



## Hábitos tróficos del lenguado *Citharichthys gilberti* (Paralichthyidae) y su variabilidad espaciotemporal en la bahía de Buenaventura, Pacífico colombiano

### Trophic habits of the flounder *Citharichthys gilberti* (Paralichthyidae) and its spatiotemporal variability in Buenaventura Bay, Colombian Pacific

Evelin García-Cardona<sup>1</sup>, Andrés Molina<sup>1</sup> y Guillermo Duque<sup>2\*</sup>

0000-0003-2118-1982

0000-0003-1954-4393

0000-0002-2468-529X

1. Grupo de Investigación Ecología y Contaminación Acuática, Universidad Nacional de Colombia, Sede Palmira, Carrera 32 Chapinero, vía Candelaria, Palmira, Colombia. [evgarcia@unal.edu.co](mailto:evgarcia@unal.edu.co), [aemolinas@unal.edu.co](mailto:aemolinas@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](mailto:gduquen@unal.edu.co)\*

\* Autor de correspondencia.

#### RESUMEN

Los lenguados pertenecientes al orden Pleuronectiformes son peces aplanados que habitan fondos estuarinos blandos. Son importantes ya que proporcionan un intercambio energético entre el hábitat demersal y la columna de agua, reflejando los efectos de las variaciones ambientales del ecosistema y la dinámica de especies relacionadas tróficamente. Esta investigación evalúa la influencia que tienen algunas variaciones ambientales (espaciotemporales) en la dieta de *Citharichthys gilberti* en la bahía de Buenaventura. Se examinaron 92 estómagos correspondientes a sitios con diferentes características ambientales dentro de la bahía. Se determinaron índices de alimentación para hacer una caracterización trófica y evaluar las interacciones entre los hábitos tróficos y las variables ambientales. Las presas con mayor importancia relativa en la dieta de *C. gilberti* fueron los crustáceos y los peces. El consumo de crustáceos fue mayor en la época seca y en el sector externo, siendo influenciado significativamente por variaciones de pH y transparencia. Por otra parte, el consumo de peces fue constante todo el año, independientemente de las variaciones ambientales. Se logró determinar que *C. gilberti* es un carnívoro generalista, oportunista según la disponibilidad de alimento, con adaptabilidad al medio y que puede llegar a presentar competencia intraespecífica con otros consumidores de crustáceos.

**PALABRAS CLAVE:** lenguados, estuarios, hábitos alimentarios, factores ambientales

#### ABSTRACT

Fishes belonging to the order Pleuronectiformes, are flattened and inhabit estuarine bottoms. They are important because they provide an energy exchange between the demersal habitat and the water column, reflecting the effects of environmental variations in the ecosystem and the dynamics of trophic relation between species. This research evaluates the influence that some space-time variations have on the diet of *Citharichthys gilberti* in Buenaventura Bay. 92 stomachs corresponding to sites with different environmental characteristics within the Bay were examined. Feeding indices were determined to make a trophic characterization and evaluate the interactions between trophic habits and environmental variables. The prey with the highest relative importance in the diet of *C. gilberti* were crustaceans and fish. The consumption of crustaceans was higher in the dry season and in the external zone, being significantly influenced by variations in pH and transparency. On the other hand, fish consumption was constant throughout the year, regardless of environmental variations. It was possible to determine that *C. gilberti* is a generalist carnivore, opportunistic according to the availability of food, with adaptability to the environment and that it can present intraspecific competition with other consumers of crustaceans.

**KEYWORDS:** flatfishes, estuaries, foodhabits, environmental factors.

DOI: <https://doi.org/10.25268/bimc.invemar.2021.50.2.1078>

Publicado por INVEMAR

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

Published by INVEMAR

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

## INTRODUCCIÓN

Los peces habitan en un medio con el que tienen interacción de forma permanente, cualquier variación o cambio en dicho medio, tiene influencia en su desarrollo (Romano, 1996; Gamboa *et al.*, 2008). En los peces, los hábitos tróficos son susceptibles de perturbación bajo variaciones en las condiciones ambientales del medio (Ruíz, 2018), lo que ocurre a través de la disponibilidad de alimentos. Por ejemplo: una disminución en la transparencia del agua podría impedir la visualización de algunas presas, reduciendo la capacidad de los peces para alimentarse (Botero, 2004). Además, la forma en que los peces se alimentan genera un intercambio de materia y energía dentro de la red trófica, sosteniendo así un nicho ecológico en el ecosistema (Guevara *et al.*, 2007). Por esta razón, la comprensión de la ecología trófica aporta información relevante sobre la dinámica y la estructura de la comunidad (Cogua *et al.*, 2013), proporcionando información para mitigar y contrarrestar los impactos potenciales a los que una comunidad podría estar expuesta (Amezcuza y Portillo, 2010).

Los peces de la familia Paralichthyidae son lenguados izquierdos que usualmente se encuentran en hábitats costeros (Robertson y Allen, 2015), principalmente sobre los fondos marinos y estuarinos (Lopez *et al.*, 2014), donde tienen condiciones apropiadas para la alimentación y crecimiento de lenguados juveniles (Flores *et al.*, 2013). Los estuarios son el lugar de encuentro de aguas dulces y saladas, con características fisicoquímicas y biológicas diferentes (Acha y Mianzan, 2003). Se caracterizan por ser altamente productivos, generadores de detritus, nutrientes y organismos a ecosistemas vecinos, incluso hacen parte del sustento de ecosistemas de la plataforma continental (Arancibia, 1987). Adicionalmente, los estuarios pueden verse afectados directamente por el desarrollo urbano ya que se localizan en zonas costeras donde actúan estresores múltiples como industrialización y sobrepesca, entre otros (Marcovecchio y Freije, 2013). Estos factores de origen antrópico, junto con otros de origen natural como la dinámica fluvial, pueden condicionar la dinámica ambiental, produciendo variaciones en la salinidad, nutrientes, temperatura y materia orgánica, los cuales influyen en los procesos biológicos de las especies dependiente o relacionadas con estos ecosistemas (Sánchez-Gil *et al.*, 2008).

La ecología trófica de *Citharichthys gilberti* Jenkins y Evermann, 1889 (Robertson y Allen, 2015b) ha sido poco estudiada; sin embargo, son abundantes en los estuarios tropicales (Moraes *et al.*, 2009). En cuanto a sus hábitos alimentarios, se ha determinado que la dieta de la familia

## INTRODUCTION

Fish live in an environment with which they are in permanent interaction and in which any variation or change will affect their development (Romano, 1996; Gamboa *et al.*, 2008). The trophic habits of fish are susceptible to perturbation caused by variations in the environmental conditions of their surroundings (Ruíz, 2018), which are reflected in the availability of food. For example: decreased water transparency might make it harder to see certain prey items, reducing the ability of predators to feed themselves (Botero, 2004). In addition, the way in which fish feed produces an exchange of materials and energy within the trophic web, thereby sustaining an ecological niche in the ecosystem (Guevara *et al.*, 2007). For this reason, an understanding of trophic ecology provides important information on the dynamics and structure of the community (Cogua *et al.*, 2013), making it possible to mitigate and counter the potential impacts to which a community might be susceptible (Amezcuza and Portillo, 2010).

Fish of the Paralichthyidae family are lefteye flounders and generally found in coastal environments (Robertson and Allen, 2015), usually on ocean and estuarine bottoms (Lopez *et al.*, 2014), where juvenile flounders encounter appropriate conditions to feed and grow (Flores *et al.*, 2013). Estuaries are places in which fresh and salt water meet. They have distinct physico-chemical and biological characteristics (Acha and Mianzan, 2003) and are highly productive, generating detritus, nutrients and organisms that are available to neighboring ecosystems, including those of the continental shelf (Arancibia, 1987). In addition, estuaries may be directly affected by urban development, since they are found in coastal zones affected by multiple stress factors, including industrialization and overfishing (Marcovecchio and Freije, 2013). These factors of anthropic origin, along with others that are natural, such as river dynamics, are capable of conditioning the environmental dynamic by producing variations in salinity and nutrient levels, temperature and organic materials, which may in turn influence the biological processes of species that depend on, or that relate to, these ecosystems (Sánchez-Gil *et al.*, 2008).

The trophic ecology of *C. gilberti* Jenkins and Evermann, 1889 (Robertson and Allen, 2015b) has been little studied. However, the species is abundant in tropical estuaries (Moraes *et al.*, 2009). It has been determined

Paralichthyidae se compone principalmente por crustáceos y peces (Guedes *et al.*, 2004; Marques *et al.*, 2009; Santos, 2014). Del mismo modo, se ha evidenciado que las especies del género *Citharichthys* se alimentan principalmente de crustáceos, seguidos de poliquetos y peces como ítems principales de alimento (Guedes *et al.*, 2004). Finalmente, para la especie *C. gilberti* se ha registrado una alimentación compuesta por crustáceos (camarones/cangrejos) y gusanos móviles bentónicos y peces óseos (Robertson y Allen, 2015b). En la bahía de Buenaventura *C. gilberti*, ha sido clasificada como residente permanente del estuario (Molina *et al.*, 2020). Esta especie no es considerada de valor comercial; sin embargo, su captura se presenta con frecuencia de forma incidental en la pesca de arrastre. El presente estudio tuvo como objetivo identificar los hábitos tróficos de *C. gilberti* y la influencia que tienen las variaciones ambientales de la bahía de Buenaventura sobre su dinámica trófica en diferentes épocas del año y en diferentes puntos del estuario.

## ÁREA DE ESTUDIO

La bahía de Buenaventura se encuentra ubicada en la costa Pacífica de Colombia, en el departamento del Valle del Cauca. Se caracteriza por ser uno de los lugares más lluviosos del planeta, con precipitaciones de 6980 mm anuales y altas temperatura (Cantera y Blanco, 2001). En este estuario la precipitación es bimodal, presentando sus mayores valores en septiembre y octubre y los más bajos en febrero y marzo (Otero *et al.*, 2007), pudiéndose identificar dos épocas climáticas principales, una seca que se caracteriza por precipitaciones mensuales < 500 mm de enero a junio, y una época de lluvia con precipitaciones mensuales > 500 mm de julio a diciembre (Molina *et al.*, 2020). A su vez en la bahía desembocan ríos como el Dagua y el Anchicayá, concediendo al lugar la condición de estuario y generando un gradiente de salinidad fuertemente marcado, siendo más dulce sobre la costa y más salado en dirección al mar (Pérez, 2007). En el puerto de Buenaventura, como en la mayoría de zonas costeras del mundo, se ha venido presentando un incremento en la población, demandando necesidades básicas como agua dulce, vivienda y alimentos, lo cual genera un aumento de la presión antrópica (Correa y Zamora, 2017; Martínez *et al.*, 2019; Vásquez *et al.*, 2021).

## MATERIALES Y MÉTODOS

Los especímenes se recolectaron usando pesca de arrastre artesanal en embarcaciones de fibra de vidrio con motor 15 HP, utilizando una red con un ojo de malla

that the diet of the Paralichthyidae consists primarily of crustaceans and fish (Guedes *et al.*, 2004; Marques *et al.*, 2009; Santos, 2014). Similarly, the principal food of the genus *Citharichthys* is crustaceans, followed by polychaetes and fish (Guedes *et al.*, 2004). Finally, the diet of *C. gilberti* in particular has been recorded to consist of crustaceans (shrimp/crabs), mobile benthic worms and bony fish (Robertson and Allen, 2015b). *C. gilberti*, is classified as a permanent resident of the Buenaventura Bay estuary (Molina *et al.*, 2020). It is not considered to have commercial value but is a frequent by-catch of commercial trawling. The objective of the current research was to identify the trophic habits of *C. gilberti* and the influence exerted on its trophic dynamics by seasonal environmental variations in the bay and by different locations within it.

