihood.

**Knowledge gap:** In the bay of Buenaventura, little has been explored regarding the changes in feeding habits and the incidence of microplastics caused by temporal variations.

**Purpose:** The objective of this study was to determine the temporal variations in trophic ecology and microplastic incidence in four species of catfish.

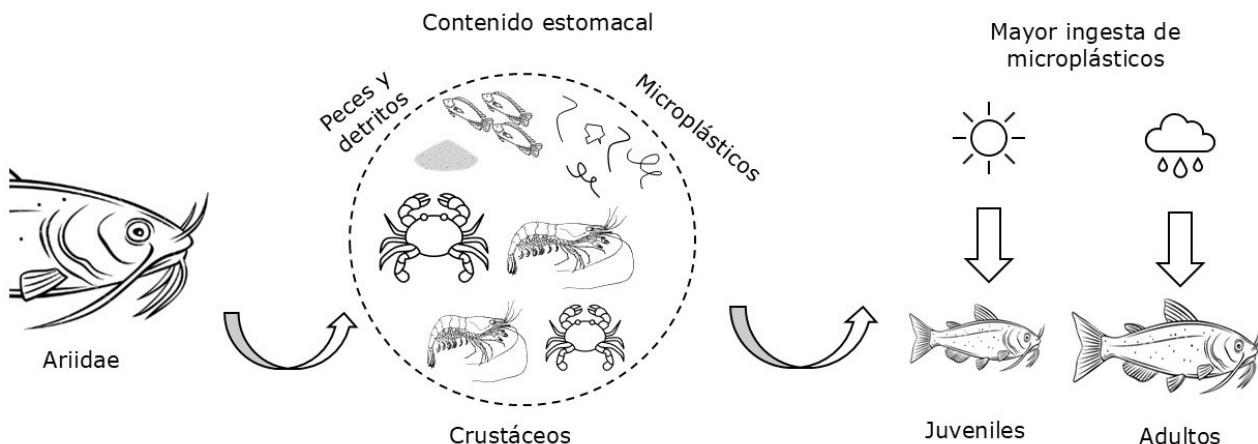
**Methodology:** Four samplings were carried out at different times and in different areas of the estuary. Measurements of the water's physicochemical parameters were taken, and fish samples were collected using three types of artisanal fishing gear: handline, trawl net and gillnet. Stomach content was analysed and the presence of microplastics was detected.

**Results and conclusions:** It was found that crustaceans were constant prey for all species, while detritus was only consumed

by *C. multiradiatus* and *N. troschelli*. Additionally, for the species *C. multiradiatus* and *C. manglarensis*, a positive correlation was observed between the ingestion of crustaceans and salinity, which is associated with more marine conditions that favor the abundance and diversity of crustaceans. In contrast, for *B. panamensis*, a negative correlation was found between crustacean consumption and salinity and transparency, suggesting that it mainly feeds in the inner estuary zone to reduce competition for resources. Microplastic ingestion was observed in all four species: *B. panamensis* (13%), *N. troschelli* (11%), *C. multiradiatus* (10%), and *C. manglarensis* (9%). Juveniles showed the highest ingestion during the dry season ( $0.2 \pm 0.1$  particles per individual), while adults showed higher ingestion during the rainy season ( $0.4 \pm 0.1$  particles per individual). These results raise growing concerns about the sustainability of fishing in the Pacific region

**Keywords:** Artisanal fishing, emerging contaminant, estuary, microplastics, trophic ecology.

# RESUMEN GRÁFICO



Fuente: elaboración propia.

## 1 INTRODUCCIÓN

Los estuarios son zonas de convergencia entre los sistemas marinos y de agua dulce (Ferreira et al., 2019). Estos ecosistemas se caracterizan por una alta productividad biológica, ya que son zonas de asentamiento, alimentación, refugio y cría de diversas especies durante variadas etapas de sus ciclos de vida (Barletta et al., 2019; Lima et al., 2015). Sin embargo, impactos antrópicos como la escorrentía urbana, las actividades pesqueras o la disposición directa de residuos sólidos en las zonas costeras han afectado estos ecosistemas, permitiendo el ingreso de diversos contaminantes, entre los cuales se destacan los microplásticos (Barletta et al., 2019).

Los microplásticos son partículas plásticas con un tamaño inferior a 5 mm, estos se producen de forma intencional (primaria), o por medio de la fragmentación del macroplástico (secundarios) (Zhou et al., 2023).

Los microplásticos tienden a presentar concentraciones más altas en ambientes semicerrados como los estuarios. Adicionalmente, la presencia generalizada de microplásticos en cantidades comparables a las de las presas naturales en los estuarios a menudo da como resultado una mayor posibilidad de interacciones con organismos, principalmente a través de la ingestión (Barletta et al., 2019).

La ingestión incidental de microplásticos puede generar diversas afectaciones a los peces, como anomalías morfológicas, estrés oxidativo y fisiológico, reducción de las actividades enzimáticas, reducción en la tasa de crecimiento, complicaciones reproductivas, obstrucciones internas y daños en el tracto digestivo (Baalkhuyur et al., 2018; Sutton et al., 2016). Además, se ha registrado que la presencia de microplásticos en el tracto gastrointestinal puede generar efectos negati-

vos asociados con los aditivos incorporados durante su fabricación o los contaminantes ambientales absorbidos por los plásticos en el transcurso del tiempo (Rochman et al., 2013). Los microplásticos, al no ser biodegradables, pueden transferirse a través de las redes tróficas (Reisser et al., 2014), por lo que los depredadores superiores pueden tener un mayor riesgo de incidencia, tanto por la ingestión directa como por la transferencia trófica de una presa previamente contaminada (Ferreira et al., 2019).

La familia Ariidae, o llamados comúnmente bagres marinos, son peces que viven en aguas marinas, salobres y dulces de las regiones tropicales y templadas. Las especies del Pacífico centro-oriental varían en longitud desde 28 cm hasta más de 90 cm en su talla máxima. La mayoría de ellas están confinadas a áreas marino-costeras, pero unas pocas se encuentran en aguas dulces de ríos y lagos. Son abundantes en áreas de manglares y grandes estuarios de río de aguas turbias (Fischer et al., 1995a). Su dieta varía desde omnívora hasta muy especializada; ejemplares de gran tamaño pueden llegar a consumir exclusivamente grandes crustáceos y teleósteos (Muro, 2011). Los bagres son apreciados por sus ventajas relacionadas

con su gran valor comercial, talla, abundancia, crecimiento rápido y la calidad de su carne (Agencia UNAL, 2021; Tenorio, 2011).

