

Hábitos alimentarios de la ictiofauna presente en el tramo bajo del río Gaira, Sierra Nevada de Santa Marta, Caribe Colombiano

Alimentary habits of the ichthyofauna present in the lower reaches of the Gaira River, Sierra Nevada of Santa Marta, Colombian Caribbean

Carlos Blanco-Cervantes^{1*}, Germán Blanco-Cervantes²

Resumen

En la presente investigación se analizaron los hábitos alimentarios, la variación alimentaria y las relaciones tróficas de los peces presentes en el tramo bajo del río Gaira, Sierra Nevada de Santa Marta, Caribe Colombiano. Los muestreos se llevaron a cabo en época de lluvias y en época seca, empleando dos atarrayas de diferentes ojos de malla. Se utilizaron métodos cuantitativos como coeficiente de vacuidad (CV%) e índice de importancia relativa (IIR%) para establecer los ítems alimentarios importantes en el contenido estomacal. Se utilizaron 231 estómagos en total, identificándose siete grupos alimentarios. Según sus hábitos tróficos, los peces se clasificaron, en época seca como omnívoros, con tendencia a la insectivoría, carnívoros y herbívoros. En época de lluvias, el ítem que presentó mayor importancia fueron los peces, apareciendo larvas de *Sicydium salvani* en el 95% del total de los estómagos analizados y, con el 78% de la oferta, fueron las que más contribuyeron con alimento, siendo devoradas tanto por peces carnívoros como omnívoros. En época seca, la oferta alimentaria fue suministrada por material vegetal en un 100% (algas, tallos y limo) y 74% detritus. Estos resultados evidencian que este sistema fluvial es capaz de mantener una comunidad diversa con suficientes recursos alimentarios disponibles.

Palabras claves: dieta, diversidad, contenido estomacal, bosque seco tropical, ecología trófica

Abstract

In this research, the eating habits, food variation and trophic relationships of the fish in the lower reaches of the Gaira River, Sierra Nevada de Santa Marta, Colombian Caribbean were analyzed. Sampling was carried out during the rainy and dry season, using two launch nets with different mesh sizes. To establish the important foods, in the stomach content, quantitative methods such as the void index (CV%) and the relative importance index (IIR%) were used. A total of 231 stomachs were studied and seven food groups were identified. According to their trophic habits, the fish were classified, in the dry season as omnivores (with a tendency towards insectivores), carnivores and herbivores. During the rainy season, fish was the most important food considering that it constituted 78% of the food supply; *Sicydium salvani* larvae appeared in 95% of the stomachs analyzed, being eaten by both carnivorous and omnivorous fish. During the dry season, the food supply was provided 100% by plant material (algae, stems and silt) and 74% by debris. These results show that this river system is capable of maintaining a diverse community with sufficient food resources available.

Keywords: Diet, diversity, stomach content, tropical dry forest, trophic ecology

¹. Grupo de investigación en biología y ecología aplicada (GIBEA), Universidad del Magdalena, Santa Marta, Colombia.

². Docente catedrático, Programa de Ingeniería Pesquera, Universidad del Magdalena, Santa Marta, Magdalena, Colombia.

* Autor de correspondencia: <blance849@gmail.com>

INTRODUCCIÓN

Los ríos de corta longitud, de aguas claras y torrentosos (por pendientes pronunciadas) como los que bajan de la Sierra Nevada de Santa Marta, presentan poca productividad primaria y secundaria. Además, propician pocos espacios para el establecimiento de cadenas tróficas complejas, de tal manera que el material alóctono es el principal aporte de alimento (Angermier y Karr, 1984), principalmente de insectos terrestres, durante la estación seca (Estévez y Aranha, 1999). En estos ríos hay una fauna íctica migratoria (diádroma) que pueden hacerlo tanto del río al mar (catádroma) o del mar al río (anádroma) con fines reproductivos y otros que migran del río al mar, pero sin fines reproductivos (Aguirre-Pabón, Rodríguez-Barrios, y Ospina-Torres, 2012); adicionalmente, existe otra ictiofauna, no migratoria, que debe soportar la disminución de la oferta alimentaria en la temporada seca, (Blanco y Manjarrez, 2015). Se ha descrito que los peces bajo estas condiciones son generalistas y se acomodan a la fluctuación de la oferta alimentaria (Goulding, 1980; Power, 1983). Los peces, al ser organismos móviles, pueden provocar efectos de cascadas en los niveles tróficos más bajos (Carpenter y Kitchell, 1993), conectando a través de su alimento zonas bentónicas y pelágicas (Jeppensen et al, 1997), provocando cambios en la dinámica energética y en los ciclos de nutrientes de forma directa o indirecta. Los peces, al alimentarse de la mayoría de los recursos disponibles, se convierten en importantes depredadores de ecosistemas acuáticos (Vander-Zanden y Vadeboncour, 2002).