## STUDY AREA

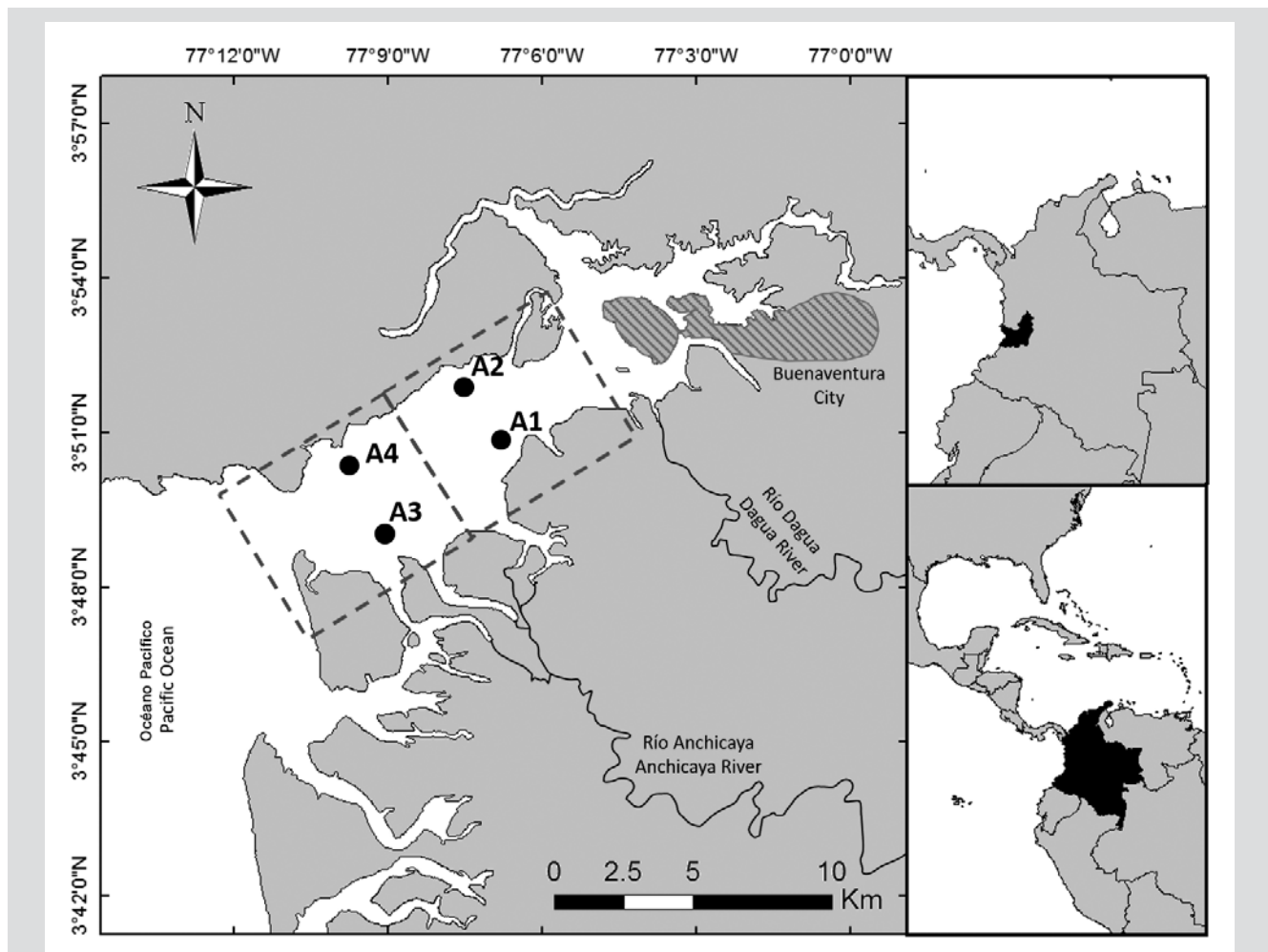
Buenaventura Bay is located on Colombia's Pacific coast in the department of Valle del Cauca. It is one of the wettest places on the planet, with an annual rainfall of 6,980 mm, and high temperatures (Cantera and Blanco, 2001). Precipitation in the estuary is bimodal, with the highest levels recorded in September and October and the lowest in February and March (Otero *et al.*, 2007). Two principal climatic periods have been identified: a dry season between January and June, with monthly rainfall < 500 mm and a rainy season between July and December, with average rainfall > 500 mm (Molina *et al.*, 2020). Two rivers, the Dagua and the Anchicayá, drain into the bay conferring on it the status of estuary and resulting in distinct levels of salinity, fresher in the coastal areas and saltier further out to sea (Pérez, 2007). In common with other coastal areas of the world, the port of Buenaventura has experienced population growth, with increased demand for basic needs such as fresh water, housing and food increasing the levels of anthropic pressure (Correa and Zamora, 2017; Martínez *et al.*, 2019; Vásquez *et al.*, 2021).

## MATERIALS AND METHODS

The species samples were collected using artisanal trawl methods using glass fiber boats with 15 HP motors, with a net gauge of 25.4 mm. Trawl speed was between 3.1 and 4.0 km/h. This type of fishing is not selective and is used traditionally to capture shrimp (Salazar, 2014). Sampling was carried out in two distinct areas of the bay.

de 25,4 mm. La velocidad de arrastre estuvo entre 3,1 y 4,0 km/h. Este tipo de pesca tiene baja selectividad y es utilizada tradicionalmente para la captura de camarones (Salazar, 2014). Los muestreos se realizaron en dos sectores definidos dentro de la bahía: el Estuario Interno. con los puntos de muestreo A1 ( $3^{\circ} 50' 32,36'' - 3^{\circ} 50' 56,29''$  N;  $77^{\circ} 06' 33,29'' - 77^{\circ} 07' 09,50''$  W) y A2 ( $3^{\circ} 50' 22,15'' - 3^{\circ} 52' 00,51''$  N;  $77^{\circ} 07' 08,82'' - 77^{\circ} 09' 14,00''$  W), se encuentra al interior de la bahía, presenta influencia del río Dagua y tiene la mayor presión antrópica por su cercanía al centro urbano. Por su parte, Estuario Externo. con los puntos de muestreo A3 ( $3^{\circ} 48' 50,69'' - 3^{\circ} 49' 14,51''$  N;  $77^{\circ} 08' 46,41'' - 77^{\circ} 09' 24,74''$  W) y A4 ( $3^{\circ} 50' 21,99'' - 3^{\circ} 50' 46,35''$  N;  $77^{\circ} 09' 03,18'' - 77^{\circ} 09' 35,92''$  W), presenta una mayor influencia marina (Figura 1). Cabe resaltar que en toda la bahía ocurre un tráfico constante de embarcaciones y eventuales operaciones de dragado.

The Inner Estuary, with sample points A1 ( $3^{\circ} 50' 32,36'' - 3^{\circ} 50' 56,29''$  N;  $77^{\circ} 06' 33,29'' - 77^{\circ} 07' 09,50''$  W) and A2 ( $3^{\circ} 50' 22,15'' - 3^{\circ} 52' 00,51''$  N;  $77^{\circ} 07' 08,82'' - 77^{\circ} 09' 14,00''$  W) comprises the inner part of the estuary and is influenced by the waters of the River Dagua; it experiences the highest levels of anthropic pressure, due to its proximity to the urban center. For its part, the External Estuary, with sample points A3 ( $3^{\circ} 48' 50,69'' - 3^{\circ} 49' 14,51''$  N;  $77^{\circ} 08' 46,41'' - 77^{\circ} 09' 24,74''$  W) and A4 ( $3^{\circ} 50' 21,99'' - 3^{\circ} 50' 46,35''$  N;  $77^{\circ} 09' 03,18'' - 77^{\circ} 09' 35,92''$  W), is more influenced by the sea (Figure 1). It is important to bear in mind that the entire area experiences the constant passage of ships and periodic dredging activities.



**Figura 1.** Áreas de estudio dentro de la bahía de Buenaventura. Las líneas punteadas representan las dos zonas de muestreo, Estuario Interno (EI) y Estuario Externo (EE). Los puntos representan los sitios de muestreo.

**Figure 1.** Research areas within Buenaventura Bay. The dotted lines represent the two sampling zones, the Internal Estuary (IE) and the External Estuary (EE). The points represent the sampling sites.

En cada punto de muestreo se realizaron tres arrastres, cada uno con una duración de 10 min, almacenando los individuos en una nevera con hielo. En cada estación se realizaron muestreos de variables ambientales del agua (salinidad, oxígeno disuelto, transparencia, pH y temperatura) con ayuda de una sonda multiparamétrica (Thermo Scientific Orion Five Stars Probe) a una profundidad de 50 cm, Lo anterior, excepto para la prueba de transparencia la cual se hizo con disco Secchi. Este estuario puede considerarse un sistema bien mezclado, debido a que presenta diferencias entre la salinidad del fondo y la superficie menor a 2 (Otero, 2005).

Los muestreos se llevaron a cabo en la época seca (primer semestre) en marzo y junio y en época de lluvia (segundo semestre) en septiembre y noviembre de 2015 y 2016. En el laboratorio, los lenguados fueron separados del resto de la captura y se procedió a identificarlos taxonómicamente siguiendo a Fischer *et al.* (1995), Nelson (2006), Robertson y Allen (2015), y Froese y Pauly (2017). Se les extrajeron los estómagos conservándolos en formol al 4 %, determinando luego el contenido estomacal por medio de un estereoscopio, separándolo en grandes grupos (Flores *et al.*, 2013; Robertson y Allen, 2015). Las presas fueron clasificadas y contadas y se determinó el peso seco de los ítems alimentarios secándolos en un horno a 70 °C. Se construyeron pruebas Permanova con base en matrices de similaridad a partir de distancias euclidianas y datos sin transformar de cada uno de los parámetros ambientales (oxígeno disuelto (mg/l), temperatura (°C), pH, transparencia (cm) y salinidad) con el fin de evaluar diferencias significativas entre las épocas (lluvia-seca) y los sectores de muestreo (interno: A1-A2 y externo: A3-A4) (Clarke, 1993; Clarke *et al.*, 2014).

En los estudios de alimentación se observa una gran variedad de aspectos tenidos en cuenta en las evaluaciones del número mínimo de muestras para poder describir satisfactoriamente la dieta de una especie. Sin embargo, debido a la dificultad de identificar cada ítem del contenido estomacal, en muchos estudios se ha determinado que analizar de forma agrupada las presas permite alcanzar una buena representatividad (Shark y Lucia, 2008; Belleggia, 2009; Garay *et al.*, 2018;). En este estudio, todos los análisis a continuación descritos se hicieron con la agrupación de presas en seis grupos tróficos compuestos así: nematodos, moluscos (bivalvos y calamares), crustáceos (larvas de camarón, camarón Squillidae, camarón Penaeidae, cangrejos e isópodos), huevos, peces y poliquetos.

Para analizar la dinámica trófica se utilizaron la Frecuencia de Ocurrencia (% F), el porcentaje en peso de cada

Three trawls were carried out at each sampling point, each of which lasted 10 min: the individuals collected were stored in cold boxes, on ice. Samples of environmental water variables (salinity, dissolved oxygen, transparency, pH and temperature) were taken at each station using a multiparametric meter (Thermo Scientific Orion Five Stars Probe) at a depth of 50 cm, with the exception of water transparency, which was measured using a Secchi disk. The estuary may be considered a well-mixed system, because the difference between salinity at the bottom and the surface is less than two (Otero, 2005).