La bahía de Buenaventura presenta diversas fuentes de contaminación como los vertimientos de aguas residuales doméstica e industriales, la resuspensión de sedimentos durante el dragado (Duque et al., 2025; Reyes-Rojas et al., 2023), la inadecuada disposición de residuos sólidos y las actividades pesqueras, las cuales en conjunto con las diversas interacciones de las aguas estuarinas, la descarga de los ríos, los vientos y las precipitaciones frecuentes contribuyen a la dispersión y acumulación de los microplásticos en determinados compartimientos ambientales (Giraldo, 2017; Pichler et al., 2015;; Sánchez-Giraldo et al., 2025; Vásquez-Molano et al., 2021; Vidal et al., 2021), los cuales pueden llegar directamente a incidir sobre los peces comerciales, de los que dependen las comunidades locales como fuente de ingresos y subsistencia. Por lo tanto, este estudio tuvo como objetivo determinar las variaciones temporales en la ecología trófica e incidencia de microplásticos en cuatro especies de bagres de la familia Ariidae en la bahía de Buenaventura.

## 2 MATERIALES Y MÉTODOS

### Área de estudio

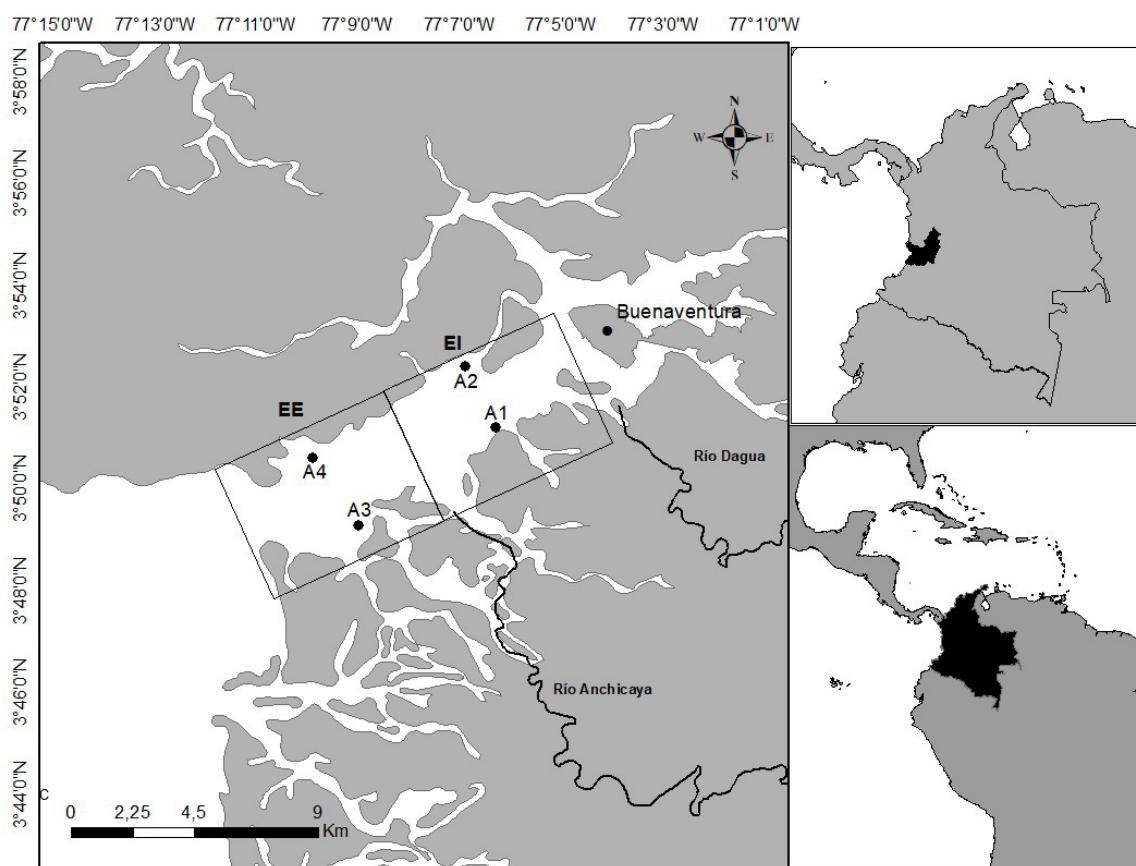
La bahía de Buenaventura está localizada sobre el litoral Pacífico colombiano, entre las latitudes 3° 44' N y 3° 56' y longitudes 77° 01' W y 77° 20' W (Figura 1). La bahía tiene una extensión de 30 km, con una forma angosta

y alargada, cuyo ancho varía entre 3,4 km en la zona externa y 5,5 km en la zona interna (Otero Díaz, 2005). El clima del Pacífico colombiano está altamente influenciado por la zona de convergencia intertropical y la proximidad a la cordillera de los Andes, resultando ser una de las regiones más húme-

das del mundo, con una precipitación media anual aproximada de 6238 mm. Por un lado, la bahía presenta dos picos de precipitación, uno menor en abril-mayo y el principal en septiembre-noviembre, por otro lado, presenta dos períodos de menores precipitaciones o épocas “secas”, en junio-agosto y el principal en diciembre-marzo (Lobo-Guerrero, 1993). Por otra parte, la temperatura promedio anual oscila entre 25 y 27 °C y la humedad relativa entre 80 % y 90 % (Trojer, 2017).

En esta investigación, la bahía de Buenaventura se dividió en dos áreas: la bahía

externa (EE) que es influenciada permanentemente por la acción del mar, debido a su conexión directa con el mismo, y la bahía interna (EI) que presenta la afluencia del río Dagua ( $66 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ ) y Anchicaya ( $98 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ ), los cuales aportan entre el 8 % y el 16 % del caudal mareal (Duque et al., 2025; Giraldo, 2017). En este estudio, las estaciones de muestreos se distribuyeron de la siguiente forma: dos estaciones en el área interna (A1 y A2), así como dos en el área externa (A3 y A4), cada una con tres réplicas por muestreo (Figura 1).



**Figura 1.** Bahía de Buenaventura: zona de estudio y estaciones de muestreo

Fuente: elaboración propia.

## Fase de campo

Se realizó un total de cuatro muestreos entre el 2020 y el 2021, dos en el periodo lluvioso (octubre) y dos en el periodo seco (marzo-abril), en cuatro estaciones de la bahía de Buenaventura (Figura 1). En cada estación se midieron por triplicado los parámetros ambientales del agua: oxígeno disuelto (mg/L), salinidad (ups) y temperatura (°C) con una sonda multiparamétrica (Thermo Scientific Orion Five Stars) y, de igual forma, la transparencia (cm), con un disco Secchi.

Adicionalmente, se capturaron muestras de peces en cada estación mediante tres artes de pesca artesanal: línea de anzuelo o palangre de fondo, red de arrastres o changa y trasmallo. Para la línea de anzuelo se utilizó un anzuelo N.º 10 (36 mm), con un tiempo efectivo de pesca de 30 a 45 minutos, con un total de 600 anzuelos. La red de arrastres con un tamaño de ojo de red de 2,54 cm, con un tiempo efectivo de pesca de 10 minutos. El trasmallo tenía un ojo de red de 5 cm, con un tiempo efectivo de pesca de 30 a 60 minutos. Los peces capturados fueron separados según la estación y arte de pesca al cual pertenecían, posteriormente fueron almacenados en neveras con hielo para ser transportados al laboratorio.