El conocimiento de la dieta de los peces es fundamental para comprender cuál es su rol trófico en la comunidad y cómo se distribuye el alimento en el ecosistema (Estévez y Galetti, 1994; Granado-Lorencio, 1996). Además, permite observar si los hábitos alimentarios cambian con el tiempo, el espacio y la ontogenia (Prejs y Prejs, 1987; Tresierra y Culquichicón, 1993).

Los hábitats dulceacuícolas de la región Caribe, en comparación con los terrestres, han sido poco documentados, posiblemente por la dificultad de muestreo. En cierto sentido, algunos aspectos ecológicos de estos ecosistemas han sido poco analizados en

arroyos, quebradas y ríos propios del Bosque Seco Tropical del Caribe colombiano. Los escasos análisis de este tipo generalmente se han dirigido a especies de importancia económica, desconociendo las que presentan poca importancia comercial aparente, aunque útiles en el funcionamiento ecológico del hábitat (Morales y García-Álzate, 2016).

Este trabajo tuvo como objetivo determinar la estructura trófica de los peces en el tramo bajo del río Gaira de la Sierra Nevada de Santa Marta, Magdalena, Colombia.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

La presente investigación se realizó en río Gaira ($11^{\circ} 52' 06''$ N y $74^{\circ} 11' 07''$ W) correspondiente a la vertiente noroccidental de la Sierra Nevada de Santa Marta, cuchilla de San Lorenzo, departamento del Magdalena, Colombia. El río tiene un área de 1064,3 ha y el curso corre en dirección de este a oeste con una longitud de 32,53 km aproximadamente desde su nacimiento hasta su desembocadura en playa salguero (área del corregimiento de Gaira), mar Caribe (Frayter, Jiménez, Valero y Pavón 2002).

Fase de campo

Se seleccionaron hábitats como rápidos (bocatoma) y remansos (desembocadura). Luego se establecieron los sitios de muestreo en el tramo bajo del río. El primer sitio correspondió a la desembocadura ($11^{\circ} 11' 34,1''$ N y $74^{\circ} 13' 51,5''$ W), el segundo al sector conocido como puente viejo ($11^{\circ} 11' 11,5''$ N y $74^{\circ} 13' 19,3''$ W), el tercero a Rancho Hediondo ($11^{\circ} 10' 37,7''$ N y $74^{\circ} 11' 0,26''$ W) y un cuarto sitio a la bocatoma ($11^{\circ} 10' 0,85''$ N y $74^{\circ} 10' 24,0''$ W). Los muestreos se llevaron a cabo en época de lluvias (septiembre-noviembre de 2017) y en época seca (diciembre de 2017 - abril de 2018) y se realizaron entre las 07:00 y las 15:00 h.

Para recolectar los peces se utilizó una atarraya y una red de arrastre con ojo de malla de 1 cm de diámetro. Los muestreos se realizaron en una longitud de 200 m aproximadamente (río arriba y río

abajo) y se recolectaron los peces capturados durante 2 h. Posterior a las capturas se midieron, con un equipo multiparámetro WTW (multi 3630 IDS SET F), algunos parámetros y variables físico-químicas del agua como pH, conductividad, oxígeno disuelto y temperatura del agua. Los peces recolectados se depositaron en frascos con formalina al 10 % para transportarlos al laboratorio de biología y fisiología animal de la Universidad del Magdalena.