The samples were taken in 2015 and 2016 during the dry season (first semester, March and June) and the rainy season (second semester, September and November). The flounders were separated from the rest of the catch in the laboratory before being identified taxonomically using the method described by Fischer *et al.* (1995), Nelson (2006), Robertson and Allen (2015), and Froese and Pauly (2017). The stomachs were extracted and preserved in formaldehyde at 4 % and the stomach contents were then ascertained and separated into broad groups using a stereoscope (Flores *et al.*, 2013; Robertson and Allen, 2015). The prey items were classified and counted, and their dry weights determined by drying in an oven at 70 °C. Permanova samples were established using similarity matrices, constructed on the basis of Euclidian distances of untransformed data for each of the environmental parameters - dissolved oxygen (mg/l), temperature (°C), pH, transparency (cm) and salinity - in order to evaluate significant differences between the seasons (rainy/dry) and the different sampling sectors (internal: A1-A2 and external: A3-A4) (Clarke, 1993; Clarke *et al.*, 2014).

Existing research on feeding habits differs markedly in the aspects taken into account when considering the minimum number of samples required to describe the diet of a species satisfactorily. However, given the difficulty of identifying each item found in the stomach contents, there is a degree of consensus in the literature that analyzing prey items by group produces representative results (Shark and Lucia, 2008; Belleggia, 2009; Garay *et al.*, 2018;). All the analyses described below were conducted by grouping prey items in six trophic groups, as follows: nematodes, mollusks (bivalves and squid), crustaceans (shrimp larvae, Squillidae and Penaeidae shrimps, crabs and isopods), eggs, fish and polychaetes.

Trophic dynamics were analyzed using frequency of occurrence (% F), percentage weight of each prey item (% W) and percent number (% N) for the total number of



ítem de presa (% P) y la frecuencia porcentual numérica (% N), correspondiente al número total de individuos de cada ítem de presa sobre el número total que suman los individuos de todos los ítems. Estos tres porcentajes son comúnmente usados en estudios tróficos de peces (Sá *et al.*, 2006; Navia *et al.*, 2014; Garay *et al.*, 2018 ). Sin embargo, cada uno de los porcentajes mencionados no representa un análisis completo, debido a que ítems muy numerosos y pequeños podrían influir en la importancia de ítems grandes y poco abundantes; así mismo, en el análisis gravimétrico se le podría dar mayor relevancia a un organismo pesado, por esa razón, es necesario el análisis conjunto de varios indicadores, para representar de forma más completa los procesos tróficos (Duque *et al.*, 1996; Labbé y Arana, 2001; Ortaz *et al.*, 2006 ). Para ello, se utilizaron los siguientes índices:

**1) Coeficiente de alimentación (Q):** Permite evaluar las relaciones otorgando la misma importancia relativa al número y al peso de presas. Siendo presas preferenciales ( $Q > 200$ ), presas secundarias ( $20 < Q < 200$ ) y presas accidentales ( $Q < 20$ ) (Hureau, 1970).

$$Q = \% N \times \% P$$

**2) Índice de Importancia Relativa (IRI):** Permite evaluar las relaciones entre los diferentes ítems de presa. Siendo presas principales ( $20000 > IRI > 200$ ), presas secundarias ( $200 > IRI > 20$ ) y presas accidentales ( $20 > IRI > 0$ ) (Pinkas *et al.*, 1971).

$$IRI = (\% N + \% PESO) \times \% FO$$

También se tuvo en cuenta el índice de vacuidad, correspondiente a la proporción de estómagos vacíos de la muestra evaluada. (Molinero y Flos, 1992)

$$\text{Índice de vacuidad} = (\text{número de estómagos vacíos} / \text{total del número de estómagos}) \times 100$$

El análisis de la estrategia alimentaria se realizó basado en el método gráfico planteado por (Amundsen *et al.*, 1996) que consiste en representar en un plano cartesiano la abundancia específica % Pi (y) que corresponde a:

$$\% Pi = (\sum Si / \sum STi) \times 100$$

donde, Si = número de estómagos que contienen la presa i como alimento único, STi = total de estómagos donde la presa i se encuentra presente.

Adicionalmente, se determinó la frecuencia de ocurrencia % F (x) de la presa. Lo anterior permitió interpretar la importancia de cada presa, la estrategia alimentaria (generalista o especialista) y la contribución intra e inter

individuos de cada prey item divided by the total number of individuals. These three percentages are commonly used in trophic studies of fish (Sá *et al.*, 2006; Navia *et al.*, 2014; Garay *et al.*, 2018 ). However, taken alone, none provides a complete analysis because very numerous, small, items might obscure the significance of large, scarce, items. In addition, a gravimetric analysis might exaggerate the importance of a heavy organism. For this reason, several indicators should be analyzed together in order to represent the trophic processes in the most complete way possible (Duque *et al.*, 1996; Labbé and Arana, 2001; Ortaz *et al.*, 2006 ). The following indicators were used for the purpose:

**1) Feed coefficient (Q),** which makes it possible to evaluate relations, granting the same relative importance to the number and weight of prey items. The categories used are preferential prey items ( $Q > 200$ ), secondary prey items ( $20 < Q < 200$ ) and accidental prey items ( $Q < 20$ ) (Hureau, 1970).

$$Q = \% N \times \% P$$

**2) Index of relative importance (IRI),** used to evaluate relations between different prey items. The categories used are preferential prey items ( $20000 > IRI > 200$ ), secondary prey items ( $200 > IRI > 20$ ) and accidental prey items ( $20 > IRI > 0$ ) (Pinkas *et al.*, 1971).

$$IRI = (\% N + \% WEIGHT) \times \% FO$$

An emptiness index was also used, corresponding to the proportion of empty stomachs found in the sample examined (Molinero and Flos, 1992).

$$\text{Emptiness index} = (\text{Number of empty stomachs} / \text{empty stomachs total}) \times 100$$

The analysis of feeding strategy was carried out using the graphic method proposed by Amundsen *et al.*, (1996), a process consisting in representing specific abundance % Pi (y) using a Cartesian plane, as follows:

$$\% Pi = (\sum Si / \sum STi) \times 100$$

where, Si = number of stomachs that contain prey item i as sole food source, STi = total of stomachs in which prey item i is present

Additionally, the frequency of the occurrence % F (x) of the prey item was determined. Using this approach it was possible to interpret the importance of each prey item, feeding strategy (generalist or specialist) and the intra- and inter-specific contribution to the size of the amplitude of

específica a la amplitud del nicho trófico (Ferriz y Iwaszkiw, 2014). Para lo anterior, se utilizó la interpretación gráfica propuesta por Sánchez *et al.* (2013).

Para el análisis de la influencia de variables espaciotemporales en los hábitos tróficos se llevó a cabo una comparación por época y sector de muestreo de la composición de la dieta de *C. gilberti*, basada en las bases de datos de pesos y de números de ítems, así como en los descriptores % P, % N, y Q para identificar diferencias significativas, usando un análisis Permanova ( $p$  (PERM) = 0,05). Las bases de datos de % F e IRI se utilizaron para complementar dicha comparación. Finalmente, con el fin de determinar la influencia de las variables fisicoquímicas sobre los hábitos tróficos de la especie, se usaron correlaciones por rangos de Spearman (Ortega *et al.*, 2009; Martínez *et al.*, 2019).

## RESULTADOS

### Dinámica ambiental

La salinidad presenta diferencias significativas ( $p$  (PERM) = 0,0003) entre la época seca y de lluvia (Tabla 1). En ambas épocas los valores de salinidad en el sector interno fueron menores con respecto al externo. En la época de lluvia se presentan valores más bajos de salinidad con respecto a la época seca. Para la época de lluvia en el sector externo la salinidad fue mayor ( $19,42 \pm 1,19$ ), mientras que para el interno fue menor ( $15,87 \pm 0,81$ ). Se presentó la misma tendencia con respecto a la época seca, ya que la salinidad fue menor en el sector interno ( $23,47 \pm 0,78$ ) que en el externo ( $25,92 \pm 0,47$ ). Por otra parte, la variable pH presentó diferencia significativa ( $p$  (PERM) = 0,0332) en la interacción época/sector (Tabla 1). Para la época de lluvia en el sector externo el promedio de pH fue de  $7,72 \pm 0,07$ , mientras que para el sector interno fue de  $7,77 \pm 0,02$ . Sin embargo, ocurrió lo contrario en la época seca, en la cual el promedio de pH en el sector interno fue de  $7,62 \pm 0,05$ , menor que en el externo, donde fue de  $7,98 \pm 0,03$ .

Respecto a la temperatura, no se presentaron diferencias significativas espacial ni temporalmente ( $p$  (PERM) > 0,05). Se observó una tendencia de menores temperaturas en época de lluvia y mayores temperaturas en época seca. Para la época de lluvia en el sector externo el promedio fue de  $28,36 \pm 0,33$  °C, mientras que para el interno fue de  $28,47 \pm 0,37$  °C. En época seca en el sector interno la temperatura promedio fue de  $28,69 \pm 0,78$  °C y en el externo fue de  $28,87 \pm 0,08$  °C (Tabla 1). Por otro lado, hubo una tendencia de aguas más transparentes en época seca que en época de lluvia, sin encontrarse diferencias significativas

the trophic niche (Ferriz and Iwaszkiw, 2014). The graphic interpretation method proposed by Sánchez *et al.* (2013) was used for this purpose.

To analyze of the influence of spatio-temporal variables in trophic habits, a comparison by season and sampling sector was carried out of the dietary composition of *C. gilberti*, based on the databases of prey weights and number of prey items and of the descriptors % W, % N, and Q in order to identify significant differences, using Permanova ( $p$  (PERM) = 0.05) analysis. The % F and IRI databases were used to complement this comparison. Finally, Spearman rank correlations (Ortega *et al.*, 2009; Martínez *et al.*, 2019) were used to determine the influence of physico-chemical variables on the trophic habits of the species.

## RESULTS

### Environmental dynamics

Salinity varied significantly ( $p$  (PERM) = 0.0003) between the dry and rainy seasons (Table 1). In both periods, the values for salinity were lower in the inner sector than the external. In the rainy season, salinity values were lower than in the dry season. Salinity values were higher during the rainy season in the external sector ( $19.42 \pm 1.19$ ) and lower in the internal sector ( $15.87 \pm 0.81$ ). The same tendency occurred in the dry season, when salinity was lower in the internal sector ( $23.47 \pm 0.78$ ) than the external ( $25.92 \pm 0.47$ ). In addition, the variable pH showed significant differences ( $p$  (PERM) = 0.0332) in the interaction period/sector (Table 1). Average pH in the external sector during the rainy season was  $7.72 \pm 0.07$  and for the internal sector  $7.77 \pm 0.02$ . However, the opposite was the case during the dry season, during which average pH in the internal sector was  $7.62 \pm 0.05$ , lower than in the external sector, where it was measured as  $7.98 \pm 0.03$ .