## Fase de laboratorio

Los peces recolectados fueron identificados taxonómicamente, utilizando las claves de identificación de la FAO (Fischer et al., 1995b), las bases de datos de Fishbase (Froese & Pauly, 2022) y del Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales (Robertson et al., 2024), así como revisión bibliográfica. Posteriormente, cada individuo fue medido

para obtener la longitud estándar y total, de igual forma, se pesaron. Después se diseccionaron los peces y se les extrajo el estómago, que fue conservado en formol al 4 %. Seguidamente, el contenido estomacal fue observado en un estereoscopio, los ítems alimentarios fueron clasificados en las siguientes categorías: crustáceos, peces, moluscos, detritos, anélidos, microplásticos y material digerido. Estos ítems se secaron en el horno a 70 °C durante 24 horas y posteriormente se contabilizaron y pesaron en una balanza analítica (precisión 0,0001 g) (Majdi et al., 2018).

Adicionalmente, para mejorar la precisión en el conteo de los microplásticos, se realizó una prueba de resistencia térmica. Esta consistió en aplicar calor directamente sobre las partículas mediante una aguja caliente o un cautín de punta fina, exponiéndolas a una temperatura de aproximadamente 130°C durante 3 a 5 segundos. Las partículas que se fundieron, deformaron o rizaban al contacto con la fuente de calor fueron clasificadas como microplásticos. Se ha reportado que esta prueba permite una correcta detección de microplásticos en más del 82 % de los casos (Babaei et al., 2024; Prata et al., 2024). De igual manera, se tomaron medidas de control de calidad para evitar la contaminación cruzada de microplásticos: se conservaron limpios los espacios de trabajo, todos los equipos de muestreo y laboratorio se lavaron con agua destilada previo a su uso, las muestras permanecieron selladas durante todo el procesamiento, se utilizó bata de laboratorio y guantes de nitrilo y, finalmente, se instalaron tres blancos (cajas Petri abiertas) para evidenciar las partículas de contaminación cruzada (Garcés-Ordóñez et al., 2022).

## Tratamiento de datos

Los hábitos tróficos fueron determinados mediante los siguientes índices tróficos (Co-

gua et al., 2013; Duque y Acero, 2003; García-Cardona et al., 2021; Tafurt et al., 2021; Vivas-Sánchez et al., 2023):

- Composición numérica (CN):

$$CN = 100 * \frac{\text{Número de presas del ítem } i}{\text{Número total de presas}} \quad (\text{Ecuación 1})$$

- Composición gravimétrica (CG):

$$CG = 100 * \frac{\text{Peso de las presas del ítem } i}{\text{Peso de todas las presas}} \quad (\text{Ecuación 2})$$

- Frecuencia de ocurrencia de presas (FO). Clasifica las presas en: constantes (presentes en más del 50 % de las muestras), accesorias (entre 50 % y 25 %) y accidental (inferior al 25 %).

$$FO = 100 * \frac{\text{Ocurrencias de presas del ítem } i}{\text{Número total de estómagos con alimento}} \quad (\text{Ecuación 3})$$

- Índice de importancia relativa (IIR). Clasifica la importancia de las presas en: altas (100 % - 40 %), secundarias (40 % - 10 %) y bajas (0 % - 10 %).

$$IIR = FO * CG \quad (4) \quad (\text{Ecuación 4})$$

- Coeficiente de vacuidad

$$CV = 100 * \frac{\text{Número de estómagos vacíos}}{\text{Número total de estómagos analizados}} \quad (\text{Ecuación 5})$$

Las diferencias temporales entre los hábitos tróficos se realizaron inicialmente con un análisis de escalamiento multidimensional no paramétrico (nMDS) transformando los datos (raíz cuadrada) y utilizando matrices de similaridad de Bray-Curtis para establecer asociaciones entre la dieta de las especies. De igual forma, para detectar diferencias entre las presas, se hizo un análisis de varianza

multivariante permutacional (permANOVAs), utilizando 9999 permutaciones, con p<0,05 como diferencia significativa. Con el fin de relacionar los hábitos tróficos con la dinámica ambiental, se realizaron correlaciones de Spearman entre cada ítem alimentario con los parámetros fisicoquímicos del agua para cada especie. Los microplásticos encontrados fueron contabilizados y descri-

tos (tipo y color), se determinó la ingesta para cada especie (Ecuación 6); de igual forma, se analizó su presencia para cada especie entre

épocas y estado ontogénico, para esto se utilizó la talla da madurez teórica.

$$\text{Ingesta de microplásticos} = \frac{\text{Número de items plásticos}}{\text{Número total de peces}} \quad (\text{Ecuación 6})$$

## (3) RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### RESULTADOS

**S**e capturaron un total de 244 individuos pertenecientes a cuatro especies: *Cathorops multiradiatus* (n=89), *Cathorops mangarensis* (n=60), *Bagre panamensis* (n=48) y *Notarius troschelii* (n=47). Por un lado, se encontró que para el barbinche (*B. panamensis*) y el ñato (*N. troschelii*) los crustáceos fueron un ítem alimentario de consumo constante y alta importancia (Tabla 1), adicionalmente, los peces fueron de consumo e importancia secundaria. Además, en el

caso del ñato, este consumió detritos de forma constante (FO = 52,27 %). Por otro lado, para las cachimalas *C. multiradiatus* y *C. mangarensis* los crustáceos fueron de consumo constante e importancia secundaria, además, los peces y moluscos fueron consumidos de forma accesoria. Adicionalmente, para *C. multiradiatus* se presentó consumo constante de detritos (FO = 64,94 %), los cuales representaron un ítem alimenticio de importancia secundaria (IIR = 11,41 %) al igual que los peces (IIR = 14,25 %).