No significant spatial or temporal differences were observed in temperature ( $p$  (PERM) > 0.05). There was a tendency for temperatures to be lower during the rainy season and higher in the dry period, with an average in the external sector in the rainy season of  $28.36 \pm 0.33$  °C and of  $28.47 \pm 0.37$  °C in the internal sector. In the dry season average temperatures in the internal sector were  $28.69 \pm 0.78$  °C compared to  $28.87 \pm 0.08$  °C in the external (Table 1). On the other hand, waters tended to be more transparent in the dry than in the rainy season, though no significant differences were found ( $p$  (PERM) < 0.05). During the rainy season, average transparency for

( $p$  (PERM) < 0,05). Para la época de lluvia en el sector externo el promedio fue de  $51,67 \pm 3,61$  cm mientras que para el sector interno fue de  $44,94 \pm 3,38$  cm, un poco menor. Sin embargo, ocurrió lo contrario en la época seca, ya que la transparencia fue un poco mayor en el sector interno ( $67,87 \pm 5,62$  cm) que en el externo ( $65,42 \pm 2,61$  cm) (Tabla 1). En cuanto al oxígeno disuelto, hubo una tendencia de valores mayores en época de lluvia con respecto a la época seca. Para la época de lluvia en el sector externo el promedio fue de  $6,52 \pm 0,29$  mg/l mientras que para el sector interno fue de  $6,21 \pm 0,30$  mg/l, un poco menor. De igual manera, se presentó la misma tendencia en la época seca, ya que la salinidad fue un poco menor en el sector interno ( $5,45 \pm 0,09$  mg/l) que en el externo ( $6,05 \pm 0,08$  mg/l). Las diferencias encontradas no fueron significativas (Tabla 1).

**Tabla 1.** Variables ambientales (promedios  $\pm$  error estándar) en función de las épocas (seca y lluvia) y los sectores de muestreo (interno (Int) y externo (Ext)). Salinidad (Sal), pH, temperatura (T), transparencia (Trans) y oxígeno disuelto (OD). Los resultados de las pruebas pos hoc, Permanova pair-wise test, se representan con letras diferentes cuando existen diferencias significativas ( $p$  (PERM) < 0,05) siendo a mayor que b.

		Sal	pH	T (°C)	Trans (cm)	OD (mg/l)
Lluvia / Rainy	Int	15.87 $\pm$ 0.81 b	7.77 $\pm$ 0.02 b	28.47 $\pm$ 0.37	44.94 $\pm$ 3.38	6.21 $\pm$ 0.3
	Ext	19.42 $\pm$ 1.19 b	7.72 $\pm$ 0.07 b	28.36 $\pm$ 0.33	51.67 $\pm$ 3.61	6.52 $\pm$ 0.29
Seca / Dry	Int	23.47 $\pm$ 0.78 a	7.62 $\pm$ 0.05 c	28.69 $\pm$ 0.78	67.87 $\pm$ 5.62	5.45 $\pm$ 0.09
	Ext	25.92 $\pm$ 0.47 a	7.98 $\pm$ 0.03 a	28.87 $\pm$ 0.08	65.42 $\pm$ 2.61	6.05 $\pm$ 0.08

### Contenido estomacal e influencia espacio temporal

Se analizaron 92 estómagos de *C. gilberti*, de los cuales 71,7 % se encontró con contenido identificable, 17,3 % contenía detritos y 10,9 % se encontró sin contenido (índice de vacuidad). Se lograron identificar 12 tipos de presas: calamares, peces, cangrejos, camarones de la familia Squillidae, camarones de la familia Penaeidae, larvas de camarón, larvas de cangrejo, isópodos, bivalvos, nematodos, poliquetos y huevos.

*Citharichthys gilberti* se alimenta principalmente de crustáceos y peces (Tabla 2). Estos ítems fueron las presas más importantes dentro de la composición total de su dieta, categorizados según el coeficiente de alimentación (Q) y el índice de relativa importancia (IRI) como presas principales o preferenciales. Según los dos índices estudiados, los nematodos y los poliquetos fueron presas secundarias y los huevos y moluscos presas secundarias o accidentales (Tabla 2).

the external sector was  $51.67 \pm 3.61$  cm compared to  $44.94 \pm 3.38$  cm – a little less – for the internal sector. However, the opposite was the case in the dry season, as transparency was a little greater in the internal sector ( $67.87 \pm 5.62$  cm) than the external ( $65.42 \pm 2.61$  cm) (Table 1). In terms of dissolved oxygen, the tendency was for levels to be higher in the rainy than in the dry season. The average for the external sector during the former was  $6.52 \pm 0.29$  mg/l compared to the slightly lower reading of  $6.21 \pm 0.30$  mg/l for the internal sector. The same occurred in terms of salinity, as during the dry season salt levels were a little lower in the internal sector ( $5.45 \pm 0.09$  mg/l) than the external ( $6.05 \pm 0.08$  mg/l). The differences found, however, were not significant (Table 1).

**Table 1.** Environmental variables (means  $\pm$  standard error) by season (dry and rainy) and sampling sector (internal (Int) and external (Ext)). Salinity (Sal), pH, temperature (T), transparency (Trans) and dissolved oxygen (DO). The results of the post hoc tests and the Permanova pair-wise test, are represented with different letters when there are significant differences ( $p$  (PERM) < 0.05), a being greater than b.

### Stomach contents and spatiotemporal influence

Of the 92 *C. gilberti* stomachs examined, the contents of 71.7 % were identifiable. Of these, 17.3 % contained detritus and 10.9 % had no contents (emptiness index). Twelve varieties of prey were found: squid, fish, crabs, Squillidae and Penaeidae shrimps, shrimp and crab larvae, isopods, bivalves, nematodes, polychaetes and eggs.

*C. gilberti* feeds principally on crustaceans and fish (Table 2). These were the most significant prey items found in its overall diet, categorized according to feed coefficient (Q) and index of relative importance (IRI) as principal or preferential prey. According to these indices, nematodes and polychaetes were secondary prey, while eggs and mollusks might be either secondary or accidental prey (Table 2).





**Tabla 2.** Composición de la dieta de *Citharichthys gilberti* en general, por sectores de muestreo y por épocas. Descriptores de las presas: peso de las presas (P), número de las presas (n), porcentaje peso (% P), porcentaje número (% N), frecuencia de ocurrencia (% F), índice de relativa importancia (IRI) y coeficiente de alimentación (Q). Los resultados de las pruebas pos hoc, Permanova pair-wise test, se representan con letras diferentes cuando existen diferencias significativas ( $p$  (PERM) < 0,05) siendo a mayor que b. Las categorías de presa se contemplaron bajo las siguientes escalas: Para Q = presas preferenciales ( $Q > 200$ ), presas secundarias ( $20 < Q < 200$ ) y presas accidentales ( $Q < 20$ ) Para IRI = presas principales ( $20000 > IRI > 200$ ), presas secundarias ( $200 > IRI > 20$ ) y presas accidentales ( $20 > IRI > 0$ ).

**Table 2.** Composition of the diet of *C. gilberti* overall, by sector, sampling area, and by season. Prey descriptors: prey weight (P), prey number (n), weight percentage (% W), number percentage (% N), frequency of occurrence (% F), index of relative importance (IRI) and feed coefficient (Q). The results of the Permanova post hoc tests pair-wise test, are represented with different letters when significant differences occur ( $p$  (PERM) < 0.05), a being greater than b. The prey categories were established using the following scales: For Q = preferential prey ( $Q > 200$ ), secondary prey ( $20 < Q < 200$ ) and accidental prey ( $Q < 20$ ) For IRI = main prey ( $20000 > IRI > 200$ ), secondary prey ( $200 > IRI > 20$ ) and accidental prey ( $20 > IRI > 0$ ).

		Crustáceos / Crustaceans	Peces / Fishes	Nematodos / Nematodes	Huevos / Eggs	Poliquetos / Polychaetes	Moluscos / Mollusks	
<b>P (g)</b>	Época / Season	Seca / Dry	19.0 a	8.0	2.0	1.0	1.6	0.7
		Lluvia / Rainy	10.5 b	1.9	0.4	0.3	0.3	0.0
	Sector / Sector	Interno / Internal	2.9 b	3.8	1.0	0.4	0.4	0.1
		Externo / External	26.7 a	6.0	1.5	1.0	1.6	0.6
	<b>General / General</b>		29.5	9.9	2.5	1.4	1.9	0.7
<b>n</b>	Época / Season	Seca / Dry	194.0	32.0	14.0	13.0	10.0	2.0
		Lluvia / Rainy	24.0	6.0	3.0	4.0	7.0	0.0
	Sector / Sector	Interno / Internal	26.0	13.0	6.0	10.0	1.0	1.0
		Externo / External	192.0	25.0	11.0	7.0	16.0	1.0
	<b>General / General</b>		218.0	38.0	17.0	17.0	17.0	2.0
<b>% P</b>	Época / Season	Seca / Dry	58.6	24.7	6.2	3.2	5.0	2.2
		Lluvia / Rainy	77.9	13.9	3.3	2.6	2.4	0.0
	Sector / Sector	Interno / Internal	33.3	44.4	11.7	4.5	4.3	1.7
		Externo / External	71.4	16.2	3.9	2.7	4.2	1.5
	<b>General / General</b>		64.3	21.5	5.4	3.0	4.2	1.6
<b>% N</b>	Época / Season	Seca / Dry	73.2	12.1	5.3	4.9	3.8	0.8
		Lluvia / Rainy	54.5	13.6	6.8	9.1	15.9	0.0
	Sector / Sector	Interno / Internal	45.6	22.8	10.5	17.5	1.8	1.8
		Externo / External	76.2	9.9	4.4	2.8	6.3	0.4
	<b>General / General</b>		70.6	12.3	5.5	5.5	5.5	0.6
<b>% F</b>	Época / Season	Seca / Dry	81.3	41.7	16.7	12.5	8.3	4.2
		Lluvia / Rainy	77.8	22.2	11.1	11.1	11.1	0.0
	Sector / Sector	Interno / Internal	71.4	47.6	14.3	14.3	4.8	4.8
		Externo / External	84.4	31.1	15.6	11.1	11.1	2.2
	<b>General / General</b>		80.3	36.4	15.2	12.1	9.1	3.0

			Crustáceos / Crustaceans	Peces / Fishes	Nematodos / Nematodes	Huevos / Eggs	Poliquetos / Polychaetes	Moluscos / Mollusks
<b>Q</b>	Época / Season	Seca / Dry	4293.2	297.8	33.0	15.8	18.9	1.7
		Lluvia / Rainy	4248.5	189.3	22.2	23.5	37.9	0.0
	Sector / Sector	Interno / Internal	3258.1	1086.0	150.4	250.6	8.4	8.4
		Externo / External	6433.9	308.6	67.9	30.9	70.5	0.9
	<b>General / General</b>		4537.3	264.2	29.5	16.7	23.3	1.0
<b>IRI</b>	Época / Season	Seca / Dry	10712.9	1530.8	192.1	101.6	73.2	12.4
		Lluvia / Rainy	10299.5	611.5	112.0	129.7	203.2	0.0
	Sector / Sector	Interno / Internal	5640.3	3200.7	318.1	314.4	28.8	16.6
		Externo / External	12467.0	812.9	128.5	60.9	117.5	4.3
	<b>General / General</b>		10829.6	1228.4	164.7	103.4	88.5	6.7

Se observa tendencia en los valores de cada descriptor para el ítem crustáceos de ser mayor en la época seca y en el sector externo. De forma contraria, se destaca que los peces fueron consumidos en mayor proporción en peso en el sector interno (Tabla 2). Se encontraron diferencias significativas en el peso de la suma de todos los ítems entre épocas ( $p$  (PERM) $<0,05$ ), siendo mayor en época seca. También se encontró diferencia significativa para el peso de crustáceos entre épocas y sectores de muestreo ( $p$  (PERM) $<0,05$ ), siendo mayor en época seca (19 g) y en el zona sector externo (10,5 g) (Tabla 2). Los peces y demás categorías tróficas no presentaron diferencias significativas (n, % P, % N, y Q) en el análisis por época y sector ( $p$  (PERM)  $> 0,05$ ).

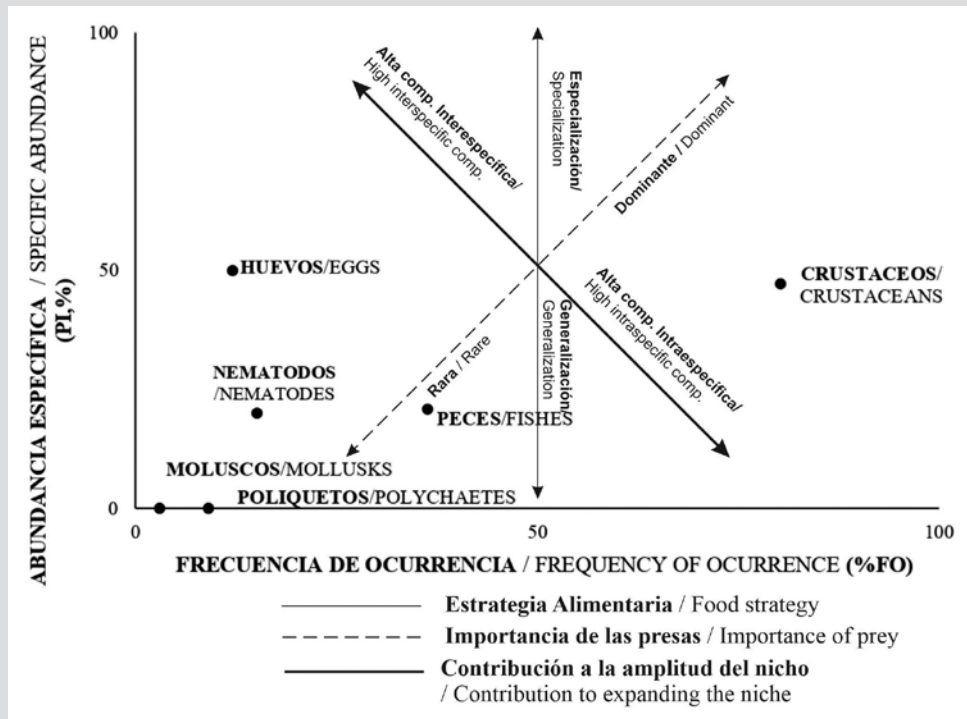
#### Estrategia alimentaria

Se pudo determinar que *C. gilberti* presentó una estrategia alimentaria de tipo generalista (Figura 2). De igual forma, se evidenció que los crustáceos y los peces tuvieron una importancia de presas dominantes. Con respecto al ítem crustáceos como alimento principal, se sugiere que la especie posee una amplitud de nicho con competencia intraespecífica sin embargo, con respecto a los ítems de presa menos importantes, *C. gilberti* presenta competencia interespecífica en el hábitat. Por último, cabe resaltar que el ítem peces (segundo con mayor % IRI y Q) presenta la mayor tendencia en sentido dominante después de los crustáceos, por encima de los ítems huevos, nematodos, moluscos y poliquetos.

It may be observed that there is a tendency in the case of crustaceans for the values of each descriptor to be higher in the dry season and in the external sector. By contrast, note that consumption of fish was greater by weight in the internal sector (Table 2). Significant differences were found in the weight of total catch between seasons ( $p$  (PERM) $<0.05$ ), which was heavier in the dry season. A significant difference was also found in the weight of the crustacean catch between seasons and sample sites ( $p$  (PERM) $<0.05$ ), which was greater in the dry season (19 g) and in the external sector (10.5 g) (Table 2). Fish and other trophic categories did not display any significant variation (n, % W, % N, and Q) by season or by location ( $p$  (PERM)  $> 0.05$ ).

#### Feeding strategy

It was established that *C. gilberti* follows a generalist feeding strategy (Figure 2). Similarly, it was demonstrated that crustaceans and fish were significant as the dominant prey. Since crustaceans were identified as the principal prey item, it is suggested that the species has a broad niche and displays intra-specific competition. However, in terms of the less significant prey in the habitat, *C. gilberti* engages in inter-specific competition. Finally, it should be stressed that the prey item fish (second, with the highest IRI and Q %) is second in dominance after crustaceans, ahead of eggs, nematodes, mollusks and polychaetes.



**Figura 2.** Relación entre la frecuencia de ocurrencia (% FO) y la abundancia específica de presas (% PI) en *C. gilberti* para cada uno de los ítems de presa.

**Figure 2.** Relationship between the frequency of occurrence (% FO) and the specific abundance of prey (% Pi) in *C. gilberti* for each prey item.

### Influencia de variables fisicoquímicas en los hábitos tróficos

El análisis de correlación entre los ítems alimentarios y las variables ambientales, determinó que el porcentaje en peso (% P) de los crustáceos, se correlaciono positivamente con la transparencia y negativamente con el pH. Los peces y demás ítems alimentarios no presentaron correlaciones significativas con las variables ambientales (Tabla 3).

**Tabla 3.** Correlaciones por rangos de Spearman entre el porcentaje en peso (% P) de los grupos tróficos y las variables ambientales.

Ítem de presa / Prey item	OD (mg/l)	Transp. (cm)	Sal (ppt)	Temp (°C)	pH
Crustáceos / Crustaceans	0.2153	0.4102***	0.0913	0.4102	-0.3938*
Peces / Fishes	0.0699	0.0595	0.173	0.1951	-0.0816
Nematodos / Nematodes	-0.0732	0.0456	0.0922	0.0685	-0.0218
Poliquetos / Polychaetes	-0.0734	0.0158	-0.0354	-0.0633	0.0122
Huevos / Eggs	0.0694	-0.0012	0.0013	0.0221	-0.0196
Moluscos / Mollusks	0.0018	0.0517	0.128	0.128	-0.0517

Los asteriscos representan el nivel de significancia \*p < 0,05 \*\*p < 0,01 \*\*\*p < 0,005.

### Influence of physico-chemical variables on trophic habits

The correlation analysis of the prey items and environmental variables showed that the weight (% W) of crustaceans was positively correlated with water transparency and negatively with pH. Fish and other food items showed no significant correlations with the environmental variables (Table 3).

**Table 3.** Spearman rank correlations between the weight percentage (% W) of trophic groups and environmental variables.

The asterisks represent the level of significance \*p < 0.05 \*\*p < 0.01 \*\*\*p < 0.005.

## DISCUSIÓN

### Hábitos tróficos y estrategia de alimentación

El análisis del contenido estomacal de *C. gilberti* mostró que se trata de un pez generalista que se alimenta preferencialmente de crustáceos y peces. Estos resultados coinciden con lo registrado para la familia Paralichthyidae y el género *Citharichthys* en estudios anteriores (Vargas *et al.*, 1999; Flores *et al.*, 2013), en los cuales también se ha encontrado a los poliquetos como presas importantes. En este sentido, algunos estudios evidencian que las especies de lenguados de menores tallas, como la estudiada en este caso, se caracterizan por ser carcinófagos principalmente (Labbé y Arana, 2001; Amezcua y Portillo, 2010) a diferencia de especies de lenguados de grandes tamaños que incluyen también en igual o mayor proporción a los peces dentro de los ítems principales de alimento (Latour *et al.*, 2008).

La importancia de los crustáceos como presa dominante en la dieta de *C. gilberti* podría estar relacionada con su abundancia en épocas y sitios determinados dentro de la bahía de Buenaventura. En este estuario se han encontrado dentro del grupo de crustáceos las familias Portunidae, Penaeidae y Squillidae como características del mismo y a *Callinectes arcuatus* como la especie más abundante (Gamboa *et al.*, 2018). En el Pacífico colombiano, *C. arcuatus* constituye un recurso pesquero importante (Álvarez, 2015), es por ello que cabe mencionar que una afectación a la población de crustáceos en la bahía podría afectar la ecología de *C. gilberti*. Por otra parte, la importancia de los peces en la dieta posiblemente esté relacionada con la disponibilidad de esta presa en el estuario de manera constante. Para la bahía de Buenaventura se ha registrado que la mayor parte de las especies de peces más abundantes son residentes permanentes del estuario, estando presentes durante todo el año y en todas las zonas del estuario (Molina *et al.*, 2020), permitiendo su consumo constante.

Por otro lado, *C. gilberti* presentó una alta competencia intraespecífica en cuanto al ítem de presa crustáceos (dominante). En la bahía de Buenaventura, además de *C. gilberti*, se encuentran otras especies de lenguados como *Achirus mazatlanus* y *A. klunzingeri* (Molina *et al.*, 2020), los cuales basan su alimentación en crustáceos y peces (Tafurt *et al.*, 2021) al igual que *C. gilberti* aumentando la competencia y generando posiblemente una repartición de recursos. En otro sentido, *C. gilberti* mostró una estrategia de alimentación generalista, característica observada en otras especies de lenguados (Marques *et al.*, 2009; Tafurt,

## DISCUSSION

### Trophic habits and feeding strategies

The analysis of the stomach contents of *C. gilberti* showed that it is a generalist feeder that preys preferentially on crustaceans and fish. These results coincide with those recorded for the family Paralichthyidae and the genus *Citharichthys* in previous research (Vargas *et al.*, 1999; Flores *et al.*, 2013), which also found polychaetes to be important prey items. In this sense, some studies have shown that smaller flounder species, such as that examined in this case, are principally characterized as eaters of crabs (Labbé and Arana, 2001; Amezcua and Portillo, 2010) in contrast to larger species, which include an equal or greater percentage of fish among their principal prey (Latour *et al.*, 2008).

The importance of crustaceans as the dominant prey items of *C. gilberti* might be related to their abundance at particular times and at certain locations in Buenaventura Bay. Crustaceans from the families Portunidae, Penaeidae and Squillidae have been found to be characteristic of the estuary, *Callinectes arcuatus* being the most abundant (Gamboa *et al.*, 2018). In the Colombian Pacific, *C. arcuatus* is an important fisheries resource (Álvarez, 2015). It is for this reason important to note that changes in the crustacean population in the Bay might affect the ecology of *C. gilberti*. In addition, the importance of fish in its diet might be associated with the unwavering availability of this prey item in the estuary. It has been recorded that in Buenaventura Bay the majority of the most abundant fish species are permanent residents of the estuary, with a year-round presence in all zones (Molina *et al.*, 2020), with the result that they are available to be consumed at all times.

On the other hand, *C. gilberti* is marked by high levels of intra-specific competition for crustaceans (the dominant prey). Other flounder species are found in Buenaventura Bay, in addition to *C. gilberti*, including *Achirus mazatlanus* and *A. klunzingeri* (Molina *et al.*, 2020), whose diet, like that of *C. gilberti* is also based on crustaceans and fish (Tafurt *et al.*, 2021). This increases competition levels, creating a situation in which resources might have to be shared. On the other hand, in common with other flounder species, *C. gilberti* displays a generalist feeding strategy (Marques *et al.*, 2009; Tafurt *et al.*, 2021), which enables it to adapt and survive easily to the changing availability of resources that characterizes its environment (Flores *et al.*, 2013). In contrast to this,

2021) y que les permite adaptarse y sobrevivir fácilmente a la cambiante disponibilidad de recursos en el medio (Flores *et al.*, 2013). En contraste, se ha encontrado que los lenguados pueden tener ciertas especializaciones en su dieta según su entorno (Guaratuba *et al.*, 1998) y que posiblemente existan adaptaciones locales que permitan optimizar el uso de los recursos y sobrevivir en un ecosistema que presenta grandes variaciones ambientales. Por ejemplo, Marques *et al.* (2009) sugieren en su investigación que el lenguado *S. micrurum* (familia Paralichthyidae) relaciona la composición de su dieta con la disponibilidad de especies en la comunidad bentónica. Es así como se sugiere que *C. gilberti* es un generalista con preferencia por los crustáceos si se encuentran disponibles y que se alimenta de peces de manera constante, los cuales serían su base de alimentación estable, como se evidenció en los resultados de los índices de alimentación donde el ítem peces correspondió a presa principal, sin diferencias espaciales o temporales en su consumo.