**Tabla 1.**

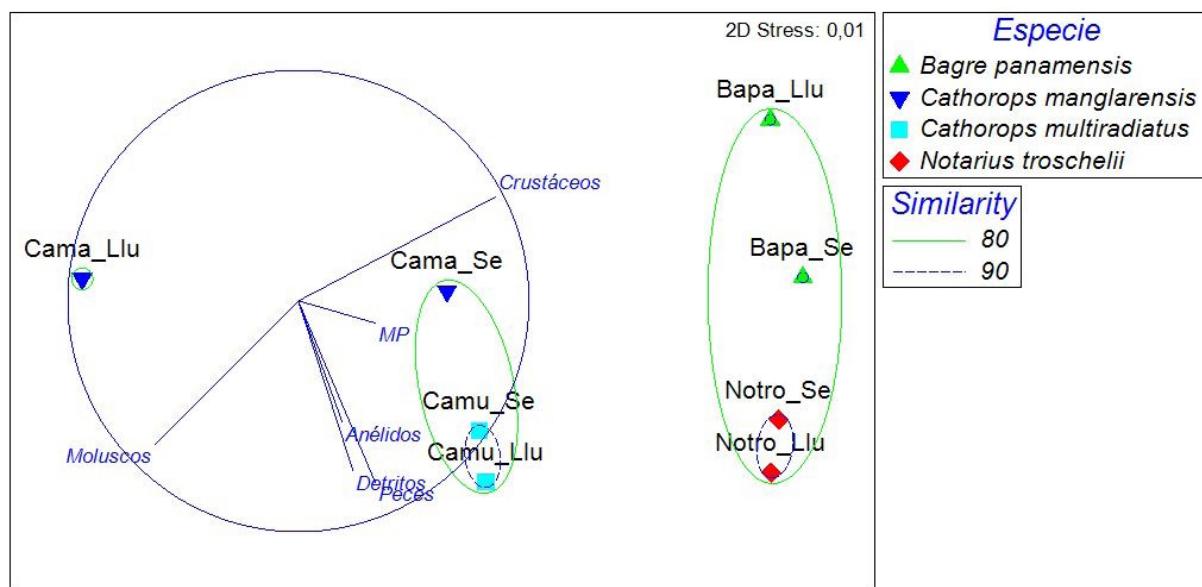
Índices tróficos por especie

Categorías	<i>C. multiradiatus</i> (n=89)			<i>C. mangarensis</i> (n=60)			<i>B. panamensis</i> (n=48)			<i>N. troschelii</i> (n=47)		
	FO	IIR	CV	FO	IIR	CV	FO	IIR	CV	FO	IIR	CV
Crustáceos	55,8	21,9	13,5	69,6	38	23,3	75,6	45,7	14,6	90,9	60,8	6,4
Peces	46,8	14,3		47,8	7,8		46,3	11,2		47,7	11,2	
Moluscos	29,9	2,7		39,1	6,7		7,3	0,1		2,3	0	
Detritos	64,9	11,4		41,3	4,5		31,7	3,7		52,3	4,7	
Anélidos	7,8	0,2	13,5	2,2	0	23,3	2,4	0	14,6	9,1	0	6,4
Microplásticos	10,4	0,1		8,7	0,1		14,6	0,4		11,4	0	

Fuente: elaboración propia.

Con respecto a la asociación de la dieta de las especies entre épocas, se observó que los crustáceos, peces y detritos fueron las presas con mayor contribución a la dieta de las cuatro especies de bagres (Figura 2). Adicionalmente, con un 80 % de similitud *B. panamensis* y *N. troschelli* compartieron nicho alimentario en ambas temporadas (lluvia y seca), caracterizados por un elevado consumo de crustáceos, de igual forma, *N. troschelli* con una similitud de 90 % conservó su nicho alimentario en ambas épocas, compuesto por el consumo de crustáceos, peces y detritos.

Por otro lado, con un 80 % de similitud *C. multiradiatus* en ambas épocas y *C. manglarensis* en temporada seca compartieron nicho alimentario, conformado por el consumo de crustáceos, detritos y en menor medida peces (Figura 2), de forma similar, *C. multiradiatus* en ambas épocas conservó su nicho alimentario con un 90 % de similitud, caracterizado por un elevado consumo de detritos, peces y crustáceos. En contraste, *C. manglarensis* en temporada lluviosa presentó un nicho diferenciado de las demás especies al estar compuesto por un elevado consumo de moluscos.



**Figura 2.** Análisis nMDS de la dieta de *B. panamensis* (Bapa), *C. manglarensis* (Cama), *C. multiradiatus* (Camu) y *N. troschelii* (Notro) en ambas épocas. En la figura, las especies se nombran con las dos primeras letras del género y la especie, así como la época (Llu= Lluvia; Se= Seca)

**Fuente:** elaboración propia.

En cuanto a las diferencias temporales en las presas se encontró que *C. multiradiatus*

presentó diferencias significativas ( $p$  (PERM)  $< 0,05$ ) en el consumo de crustáceos, siendo

mayor en temporada seca ( $5,39 \pm 1,51$  mg) (Tabla 2). En el caso de *C. manglarensis*, presentó significativamente mayor consumo de

crustáceos ( $4,93 \pm 0,99$  mg) y peces ( $3,05 \pm 2,07$  mg) en temporada seca.

**Tabla 2.**

Consumo promedio de ítems alimentarios por época para cada especie

n	Crustáceos (mg)	Peces (mg)	Moluscos (mg)	Detritos (mg)	Anélidos (mg)	MP (mg)	
<i>C. multiradiatus</i>							
Lluvia	42	$4,82 \pm 1,49$ b	$5,40 \pm 2,31$	$1,62 \pm 1,06$	$6,39 \pm 3,75$	$0,05 \pm 0,05$	$0,01 \pm 0,01$
Seca	35	$5,39 \pm 1,51$ a	$3,44 \pm 2,32$	$0,90 \pm 0,38$	$3,89 \pm 2,71$	$0,27 \pm 0,23$	$0,01 \pm 0,01$
<i>C. manglarensis</i>							
Lluvia	22	$1,52 \pm 0,74$ b	$0,41 \pm 0,32$ b	$0,50 \pm 0,31$	$0,28 \pm 0,15$		
Seca	24	$4,93 \pm 0,99$ a	$3,05 \pm 2,07$ a	$0,66 \pm 0,34$	$0,46 \pm 0,23$		$0,05 \pm 0,04$
<i>B. panamensis</i>							
Lluvia	7	$14,61 \pm 8,03$	$2,67 \pm 2,29$				
Seca	34	$15,71 \pm 5,37$	$2,11 \pm 0,89$	$0,01 \pm 0,01$	$2,18 \pm 1,57$	$0,03 \pm 0,03$	$0,15 \pm 0,15$
<i>N. trochelii</i>							
Lluvia	29	$10,73 \pm 2,84$	$10,27 \pm 4,55$	$0,15 \pm 0,15$	$2,06 \pm 1,27$		$0,04 \pm 0,03$
Seca	15	$12,62 \pm 4,58$	$7,63 \pm 4,38$		$3,40 \pm 3,10$		

**Nota:** Los valores se presentan como promedio  $\pm$  error estándar. Las diferencias significativas se denominaron con letras ordenadas alfabéticamente, siendo el mayor valor a.

Fuente: elaboración propia.

## Relación entre los hábitos tróficos y la dinámica ambiental

Se encontró que *C. multiradiatus* presentó una correlación significativa ( $p < 0,05$ ) positiva entre el consumo de crustáceos con el oxígeno disuelto, la salinidad y transparen-

cia (Tabla 3); adicionalmente, el consumo de moluscos se correlacionó positivamente con la salinidad y el consumo de detritos con la temperatura, mientras que el consumo de peces se correlacionó negativamente con la salinidad.

En el caso de *C. manglarensis*, el consumo de crustáceos se correlacionó positivamente

con la salinidad y el consumo de moluscos con la temperatura. Mientras que el consumo de moluscos también se correlacionó negativamente con la transparencia. Por otro lado, en *B. panamensis*, el consumo de

crustáceos se correlacionó negativamente con la salinidad y la transparencia, mientras que el consumo de moluscos se correlacionó positivamente con la temperatura.

**Tabla 3.**

Correlaciones por rango de Spearman entre los ítems alimentarios y las variables ambientales del agua

	Ítems alimentarios	Oxígeno disuelto	Salinidad	Temperatura	Transparencia
<i>C. multiradiatus</i>	Crustáceos	0,29 *	0,26 *	-0,22	0,31 **
	Peces	-0,14	-0,28 *	0,12	-0,09
	Moluscos	0,13	0,29 **	-0,02	-0,01
	Detritos	-0,15	0,05	0,23 *	-0,07
	Anélidos	-0,10	-0,15	-0,07	0,02
	Microplásticos	-0,09	0,04	-0,02	-0,01
<i>C. manglarensis</i>	Crustáceos	-0,18	0,49 ***	0,04	-0,04
	Peces	-0,01	-0,14	0,08	-0,11
	Moluscos	-0,28	-0,02	0,36 *	-0,37 *
	Detritos	0	0,12	-0,13	0,13
	Anélidos	-0,01	0,05	-0,24	0,19
	Microplásticos	0,25	-0,08	-0,29	0,29
<i>B. panamensis</i>	Crustáceos	0,23	-0,42 **	0,21	-0,38 *
	Peces	-0,08	0,02	-0,14	0,20
	Moluscos	-0,28	0,18	0,35 *	-0,18
	Detritos	-0,24	0,06	0,05	-0,09
	Anélidos	0,07	-0,10	-0,06	0,06
	Microplásticos	-0,18	0,22	0,24	0,10

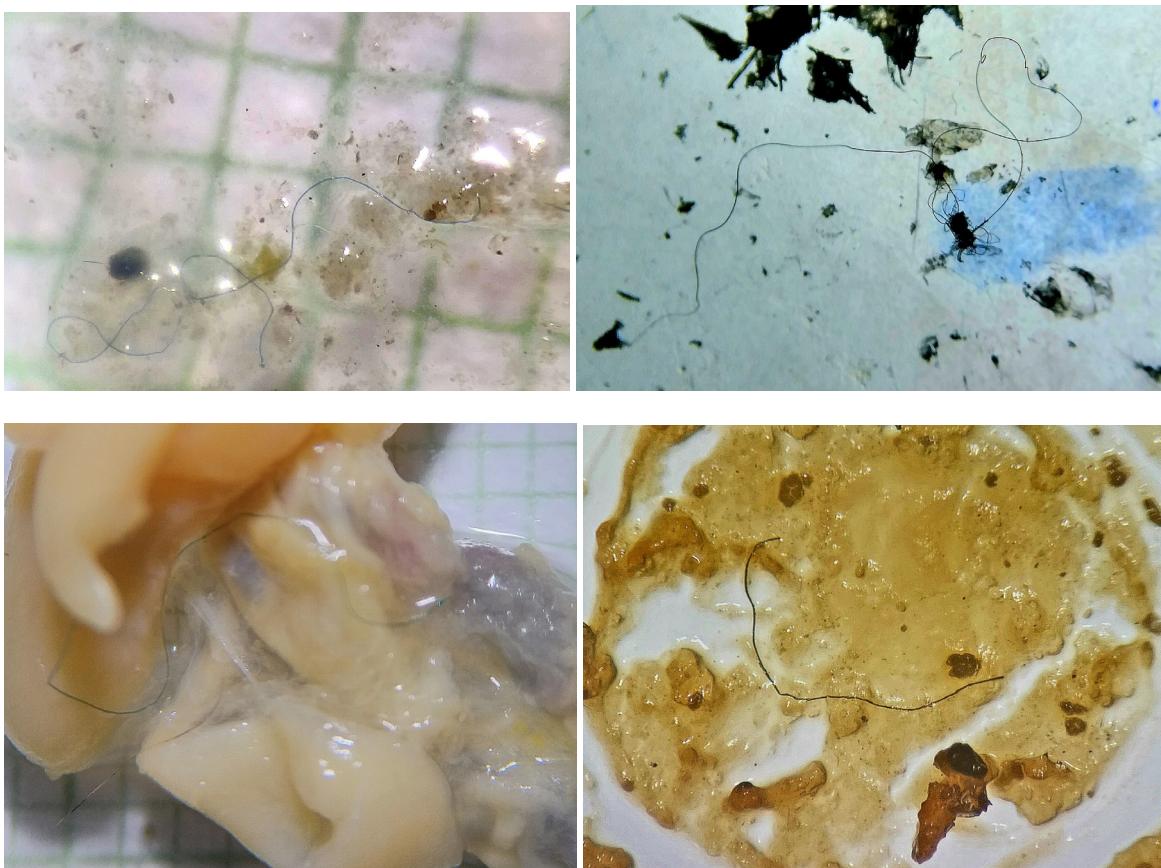
**Nota:**  $P < 0,05^*$ ;  $P < 0,01^{**}$ ;  $P < 0,001^{***}$ .

**Fuente:** elaboración propia.

## Ingesta de microplásticos

En general, todas las especies presentaron ingesta de microplásticos, siendo *B. panamensis* la que mostró el mayor consumo (13 %), seguida de *N. troschelii* (11 %), *C. multiradiatus* (10 %) y *C. manglarensis* (9 %). Las

fibras fueron la forma de microplástico más común, representando el 91 % de los casos, mientras que los fragmentos constituyeron el 9 %. En cuanto a los colores, el transparente fue el más frecuente (61 %), seguido por el azul (13 %), blanco (13 %), rojo (9 %) y negro (4 %) (Figura 3).



**Figura 3.** Fibras plásticas asociadas al contenido estomacal

Fuente: elaboración propia.

En relación con las variaciones temporales y ontogénicas, los individuos adultos presentaron una mayor ingesta de microplásticos ( $0,24 \pm 0,13$  partículas por individuo), en comparación con los juveniles ( $0,08 \pm 0,06$  partículas por individuo). Además, en los adultos, la ingesta fue mayor durante la tem-

porada de lluvia ( $0,25 \pm 0,15$  partículas por individuo), mientras que en los individuos juveniles fue mayor durante la temporada seca ( $0,11 \pm 0,08$  partículas por individuo). Para *B. panamensis* y *C. manglarensis*, solo se registró ingesta en individuos juveniles (Tabla 4).