La tendencia observada para el ítem de presa crustáceos de mayores valores en la época seca y en el sector externo para todos los descriptores usados en este estudio (P, N, % FO, % IRI y Q), coincide con las abundancias registradas en el estudio de Gamboa *et al.* (2018), en donde para la época seca y en el sector externo se presentó la mayor abundancia y riqueza de crustáceos. Raedemaecker *et al.* (2011) mencionan que el comportamiento de alimentación de los lenguados se concentra esencialmente en la disponibilidad de los recursos y la capacidad de captura de presas de cada especie. A su vez, Flores *et al.* (2013) concluyen que aunque los lenguados tienden a alimentarse de los recursos disponibles y abundantes en el medio, el análisis de las presas no logra tener relación con las condiciones ambientales. Es así como podría decirse que si bien las variaciones ambientales espaciotemporales condicionan la disponibilidad de recursos para la especie, gracias a su estrategia alimentaria se adaptan a dichos limitantes, ampliando su espectro trófico y volviendo compleja la posibilidad de encontrar patrones o tendencias que relacionen sus hábitos tróficos con variaciones ambientales. Esta característica es una de las posibles razones de que esta especie sea clasificada como residente permanente del estuario, mostrando estar adaptada a un amplio rango de variaciones ambientales (Molina *et al.*, 2020). Por otra parte, se ha observado que especies estuarinas pueden presentar selectividad, buscando y consumiendo activamente las presas más apetecidas, aunque su densidad disminuya en algunos momentos (Duque y Acero, 2006), lo cual podría explicar porque los crustáceos son presa preferencial aun no siendo la más abundante, al ser consumidos de manera activa.

it has been found that flounder species may exhibit a degree of specialization in their diets depending on their surroundings (Guaratuba *et al.*, 1998) and that local adaptations might exist that permit individuals to optimize the use of resources and survive in ecosystems characterized by large environmental variations. For example, in their research Marques *et al.* (2009) suggest that the flounder *S. micrurum* (of the Paralichthyidae family) adjusts its dietary composition according to the availability of species in the benthic community. It is thus suggested that *C. gilberti* is a generalist with a preference for crustaceans, when available, and that it feeds constantly on fish, which thereby forms the basis of its regular diet, as may be seen from the results of the feed coefficients, where fish were the principle prey item when spatial and seasonal differences in their consumption were not factored in.

The tendency observed in the case of crustaceans - that values for all the descriptors used in this study (P, N, % FO, % IRI y Q) are higher in the dry season and in the external sector - coincides with the results of Gamboa *et al.* (2018), who found that crustaceans were more abundant and rich in variety during the dry season and in the external sector. Raedemaecker *et al.* (2011) mention that the feeding behavior of flounders responds fundamentally to the availability of resources and the hunting ability of each species. For their part, Flores *et al.* (2013) conclude that, although flounders tend to feed on the abundant and available resources found in their surroundings, the analysis of their prey does not suggest a response to environmental conditions. Thus, it might be said that while the spatiotemporal environmental variables condition the availability of resources for the species, its feeding strategy adapts to these limiting factors, increasing its trophic spectrum and making it harder to uncover patterns or tendencies that link the fish's trophic habits to environmental variables (Molina *et al.*, 2020). On the other hand, estuarine species have been observed to possess the ability to display selectivity, actively seeking out and consuming their favorite prey even though these may at times be scarce (Duque y Acero, 2006). This could explain why crustaceans are the favorite prey item despite the fact they are not always the most abundant, given that they are actively sought out.



### Influencia de variables fisicoquímicas en los hábitos tróficos

En cuanto a los parámetros ambientales, se encontró una correspondencia significativa positiva entre los crustáceos y la transparencia del agua. Se ha encontrado que en hábitats de peces generalistas uno de los factores relacionados principalmente con la abundancia de crustáceos son niveles de transparencia altos, ya que favorecen el desarrollo de camarones (Pereira *et al.*, 2004). En la bahía de Buenaventura las mayores transparencias registradas en época seca podrían relacionarse con la mayor presencia de sedimentos medios y gruesos (Molina, 2020) que tienden a precipitarse más fácilmente lo cual puede aumentar la transparencia. Con base en lo anterior, se podría inferir que la transparencia es un factor que influye en la disponibilidad de alimento para *C. gilberti*. Se ha expuesto que los principales responsables del transporte de sedimento al estuario de Buenaventura son los ríos, riachuelos, quebradas y esteros que en el desembocan, del mismo modo, en la bahía se presentan actividades que incrementan la sedimentación y la turbidez como la remoción del manglar, los dragados y las construcciones alrededor del puerto (Invemar, 2015).

Referente al pH, se evidenció una correspondencia significativa de forma negativa con los crustáceos, lo cual se puede relacionar con la cantidad de sustancias disueltas, especialmente nutrientes, los cuales tienen efectos sobre peces y macroinvertebrados estuarinos, afectando su abundancia y disponibilidad como presas (Day *et al.*, 1989; Duque *et al.*, 2020). También se ha encontrado que el océano Pacífico colombiano tiene una tendencia a largo plazo de disminuir el pH en los sectores marino costeros (Rojas y Pabón, 2015), relacionada con factores como la absorción de CO<sub>2</sub> presente en la atmósfera por los océanos. Por otro lado, se debe tener en cuenta que, contrario a lo que sucede en mar abierto, cuando se habla de variación de pH en ecosistemas estuarinos es difícil atribuir únicamente dicho efecto al proceso global ya que esta puede ser influenciada por procesos que se estén desarrollando en la línea costera y al interior del continente, como los flujos de agua dulce, sedimentos, materia orgánica, nutrientes y contaminantes (Feely *et al.*, 2010). Finalmente, el ítem peces no presentó diferencias significativas entre épocas ni entre zonas. Es un ítem de disponibilidad constante, que sin importar la variación de las condiciones ambientales actuales, se encuentra siempre presente en el estuario, acorde con Molina *et al.* (2020). Lo anterior, sugiere que tanto crustáceos como peces representan un papel importante en la dieta de *C. gilberti*, complementándose y demostrando la adaptabilidad de la especie con su entorno.

### Influence of physico-chemical variables on trophic habits

In the case of the environmental parameters, a positive correspondence was found between crustaceans and water transparency. In the habitats of generalist fish, one of the principal factors associated with crustacean abundance is high transparency levels, as these favor shrimp development (Pereira *et al.*, 2004). In Buenaventura Bay, the highest levels of transparency registered during the dry season appear to be associated with a greater presence of medium and large sediments (Molina, 2020) as these tend to precipitate more readily, which can increase transparency. Accordingly, it is possible to infer that transparency is a factor that influences the availability of food to *C. gilberti*. It has been postulated that the principal agents responsible for transporting sediments to Buenaventura Bay are the rivers, streams gullies and lagoons that drain into it, while other processes occur in the bay itself that increase sedimentation and turbidity, such as mangrove clearance, dredging and construction in the port area (Invemar, 2015).

Turning to pH, a clear and significant negative correspondence was found between this variable and crustaceans, which may be associated with the quantity of dissolved substances - especially nutrients - that affect estuarine fish and macroinvertebrates, affecting their abundance and their availability as prey (Day *et al.*, 1989; Duque *et al.*, 2020). It has also been found that the Colombian Pacific is experiencing a long-term tendency to reduced pH levels in coastal areas (Rojas y Pabón, 2015), a phenomenon related to factors such as the absorption of atmospheric CO<sub>2</sub> by the oceans. Additionally, it should be borne in mind that – in contrast to what happens in the open sea – variations of pH in ecosystems are difficult to assign merely to global phenomena, as they respond also to local processes occurring along the coastline and inland, such as fresh water flows, sediments, organic materials and pollutants (Feely *et al.*, 2010). Finally, the prey item fish did not display significant differences either by season or location. It is a prey item of constant availability, according to Molina *et al.* (2020) permanently present in the in the estuary regardless of prevailing environmental conditions at any given time. This suggests that both crustaceans and fish constitute an important part of the diet of *C. gilberti*, complementing each other and demonstrating the ability of the species to adapt to its environment.

## CONCLUSIONES

En la bahía de Buenaventura, *C. gilberti* es un carnívoro generalista que se alimenta principalmente de crustáceos y peces. Los crustáceos, presentaron variaciones espaciotemporales en su consumo, siendo mayor en la época seca y en el sector externo del estuario. Por otra parte, los peces fueron importantes en el sector interno cuando la proporción de crustáceos fue menor. Los nematodos y los poliquetos fueron presas secundarias y los huevos, así como los moluscos presas secundarias o accidentales y no presentaron diferencias espaciotemporales. Los crustáceos fueron ingeridos principalmente en aguas más claras y a pH más bajos, mientras que los peces, aunque consumidos en menor proporción, fueron el ítem constante en todas las épocas y sectores independientemente de las condiciones ambientales. Este estudio permitió determinar los hábitos tróficos de *C. gilberti*, generando un aporte científico al entendimiento de la dinámica y estructura de las comunidades estuarinas, especialmente considerando que son escasas las investigaciones documentadas sobre algunas especies de peces en el Pacífico. Se sugiere complementar la información aquí expuesta, con datos de otras áreas de estudio, así como de variaciones tróficas ontogénicas, ya que en otros estudios se ha demostrado que los lenguados pueden tener comportamientos diferentes con respecto a su estado ontogénico.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la Universidad Nacional de Colombia, por el apoyo institucional y económico mediante el proyecto “Efectos de operaciones de dragado en la comunidad de organismos estuarinos de la Bahía de Buenaventura, Pacífico colombiano” código Hermes 34779. Así mismo, se agradece al grupo de investigación en Ecología y Contaminación Acuática por el apoyo en el campo y laboratorio.

## CONCLUSIONS

In Buenaventura Bay, *C. gilberti* is a generalist carnivore that feeds primarily on crustaceans and fish. Several spatiotemporal variations affect the consumption of crustaceans, the most important of which were the dry season and location in the external sector of the estuary. On the other hand, fish were an important food source in the internal sector when the number of crustaceans was lower. Nematodes and polychaetes were secondary prey items and eggs and mollusks were either secondary or accidental prey whose consumption displayed no spatiotemporal variation. Crustaceans were ingested principally in clearer waters with lower pH readings, whereas fish – though eaten less frequently – were a constant prey item regardless of season or location, and independently of environmental variables. This study was able to establish the trophic habits of *C. gilberti*, and constitutes a scientific contribution to understanding of the dynamics and structures of estuarine communities. It is of particular importance given that documented research into some fish species in the Pacific are rare. The authors suggest complementing the information presented here with data from other geographical areas and on other ontogenetic trophic variations, as other studies have shown that flounders may exhibit different behaviors according to their ontogenetic status.

## ACKNOWLEDGMENTS

The authors wish to thank the Universidad Nacional de Colombia for the institutional and financial support provided under the auspices of the project “Effects of dredging on the community of organisms of Buenaventura Bay, Colombian Pacific” Hermes code 34779. Similarly we are grateful to the “Ecology and Aquatic Pollution” research group, both in the field and in the laboratory.

## BIBLIOGRAFÍA / LITERATURE CITED

- Acha, E. M. y H.W. Mianzan. 2003. El estuario del Plata: donde el río se encuentra con el mar. *Ciencia Hoy*, 13(73): 10-20. [http://aquaticcommons.org/16704/2/CienciaHoy2003\\_13\\_73\\_10.pdf](http://aquaticcommons.org/16704/2/CienciaHoy2003_13_73_10.pdf)
- Álvarez, R. 2015. Los Portunidae en las pesquerías de Colombia : mar Caribe y océano Pacífico. *Cienc. Pesq.*, 23: 115-134. [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/194913/12\\_lvarez\\_2015\\_23\\_especial\\_pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/194913/12_lvarez_2015_23_especial_pdf)
- Amezcuza, F.y A. Portillo. 2010. Hábitos alimenticios del lenguado panámico *Cyclopsetta panamensis* (Paralichthyidae) en el sureste del Golfo de California. *Rev. Biol. Mar. Oceanogr.*, 45: 335-340. <https://scielo.conicyt.cl/pdf/revbiolmar/v45n2/art16.pdf>
- Amundsen, P. A., H.M. Gabler and F.J. Staldvik. 1996. A new approach to graphical analysis of feeding strategy from stomach contents data—modification of the Costello (1990) method. *J. Fish Biol.*, 48(4): 607-614. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1111/j.1095-8649.1996.tb01455.x#accessDenialLayout>
- Arancibia, A. Y. 1987. Lagunas costeras y estuarios: cronología, criterios y conceptos para una clasificación ecológica de sistemas costeros. *Rev. Soc. Mex. His. Nat.* 38: 35-54. <https://pdfs.semanticscholar.org/3184/f8c1c92e5973857bde292753feb7cfd10abc.pdf>
- Belleggia, M. 2009. Food habits of the broad nose skate, *Bathyraja brachyurops* (Chondrichthyes, Rajidae), in the south-west Atlantic. *72: 701-710*. <https://doi.org/10.3989/scimar.2008.72n4701>
- Botero, M. 2004. Comportamiento de los peces en la búsqueda y la captura del alimento. *Rev. Col. Cienc. Pec.*, 17:1. <https://aprendeenlinea.udea.edu.co/revistas/index.php/rccp/article/view/323926/20781106>
- Cantera, J. R. y J.F. Blanco. 2001. The estuary ecosystem of Buenaventura Bay, Colombia: 265-280 In Seeliger, U. and B. Kjerfve (Eds.) *Coastal Marine Ecosystems of Latin America*. Springer, Berlin, Heidelberg. [https://doi.org/10.1007/978-3-662-04482-7\\_19](https://doi.org/10.1007/978-3-662-04482-7_19)
- Clarke, K. R. 1993. Non-parametric multivariate analyses of changes in community structure. *Austral Eco.*, 18(1): 117-143. <https://doi.org/10.1111/j.1442-9993.1993.tb00438.x>
- Clarke, K. R., R.N. Gorley, P.J. Somerfield, P. J. and R.M. Warwick. 2014. *Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation* 3rd ed.. PRIMER-E: Plymouth.
- Cogua, P., M.F. Jiménez-Reyes y G. Duque. 2013. Relaciones tróficas de cinco especies de peces de interés comercial en la bahía de Cartagena, Caribe colombiano. *Bol. Invest. Mar. Cost.*, 42: 185-192. <https://doi.org/10.25268/bimc.invenmar.2013.42.1.68>
- Day, J. W. J., C.A.S. Hall, W.M. Kemp and A. Yáñez-Arancibia. 1989. *Estuarine ecology*. Wiley. <https://doi.org/10.1002/9781118412787>
- Duque, G. y A. Acero P. 2006. Ración diaria y consumo de alimento de la población de *Anchovia clupeioides* (Pisces: Engraulidae) en la Ciénaga Grande de Santa Marta, Caribe colombiano. *Bol. Invest. Mar. Cost.*, 35. <http://www.scielo.org.co/pdf/mar/v35n1/v35n1a12.pdf>
- Duque, G., A. Acero P., A. Santos-Martínez and E.A. Rubio. 1996. Food habits of the species of the genus *Oligoplites* (Carangidae) from the Ciénaga Grande de Santa Marta-Colombian Caribbean. *Cybiu*, 20: 251-260. [https://www.researchgate.net/publication/295779077\\_Food\\_habits\\_of\\_the\\_species\\_of\\_the\\_genus\\_Oligoplites\\_carangidae\\_from\\_the\\_Cienaga\\_Grande\\_De\\_Santa\\_Marta-Colombian\\_Caribbean](https://www.researchgate.net/publication/295779077_Food_habits_of_the_species_of_the_genus_Oligoplites_carangidae_from_the_Cienaga_Grande_De_Santa_Marta-Colombian_Caribbean)
- Duque, G., D.E. Gamboa-García, A. Molina and P. Cogua. 2020. Effect of water quality variation on fish assemblages in an anthropogenically impacted tropical estuary, Colombian Pacific. *Environ. Sci. Poll. Res.*, 14. <https://doi.org/10.1007/s11356-020-08971-2>
- Feely, R. A., S.R. Alin, J. Newton, C.L. Sabine, M. Warner, A. Devol, C. Krembs, and C. Maloy. 2010. The combined effects of ocean acidification, mixing, and respiration on pH and carbonate saturation in an urbanized estuary. *Est. Coast. Shelf Sci.*, 88(4): 442-449. <https://doi.org/10.1016/j.eccs.2010.05.004>
- Ferriz, R. A. and J.M. Iwazskiw. 2014. Alimentación de *Gymnotus omarorum* (Gymnotiformes: Gymnotidae) en Laguna Blanca (Parque Nacional Río Pilcomayo), Formosa, Argentina. *Mus. Arg. Cienc. Nat.*, 16: 115-122. <http://revista.magn.gov.ar/ojs/index.php/RevMus/article/view/395/366>
- Fischer, W., F. Krupp, W. Schneider, C. Sommer, K.E. Carpenter y V.H. Niem. 1995. *Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca. Pacífico centro-oriental. Volumen II. Vertebrados - Parte 1*. FAO
- Flores, J. R., E. Godínez Domínguez, S. Gaspar González, J. Rojo Vázquez, A. López Prado y M. Morales Jauregui. 2013. Abundancia, distribución, hábitos alimentarios e interacciones tróficas de cinco especies de lenguados (Pleuronectiformes) en el Pacífico central mexicano. *Latin Am. J. Aqu. Sci.*, 41(3): 423-439. <https://doi.org/10.3856/vol41-issue3-fulltext-6>
- Froese, R. and D. Pauly. 2017. *Fishbase*. World Wide Web electronic publication.
- Gamboa, D., G. Duque y P. Cogua. 2018. Dinámica de la estructura y composición de macroinvertebrados y su relación con las variables ambientales en la bahía de Buenaventura. *Bol. Invest. Mar. Cost.*, 47(1): 67-83. <https://doi.org/10.25268/bimc.invenmar.2018.47.1.738>
- Gamboa, M., R. Reyes y J. Arrivillaga. 2008. Macroinvertebrados bentónicos como bioindicadores de salud ambiental. *Bol. Malar. Sal. Amb.*, 48(2). [https://www.researchgate.net/publication/239586192\\_Macroinvertebrados\\_benticos\\_como\\_bioindicadores\\_de\\_salud\\_ambiental](https://www.researchgate.net/publication/239586192_Macroinvertebrados_benticos_como_bioindicadores_de_salud_ambiental)
- Garay, L. S., A.S. Pacheco and X.V. Zuazo. 2018. First assessment of the diet composition and trophic level of an assemblage of poorly known chondrichthyans off the central coast of Peru. *Environ. Biol. Fishes*, 101: 1525–1536. <https://doi.org/10.1007/s10641-018-0797-0>



- Guaratuba, B. de, P. de Tarso, C. Chaves y A. Serenato, A. 1998. Diversidade de dietas na assembléia de linguados. 46(1): 61-68. <http://www.scielo.br/pdf/rboce/v46n1/05.pdf>
- Guedes, A. P. P., F.G. Araújo y M. Costa de Azevedo. 2004. Estrategia trófica de *Citharichthys spilopterus* Günther y *Symphurus tessellatus* (Quoy & Gaimard) (Actinopterygii, Pleuronectiformes) en la bahía de Sepetiba, Río de Janeiro, Brasil. *Rev. Bras. Zool.*, 21(4). [https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0101-81752004000400020](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-81752004000400020)
- Guevara, E., H. Álvarez, M. Mascaró, C. Rosas y A. Sánchez. 2007. (Pisces: Lutjanidae) asociado a la vegetación sumergida en la Laguna de Términos, Campeche, México. 55: 989-1004. [https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0034-77442007000300022](https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-77442007000300022)
- Hureau, J.-C. 1970. Biologie comparée de quelques poissons antarctiques (Notothenidae). *Inst. Océanogr. Monaco*, 1-224.
- Invemar. 2015. Informe diagnóstico de la situación ambiental marina de la bahía de Buenaventura-Isla Cascajal y las playas de Juanchaco, Ladrilleros y La Bocana. [http://cinto.invemar.org.co/alfresco/d/d/workspace/SpacesStore/4cd23255-42e6-4035-9509-daac879c1488/Informe diagnóstico de la situación ambiental marina de la Bahía de Buenaventura-Islla Cascajal y las playas de Juanchaco, Ladrilleros y La Bocana?ticket=TI](http://cinto.invemar.org.co/alfresco/d/d/workspace/SpacesStore/4cd23255-42e6-4035-9509-daac879c1488/Informe%20diagn%C3%B3stico%20de%20la%20situaci%C3%B3n%20ambiental%20marina%20de%20la%20Bah%C3%ADa%20de%20Buenaventura-Islla%20Cascajal%20y%20las%20playas%20de%20Juanchaco,%20Ladrilleros%20y%20La%20Bocana?ticket=TI)
- Labbé, J. y P.M. Arana. 2001. Alimentación de orange roughy, *Hoplostethus atlanticus* (Pisces: Trachichthyidae), en el archipiélago de Juan Fernández, Chile. 36(1): 75-82. [https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0718-19572001000100007&script=sci\\_arttext](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0718-19572001000100007&script=sci_arttext)
- Latour, R. J., J. Gartland and C.F. Bonzek. 2008. The trophic dynamics of summer flounder (*Paralichthys dentatus*) in Chesapeake Bay. *Fish. Bull.*, 106(1). <https://scholarworks.wm.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1559&context=vimsarticles>
- López, L. N., A. González Solís y D. Torruco. 2014. Peces bentónicos y demersales de la Sonda de Campeche: Sur del Golfo de México. *CONABIO Biodiversitas*, 113: 12-16. <https://www.biodiversidad.gob.mx/Biodiversitas/Articulos/biodiv113art3.pdf>
- Marceniuk, A. P., R. Betancur-R and A. Acero P. 2009. A new species of Cathorops (Siluriformes) of four species from the Eastern Pacific. *Bull. Mar. Sci.*, 85(3): 245-280. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4571823>
- Marceniuk, A. P., A. Acero P., R. Cooke and R. Betancur-R. 2017. Taxonomic revision of the New World genus *Ariopsis* Gill (Siluriformes: Ariidae), with description of two new species. *Zootaxa*, 4290(1): 1-42. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4290.1.1>
- Marcovecchio, J. y R.H. Freije. 2013. Procesos químicos en estuarios *Univ. Tecnol. Nal.*-. [https://www.researchgate.net/profile/Vanesa\\_Negrin/publication/288833495\\_Humedales\\_en\\_los\\_estuarios/links/5970125aaca27244e352ff56/Humedales-en-los-estuarios.pdf#page=288](https://www.researchgate.net/profile/Vanesa_Negrin/publication/288833495_Humedales_en_los_estuarios/links/5970125aaca27244e352ff56/Humedales-en-los-estuarios.pdf#page=288)
- Marques, J., C. Teixeira, A. Pinheiro, K. Peschke y H. Cabral. 2009. Análisis multivariado de la ecología alimenticia del lenguado anillado, *Syacium micrurum* (Pisces, Pleuronectiformes), en Cabo Verde, Atlántico oriental. *Cienc. Mar.*, 35: 15-27. <http://www.scielo.org.mx/pdf/ciemar/v35n1/v35n1a2.pdf>
- Martínez, O., A.E. Molinay G. Duque. 2019. Influencia de la materia orgánica en la abundancia de poliquetos (Annelida: Polychaeta) de la bahía de Buenaventura, Pacífico colombiano. En: Campos Campos, N.H. y A. Acero P. (Eds.) *Ciencias del mar - Una mirada desde la Universidad Nacional de Colombia*. Univ. Nal. Col., Bogotá. 228 p. [https://www.researchgate.net/publication/338775273\\_Influencia\\_de\\_la\\_materia\\_organica\\_en\\_la\\_abundancia\\_de\\_poliquetos\\_Annelida\\_Polychaeta\\_de\\_la\\_bahia\\_de\\_Buenaventura\\_Pacifico\\_colombiano](https://www.researchgate.net/publication/338775273_Influencia_de_la_materia_organica_en_la_abundancia_de_poliquetos_Annelida_Polychaeta_de_la_bahia_de_Buenaventura_Pacifico_colombiano)
- Molina, A., G. Duque and P. Cogua. 2020. Influences of environmental conditions in the fish assemblage structure of a tropical estuary. *Mar. Biodiv.*, 50: 5. <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s12526-019-01023-0.pdf>
- Molina Sandoval, A. E. 2020. Influencia de los ensamblajes de peces bentónicos en la dinámica del mercurio en un estuario tropical. *Dis. Doct. Biol. Mar. Univ. Nal. Col. s. Caribe, Santa Marta.* <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/79261>
- Molinero, A. and R. Flos. 1992. Influence of season on the feeding habits of the common sole *Solea solea*. *Mar. Biol.*, 113: 499-507. <https://link.springer.com/article/10.1007/BF00349177>
- Moraes, L. E., R.D.M. Romero, G. Rodrigues, A. Rocha, C.I. Brasil y P. Marinho. 2009. Ictiofauna demersal da plataforma continental interna ao largo de Ilhéus, Bahia, Brasil. 9(4). [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S1676-06032009000400016&lng=en&nrm=iso&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1676-06032009000400016&lng=en&nrm=iso&tlng=pt)
- Navia, A. F., V.R. Luna and E.A. Rubio. 2014. Food habits and feeding ecology of an estuarine fish assemblage of northern Pacific coast of Ecuador. *Pan-Am. J. Aq. Sci.*, 3(3): 361. [https://www.researchgate.net/publication/241740384\\_Food\\_habits\\_and\\_feeding\\_ecology\\_of\\_an\\_estuarine\\_fish\\_assemblage\\_of\\_Northern\\_Pacific\\_Coast\\_of\\_Ecuador](https://www.researchgate.net/publication/241740384_Food_habits_and_feeding_ecology_of_an_estuarine_fish_assemblage_of_Northern_Pacific_Coast_of_Ecuador)
- Nelson, J. S. 2007. *Fishes of the World, Fourth Edition (4.ª ed.)*. John Wiley & Sons.
- Ortiz, M., P.B.v. Bach y R. Candía. 2006. Alimentación del pez insectívoro neotropical *Creagrutus bolivari* (Pisces: Characidae) según los métodos gráfico y de importancia relativa. *Rev. Biol. Trop.*, 54(4). [https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S0034-77442006000400021&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S0034-77442006000400021&script=sci_arttext)
- Ortega, R. M. M., L.C.T.P. Avenida, M.M. Ortega, A.P. Abreu y A.M. Cánovas. 2009. El coeficiente de correlación de los rangos de Spearman caracterización. *Cienc Méd La Habana*, 8(2). [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1729-519X2009000200017](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1729-519X2009000200017)
- Otero, E., L. Mosquera, G. Silva y J. Guzmán. 2007. Deltas y estuarios de ColombiaCol. *Ecol. Banco de Occidente*. <https://www.imeditores.com/banocc/deltas/cap7.htm>
- Otero, 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. *Bol. Cient. CCCP*, 12: 9-21. <https://doi.org/10.26640/01213423.12.9>