En el caso de *B. panamensis*, los juveniles presentaron mayor ingesta en la temporada de lluvia ( $0,43 \pm 0,43$  partículas por individuo), mientras que para los juveniles de *C. manglarensis* el consumo de microplásticos fue más alto en la temporada seca ( $0,30 \pm 0,17$  partículas por individuo). En *C. multiradiatus* y *N. troschelii*, se observó ingesta tanto en juveniles como en adultos. Para *C. multiradiatus*, la ingesta en adultos fue simi-

lar en ambas temporadas ( $0,25-0,28$  partículas por individuo), y en los juveniles solo se presentó en la temporada seca ( $0,10 \pm 0,05$  partículas por individuo). Por su parte, en *N. troschelii*, los adultos mostraron ingesta únicamente en la temporada de lluvia ( $0,63 \pm 0,41$  partículas por individuo), mientras que los juveniles presentaron una mayor ingesta en la temporada seca ( $0,21 \pm 0,21$  partículas por individuo).

**Tabla 4.**

Ingesta de microplástico entre épocas y estado ontogénico

	<i>B. panamensis</i>	<i>C. manglarensis</i>	<i>C. multiradiatus</i>	<i>N. troschelii</i>
Lluvia				
Adulto			$0,28 \pm 0,12$	$0,63 \pm 0,41$
Juvenil	$0,43 \pm 0,43$	$0,05 \pm 0,05$		$0,10 \pm 0,10$
Seca				
Adulto			$0,25 \pm 0,25$	
Juvenil	$0,18 \pm 0,09$	$0,30 \pm 0,17$	$0,10 \pm 0,05$	$0,21 \pm 0,21$
General	$0,22 \pm 0,13$	$0,17 \pm 0,12$	$0,12 \pm 0,04$	$0,23 \pm 0,15$

**Nota:** Los datos están expresados en partículas por individuo  $\pm$  error estándar.

**Fuente:** elaboración propia.

## DISCUSIÓN

### Dinámica temporal de los hábitos tróficos

De forma general, en la temporada seca, los crustáceos fueron de consumo constante para todas las especies, así como un ítem alimenticio de alta importancia. Esta temporada se caracterizó por presentar con-

centraciones de salinidad, oxígeno disuelto y transparencia más elevadas. De igual forma, para *C. multiradiatus* y *C. manglarensis* se encontraron diferencias significativas en el consumo de crustáceos, siendo mayor en temporada seca, así como correlaciones positivas entre el consumo de crustáceos y la salinidad. Por lo tanto, el aumento en el

consumo de crustáceos puede estar relacionado con una mayor abundancia de esta presa en la temporada seca, ya que el aumento en la salinidad favorece la riqueza, presencia y abundancia de macroinvertebrados (Gamboa-García et al., 2018; Salcedo, 2022; Vivas-Sánchez et al., 2023). De igual forma, se ha detectado que en las épocas de menor precipitación los macroinvertebrados se movilizan desde las zonas de guardería hacia las zonas con condiciones más marinas (Gamboa-García et al., 2018) y, por ende, se traduce en una mayor disponibilidad de macroinvertebrados apetecibles por los peces.

En el caso del *B. panamensis* en este estudio se observó que consume principalmente crustáceos y peces, lo cual está acorde con los resultados de Muro-Torres et al. (2018) sobre la ecología trófica de *B. panamensis*, el cual reportó que es una especie generalista con preferencia por los peces demersales y crustáceos bentónicos, de igual forma, no se encontró diferencias en la dieta según la época. Por otro lado, en este estudio en la dieta de *B. panamensis* se encontró una correlación negativa entre el consumo de crustáceos con la salinidad y la transparencia, es decir, a menor salinidad y transparencia, mayor consumo de crustáceos. Esto sugiere que *B. panamensis* se alimentó principalmente de crustáceos en las zonas internas del estuario caracterizado por una mayor contribución de agua dulce por la descarga de los ríos. Esto puede deberse a una estrategia para reducir la competencia por los recursos alimentarios, además, pese a ser una especie adaptada para depredar, tanto en ambientes estuarinos como mari-

nos, los adultos prefieren hábitats más estuarinos (Muro-Torres et al., 2018).

## Ingesta de microplásticos

En el Pacífico colombiano se ha evidenciado la presencia de microplásticos en diferentes compartimientos ambientales como el agua (Arboleda et al., 2024; Vidal et al., 2021) y el sedimento (Martínez Martínez et al., 2024; Vásquez-Molano et al., 2021), de igual forma, se ha detectado la presencia de microplásticos en peces de la familia Ariidae, Sciaenidae y Achiridae (Cañón et al., 2024; Herrera et al., 2025; Tafurt et al., 2021; Vivas-Sánchez et al., 2023).

En este estudio, para la mayoría de especies se encontró una mayor incidencia de microplásticos en ejemplares juveniles en temporada seca, esto puede ser causado, por un lado, debido a la ecoclina estuarina que retiene microplásticos en la estación seca, mientras que en la época lluviosa se convierte en un exportador de microplásticos a los diferentes medios marinos (Barletta et al., 2019) y, por otro lado, los bagres de pequeños tamaños suelen consumir copépodos o pequeños crustáceos asociados al sedimento de las zonas internas del estuario (Sandoval-Londoño et al., 2017), el cual presenta una mayor acumulación de microplásticos (Vásquez-Molano et al., 2021), por lo que estos peces pueden ser susceptibles de ingerir los microplásticos presentes en el sedimento en su búsqueda de alimento. En el caso de los adultos, las mayores ingestas se presentaron en la temporada de lluvias, esto puede deberse a un mayor ingreso de partículas plásticas por el aumento en la es-

correntía y el caudal de los ríos asociado a la temporada de lluvias (Vidal et al., 2021); adicionalmente, los individuos de tallas más grandes presentan dietas más generalistas (Sandoval-Londoño et al., 2017), por lo cual son más susceptibles a ingerir microplásticos, tanto directamente por sus presas como indirectamente por la disponibilidad ambiental (Ferreira et al., 2019).

La forma de microplástico más común fueron las fibras transparentes, las cuales provienen principalmente de la industria textil, el uso, mantenimiento, desgaste y pérdida de

artes de pesca y las descargas de aguas residuales (Dantas et al., 2020). Adicionalmente, el color más recurrente fue el transparente, aunque no se ha encontrado una relación directa entre el color de los microplásticos y su ingesta, la profundidad y turbidez pueden enmascarar los microplásticos, representando un problema para los peces demerso-pelágicos y demersales, como los de la familia Ariidae, ya que se puede generar ingestión incidental en su búsqueda de alimento, ya que su visión es secundaria a otros sentidos como el olfato (Neto et al., 2020).

## 4 CONCLUSIONES

En este estudio se determinó que los crustáceos fueron una presa de consumo constante y en la mayoría de los casos, de alta importancia para los bagres evaluados, siendo un recurso alimentario de gran importancia que vincula las redes bentónicas y demersales. En cuanto a las variaciones temporales, no se encontraron cambios en la presa, sin embargo, en la temporada seca se presentó un mayor consumo de crustáceos asociado a mayor abundancia y diversidad de macroinvertebrados. Adicionalmente, de forma menos frecuente se presentó aprovechamiento de otro tipo de presas abundantes en el estuario, según las variaciones estacionales y ambientales, como los peces o detritos.

Se detectó ingestión de microplásticos en 11 % de los ejemplares, en la temporada seca los peces juveniles ingirieron más microplásticos, mientras que en la época de lluvias fue mayor por parte de los adultos, esto asociado a cambios en la disponibilidad ambiental de microplásticos y diferencias en la estrategia de alimentación. Además, el tipo de microplástico más ingerido fueron las fibras transparentes, relacionadas con actividades antrópicas como las redes de pesca. Estos resultados plantean una creciente preocupación al ser estos bagres un recurso pesquero de gran importancia en la costa Pacífica colombiana; de igual forma, se puede ver afectada la sostenibilidad pesquera de la región.

## CONTRIBUCIÓN DE LA AUTORÍA

Autor 1: Búsqueda y conceptualización bibliográfica, tratamiento y análisis de

datos, metodología, discusión, redacción, revisión y edición final.

**Autor 2:** Búsqueda y conceptualización bibliográfica, análisis de datos, discusión, redacción, revisión y edición final.

**Autor 3:** Administrador del proyecto, discusión, revisión y edición de la versión final.

Todos los autores leyeron y aprobaron la versión final.

## AGRADECIMIENTOS

Se agradece a la Universidad Nacional de Colombia por la financiación del proyecto “Fortalecimiento a la investigación sobre ecosistemas costeros del Valle del Cauca” có-

digo Hermes 60100, y al grupo de investigación de Ecología y Contaminación Acuática (ECONACUA), de la Universidad Nacional de Colombia sede Palmira.

## FINANCIAMIENTO

Este estudio fue financiado por la Universidad Nacional de Colombia a través del proyecto “Fortalecimiento a la investiga-

ción sobre ecosistemas costeros del Valle del Cauca” código Hermes 60100.

## USO DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL

No aplica.

## CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

## LITERATURA CITADA

Agencia UNAL. (2021). *Reproducción de bagres, una actividad viable y rentable*. <https://agenciadenoticias.unal.edu.co/>

detalle/reproduccion-de-bagres-una-actividad-viable-y-rentable

Arboleda, I., Molina, A. & Duque, G. (2024). Influencia de las condiciones ambientales sobre la distribución y tipos de microplásticos en aguas superficiales en la bahía de Tumaco, Pacífico colombiano. *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras*, 53(1), 65-86. <https://doi.org/10.25268/bimc.invemar.2024.53.1.1268>

Baalkhuyur, F. M., Bin Dohaish, E. J. A., El-halwagy, M. E. A., Alikunhi, N. M., Al-Suwailem, A. M., Røstad, A., Coker, D. J., Berumen, M. L. & Duarte, C. M. (2018). Microplastic in the gastrointestinal tract of fishes along the Saudi Arabian Red Sea coast. *Marine Pollution Bulletin*, 131, 407-415. <https://doi.org/10.1016/J.MARPOLBUL.2018.04.040>

Babaei, A. A., Reshadatian, N. & Feizi, R. (2024). A state of the art-mini review on the sources, contamination, analysis, and consequences of microplastics in water. *Results in Engineering*, 23, 102827. <https://doi.org/10.1016/j.rineng.2024.102827>

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(1), 1199-1218. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.09.276>

Cañón, J., Molina, A. & Duque, G. (2024). *Impact of contamination due to ingestion of microplastics on commercial fish in relation to their trophic habits*. Preprint. <https://doi.org/https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-4308254/v1>

Cogua, P., Jiménez-Reyes, M. F. y Duque, G. (2013). Relaciones tróficas de cinco especies de peces de interés comercial en la bahía de Cartagena, Caribe colombiano. *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras*, 42(1), 185-192. [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0122-97612013000100012](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0122-97612013000100012)

Dantas, N. C. F. M., Duarte, O. S., Ferreira, W. C., Ayala, A. P., Rezende, C. F. & Feitosa, C. V. (2020). Plastic intake does not depend on fish eating habits: Identification of microplastics in the stomach contents of fish on an urban beach in Brazil. *Marine Pollution Bulletin*, 153, 110959. <https://doi.org/10.1016/J.MARPOLBUL.2020.110959>

Duque, G. y Acero, A. (2003). Food Habitats of *Anchovia clupeoides* (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. (2025). Effects of consecutive dredging on the fish community of a tropical estuary. *Continental Shelf Research*, 286, 105402. <https://doi.org/10.1016/j.csr.2025.105402>

Ferreira, G. V. B., Barletta, M. & Lima, A. R. A. (2019). Use of estuarine resources by top predator fishes. How do ecological patterns affect rates of contamination by microplastics? *Science of The Total Environment*, 655, 292-304. <https://doi.org/10.1016/J.SCITOTENV.2018.11.229>

Fischer, W., Krupp, F., Schneider, W., Sommer, C., Carpenter, K. E. y Niem, V.H. (1995a). *Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca. Pacífico Centro-Oriental. II. Vertebrados - Parte 1.*

Fischer, W., Krupp, F., Schneider, W., Sommer, C., Carpenter, K. E. y Niem, V. H. (1995b). *Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca. Pacífico Centro- Oriental. III. Vertebrados - Parte 2.*

Froese, R. & Pauly, D. (2022). *FishBase*. <https://www.fishbase.se/search.php>

Gamboa-García, D. E., Duque, G. y 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://boletin.invemar.org.co/ojs/index.php/boletin/article/view/821>

Garcés-Ordóñez, O., Saldarriaga-Vélez, J. F., Espinosa-Díaz, L. F., Patiño, A. D., Cusba, J., Canals, M., Mejía-Esquibia, K., Fragozo-Velásquez, L., Sáenz-Arias, S., Córdoba-Meza, T. & Thiel, M. (2022). Microplastic pollution in water, sediments and commercial fish species from Ciénaga Grande de Santa Marta lagoon complex, Colombian Caribbean. *Science of The Total Environment*, 829, 154643. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.154643>

García-Cardona, E., Molina, A. E. y Duque, G. (2021). Hábitos tróficos del lenguado Citharichthys giberti (Paralichthyidae) y su variabilidad espaciotemporal en la la

bahía de Buenaventura, Pacífico colombiano. *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras*, 50(2), 133-150. <https://boletin.invemar.org.co/ojs/index.php/boletin/article/view/1078>

Giraldo, C. (2017). *Estudio de las corrientes residuales en la bahía de Buenaventura, Colombia*. Universidad del Valle.

Herrera, L. É., Gamboa-García, D. E., & Duque, G. (2025). Variación en la dieta de peces Sciaenidae en la bahía de Buenaventura, Pacífico colombiano. *Revista de Biología Tropical*, 73(1), e57962. <https://doi.org/10.15517/rev.biol.trop..v73i1.57962>.