- Pereira, C., W.S. Smith and E.L.G. Espíndola. 2004. Feeding habits of nine species of fish in Três Irmãos reservoir, São Paulo, Brazil. *Univ.Cienc.*, 1: 33-38. <https://www.redalyc.org/pdf/154/15409905.pdf>
- Pérez, G. J. 2007. Historia, geografía y puerto como determinantes de la situación social de Buenaventura. *Doc. Trab. Econ. Reg.*, 91. [http://repositorio.banrep.gov.co/bitstream/handle/20.500.12134/3220/Historia, geografía y puerto como determinantes de la situación social de Buenaventura.pdf?sequence=1](http://repositorio.banrep.gov.co/bitstream/handle/20.500.12134/3220/Historia,%20geograf%C3%ADa%20y%20puerto%20como%20determinantes%20de%20la%20situaci%C3%B3n%20social%20de%20Buenaventura.pdf?sequence=1)
- Pinkas, L., M.S. Oliphant and I. Iverson. 1971. Food habits of albacore, bluefin tuna, and bonito in California waters. *Mar. Res. Reg.*
- Raedemaeker, F. de, I.O. Connor, D. Brophy and A. Black. 2011. Macrobenthic prey availability and the potential for food competition between 0 year group *Pleuronectes platessa* and *Limanda limanda*. *Fish Biol.*, 79: 1918-1939. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.2011.03134.x>
- Robertson, D. R. y G.R. Allen. 2015. Peces costeros del Pacífico Oriental Tropical: Sistema de información en línea. *Inst. Smithson. Invest. Trop.*
- Rojas, P. J. y J.D. Pabón. 2015. Sobre el calentamiento y la acidificación del océano mundial y su posible expresión en el medio marino costero colombiano. 39(151): 201-217. <https://www.raccefyn.co/index.php/raccefyn/article/view/135/116>
- Romano, L. A. 1996. Bioindicadores de contaminación acuática en peces. *Aquatic*, 7. <http://www.revistaaquatic.com/ojs/index.php/aquatic/article/view/53/44>
- Ruiz, M. N. E. 2018. Variación temporal de los hábitos alimentarios de *Istiophorus platypterus* (Shaw,1792) y *Coryphaena hippurus* Linnaeus, 1758, en la franja costera de Oaxaca. Tesis Maestría Inst. Politecn. Nal. [http://literatura.ciidiroaxaca.ipn.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/LITER\\_CIIDIROAX/360/Ruiz Pérez%2C N. E.%2C 2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://literatura.ciidiroaxaca.ipn.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/LITER_CIIDIROAX/360/Ruiz%20P%C3%A9rez%20N.%20E.%202018.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Sá, R., C. Bexiga, P. Veiga, L. Vieira and K. Erzini. 2006. Feeding ecology and trophic relationships of fish species in the lower Guadiana River Estuary and Castro Marim e Vila Real de Santo António Salt Marsh. *Est. Coast. Shelf Sci.*, 70(1-2): 19-26. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2006.05.038>
- Salazar, E. R. 2014. Artes, métodos e implementos de pesca. *Fundación MarViva*, 86. <http://www.marviva.net/Publicaciones/guia.pdf>
- Sánchez-Gil, P., A. Yáñez-Arancibia, M.Tapia, J.W. Day, C.A. Wilson and J.H. Cowan Jr. 2008. Ecological and biological strategies of *Etropus crossotus* and *Citharichthys spilopterus* (Pleuronectiformes: Paralichthyidae) related to the estuarine plume, southern Gulf of Mexico. *J. Sea Res.*, 59(3): 173-185. <https://www.sciencedirect-com.ezproxy.unal.edu.co/science/article/pii/S1385110107001153?via%3Dihub>
- Sánchez-Hernández, J., M.J. Servia, R. Vieira-Lanero y F. Cobo. 2013. Resultados preliminares sobre la dieta de juveniles de salmón en el río Landro (NO España ). *Chioglossa*, 5. [https://www.researchgate.net/publication/258508584\\_Resultados\\_preliminares\\_sobre\\_la\\_dieta\\_de\\_juveniles\\_de\\_salmon\\_en\\_el\\_rio\\_Landro\\_NO\\_Espana](https://www.researchgate.net/publication/258508584_Resultados_preliminares_sobre_la_dieta_de_juveniles_de_salmon_en_el_rio_Landro_NO_Espana)
- Santos, J. D. P. 2014. Comparative trophic ecology of two sympatric flounders [*Cyclopsetta querna* and *Cyclopsetta panamensis* (Paralichthyidae)] in the south eastern Gulf of California. *West. Divis. Am. Fish. Soc. Meet., Mazatlán*. [https://www.researchgate.net/publication/322701862\\_Comparative\\_trophic\\_ecology\\_of\\_two\\_sympatric\\_flounders\\_Cyclopsetta\\_querna\\_and\\_Cyclopsetta\\_panamensis\\_Paralichthyidae\\_in\\_the\\_South\\_East\\_Gulf\\_of\\_California](https://www.researchgate.net/publication/322701862_Comparative_trophic_ecology_of_two_sympatric_flounders_Cyclopsetta_querna_and_Cyclopsetta_panamensis_Paralichthyidae_in_the_South_East_Gulf_of_California)
- Shark, Q. and S. Lucia. 2008. Cephalopod dietary specialization and ontogenetic partitioning of the Australian weasel shark *Hemigaleus australiensis* White, Last & Compagno. *Fish Biol.*, 72: 917-936. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.2007.01771.x>
- Tafurt, D., Molina, A. y Duque, G. 2021. Hábitos alimentarios de tres especies de peces lenguados (Pleuronectiformes : Achiridae) en la Bahía de Buenaventura , Pacífico Colombiano. *Rev. Biol. Trop.*, 69: 1055–1068. <https://doi.org/10.15517/rbt.v69i3.41922>
- Tavera, J., A. Acero P. and P.C. Wainwright. 2018. Multilocus phylogeny, divergence times, and a major role for the benthic-to-pelagic axis in the diversification of grunts (Haemulidae). *Mol. Phylogen. Evol.*, 121: 212-223. <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2017.12.032>
- Vargas, M., S. Cifuentes y E. Empanza. 1999. Espectro trófico de peces concurrentes al área de crianza Playa Chipana (21°19'S - 70°04'W) del norte de Chile. *Rev. Biol. Trop.*, 47(3). [https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0034-77441999000300034](https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-77441999000300034)
- Vásquez, D., A. Molina and G. Duque. 2021. Spatial distribution and increase of microplastics over time in sediments of Buenaventura Bay, Colombian Pacific. *Bol. Invest. Mar. Cost.*, 50(1): 29-44.
- Vivas-Aguas, J. L., M. Vargas-Morales, K.G. Oñate, M. Villarraga y D. Sánchez. 2014. Vulnerabilidad de la población costera frente a la contaminación orgánica y microbiológica en la bahía de Buenaventura. *Invemar*, 76, 24 p. [http://cinto.invemar.org.co/alfresco/d/d/workspace/SpacesStore/b489b58e3437-4593-bfb8-5705e9a71e66/Inf-fin\\_CC\\_Buenaventura-.pdf?ticket=TICKET\\_f7a79ef72132531446b0c07ecfab081c1577153c](http://cinto.invemar.org.co/alfresco/d/d/workspace/SpacesStore/b489b58e3437-4593-bfb8-5705e9a71e66/Inf-fin_CC_Buenaventura-.pdf?ticket=TICKET_f7a79ef72132531446b0c07ecfab081c1577153c)

RECIBIDO/RECEIVED: 04/11/2020

ACEPTADO/ACCEPTED: 08/07/2021