Lima, A. R. A., Barletta, M. & Costa, M. F. (2015). Seasonal distribution and interactions between plankton and microplastics in a tropical estuary. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 165, 213-225. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2015.05.018>

Lobo-Guerrero, A. (1993). Hidrología e Hidrogeología de la Región Pacífica Colombiana. Publicado en Leyva, P. (ed) Colombia- Pacífico, Tomo I, Fondo para la protección del Medio Ambiente “Jose Celestino Mutis”, 122–134.

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. P., Pey, B., Peyrard, N. & 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>



- Martínez, S., Molina, A. y Duque, G. (2024). Dinámica espaciotemporal de la contaminación por microplásticos en sedimentos marinos de la bahía de Tumaco, pacífico colombiano. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, 15(2), 311-332. <https://doi.org/10.22490/21456453.7196>
- Muro-Torres, V. M., Amezcua, F., Lara-Mendoza, R. E., Buszkiewicz, J. T. & Amezcua-Linares, F. (2018). Trophic ecology of the chihuil sea catfish (*Bagre panamensis*) in the south-east Gulf of California, México. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 98(4), 885-893. <https://doi.org/10.1017/S0025315417000170>
- Muro, V. (2011). Crecimiento y reproducción de los bagres marinos *Arius platypogon* (Günther, 1864) y *Bagre panamensis* (Gill, 1863) (PISCES: ARIIDAE) en el sur de Sinaloa, México. [Universidad Nacional Autónoma de México]. <https://hdl.handle.net/20.500.14330/TES01000673530>
- Neto, J. G., Rodrigues, F., Ortega, I., Rodrigues, L., Lacerda, A., Coletto, J., Kessler, F., Cardoso, L., Madureira, L. & Proietti, M. (2020). Ingestion of plastic debris by commercially important marine fish in southeast-south Brazil. *Environmental Pollution*, 267, 115508. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2020.115508>
- Otero Díaz, L. J. (2005). Aplicación de un Modelo Hidrodinámico Bidimensional para describir las Corrientes y la Propagación de la Onda de Marea en la Bahía de Buenaventura. *Boletín Científico CCCP*, 12, 9-21. <https://ojs.dimar.mil.co/index.php/CCCP/article/view/371>
- Pichler, H. A., Spach, H. L., Gray, C. A., Broadhurst, M. K., Schwarz Jr, R. & de Oliveira Neto, J. F. (2015). Environmental influences on resident and transient fishes across shallow estuarine beaches and tidal flats in a Brazilian World Heritage area. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 164, 482-492. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2015.07.041>
- Prata, J. C., Padrão, J., Khan, M. T. & Walker, T. R. (2024). Do's and don'ts of microplastic research: a comprehensive guide. *Water Emerging Contaminants and Nanoplastics*, 3, 8. <https://doi.org/10.20517/wecn.2023.61>
- Reisser, J., Shaw, J., Hallegraeff, G., Proietti, M., Barnes, D. K. A., Thums, M., Wilcox, C., Hardesty, B. D. & Pattiarratchi, C. (2014). Millimeter-Sized Marine Plastics: A New Pelagic Habitat for Microorganisms and Invertebrates. *PLOS ONE*, 9(6), e100289. <https://doi.org/10.1371/JOURNAL.PONE.0100289>
- 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. R., Allen, G. R., Peña, E. C., & Estape, A. (2024). *Peces Costeros del Pacífico Oriental Tropical: sistema de Información en línea*. Versión 3.0 Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales, Balboa, República de Panamá. <https://biogeodb.stri.si.edu/sftep/es/pages>

- Rochman, C. M., Hoh, E., Kurobe, T. & Teh, S. J. (2013). Ingested plastic transfers hazardous chemicals to fish and induces hepatic stress. *Scientific Reports*, 3, 3263. <https://doi.org/10.1038/srep03263>
- Salcedo, E. (2022). Influencia de la calidad ambiental en la dinámica del ensamblaje de peces de interés comercial en la Bahía de Tumaco , Pacífico colombiano [Universidad Nacional de Colombia]. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/82092>
- Sánchez-Giraldo, N., Molina, A. E. y Duque, G. (2025). Abundancia y composición de residuos marinos en playas de la bahía de Buenaventura, en el Pacífico colombiano. *Bol. Investig. Mar. Costeras*, 54(1), 111-30. <https://boletin.invemar.org.co/ojs/index.php/boletin/article/view/1328>
- Sandoval-Londoño, L., Leal-Flórez, J., Blanco-Libreros, J. F. y Taborda-Marín, A. (2017). Hábitos alimenticios y aspectos del uso del hábitat por el chivo cabezón *Ariopsis sp.* (aff. *assimilis*) (Siluriformes: Ariidae), en una laguna costera neotropical (Ecorregión Darién, Colombia). *Revista Actualidades Biológicas*, 37(102), 55-66. <https://doi.org/10.17533/udea.acbi.329008>
- Sutton, R., Mason, S. A., Stanek, S. K., Willis-Norton, E., Wren, I. F. & Box, C. (2016). Microplastic contamination in the San Francisco Bay, California, USA. *Marine Pollution Bulletin*, 109(1), 230-235. <https://doi.org/10.1016/J.MARPOLBUL.2016.05.077>
- Tafurt, D., Molina, A. y Duque, G. (2021). Feeding habits of three species of sole fish (Pleuronectiformes: Achiridae) in Buenaventura Bay, Colombian Pacific. *Revista de Biología Tropical*, 69(3), 1055-1068. <https://doi.org/10.15517/RBT.V69I3.41922>
- Tenorio, G. (2011). Sistemática molecular de cinco especies de bagres de la familia Ariidae de México [Universidad Autónoma Metropolitana]. <https://doi.org/https://doi.org/10.24275/uami.8623hz06b>
- Trojer, H. (2017). Meteorología y climatología de la vertiente del Pacífico colombiano. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 41(S), 467-490. <https://raccefyn.co/index.php/raccefyn/article/view/583>
- Vásquez-Molano, D., Molina, A. y Duque, G. (2021). Distribución espacial y aumento a través del tiempo de microplásticos en sedimentos de la Bahía de Buenaventura, Pacífico colombiano. *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras*, 50(1), 27-42. <https://doi.org/10.25268/bimc.invemar.2021.50.1.1021>
- Vidal, L., Molina, A. y Duque, G. (2021). Incremento de la contaminación por microplásticos en aguas superficiales de la bahía de Buenaventura, Pacífico colombiano. *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), 571-599. <https://doi.org/10.18257/raccefyn.1893>

Zhou, Y., Ashokkumar, V., Amobonye, A., Bhattacharjee, G., Sirohi, R., Singh, V., Flora, G., Kumar, V., Pillai, S., Zhang, Z. & Awasthi, M. K. (2023). Current re-

search trends on cosmetic microplastic pollution and its impacts on the ecosystem: A review. *Environmental Pollution*, 320, 121106. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2023.121106>

**Conflictos de intereses**

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.



**Licencia de Creative Commons**

Revista de Investigación Agraria y Ambiental is licensed under a Creative Commons Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual 4.0 Internacional License.