Fase de laboratorio

Para describir la dieta en general de los peces se procedió de la siguiente manera: se utilizaron los peces de mayor tamaño (>100 mm) a los cuales se les realizó una incisión uro-ventral (Amezaga-Herrán, 1988) y se les extrajeron todas las vísceras. Siguiendo la metodología propuesta por Laevastu (1980) y Marrero (1994), una vez efectuada la disección de los peces, se separó el tubo digestivo y el hígado. Los estómagos se conservaron en frascos con solución de alcohol al 70 % y agua a una proporción 1:1 para su posterior análisis. Los ejemplares capturados fueron trasladados a la planta piloto pesquera de la Universidad del Magdalena, en el corregimiento de Taganga (Santa Marta, Magdalena).

Análisis cualitativos

El contenido estomacal se colocó en una caja Petri y se examinó al estereoscopio (Nikon SMZ 745) y microscopio (Nikon eclipse E100) separando, identificando y enumerando el alimento o presas presentes (Domínguez y Fernández, 2009). La identificación se efectuó hasta el nivel taxonómico permitido por el grado de digestión del alimento, agrupándose en categorías, presas e ítems y, posteriormente, estas se pesaron en una balanza electrónica (QC PASS) de 250 g ($\pm 0,01$ g) de capacidad. El material animal que estaba totalmente digerido se identificó, en lo posible, por los fragmentos.

Análisis cuantitativo

Para determinar los ítems alimentarios importantes en el contenido estomacal, según su presencia o aparición, se aplicó el coeficiente de vacuidad (CV), obtenido con la técnica de Windell (1971):

$$CV = 100 * n.^{\circ} \text{ estómagos} / n.^{\circ} \text{ total de estómagos analizados por } 100$$

Además, se utilizaron tres métodos para cuantificar el contenido estomacal expresado en valores promedios: frecuencia de ocurrencia (FO), frecuencia numérica (FN) y frecuencia gravimétrica (FG).

$$FO = 100 * \text{ocurrencia de presas del ítem A} / n.^{\circ} \text{ total de estómagos con alimento}$$

$$FN = 100 * n.^{\circ} \text{ de presas del ítem A} / n.^{\circ} \text{ total de presas.}$$

$$FG = 100 * \text{Peso de la presa del ítem A} / \text{peso total de todas las presas.}$$

Para establecer la importancia de cada presa en la composición de la dieta se estimó el índice de importancia relativa (IIR), modificado por Olaya-Nieto, Segura-Guevara, Brú-Cordero y Blanco-Viellar (2003). En este índice la relación matemática es la siguiente: $IIR = FO * FG / 100$.

En donde, IIR representa el índice de importancia relativa, FO es el porcentaje de ocurrencia y FG es el porcentaje gravimétrico. Esta expresión es porcentual presentando un rango de 0 a 100, donde el rango evaluativo de 0 a 10 % representa grupos tróficos de importancia relativa baja, de 10 a 40 % grupos de importancia relativa secundaria y de 40 a 100 % grupos de importancia relativa alta (Windell, 1971). Para establecer posibles diferencias estadísticas significativas en la dieta entre los dos periodos de sequía y lluvias se aplicó la prueba de Kruskal-Wallis (K-W) para el contraste de k medianas.

La amplitud de nicho trófico se calculó a partir del índice de diversidad de Shannon-Wiener (H') (Shannon y Wiener, 1949), por medio de la ecuación (base logarítmica 2): $H' = (-\sum p_i \ln p_i)$ donde p_i es el número de individuos del *esimo* componente trófico por el total de organismos de la muestra. La proporción de la diversidad observada se comparó con la máxima diversidad esperada por medio del índice de equidad de Pielou (J') (Krebs, 1999) $J' = H/H_{max}$; donde H_{max} es el logaritmo natural del número de componentes tróficos por muestreo, cuyos valores tienen un rango de 0 a 1; cuando son menores de

0,6 el depredador se considera especialista; mayor a 0,6 o cercano a 1 su espectro es generalista. Además, se aplicó el índice de Morisita-Horn (Horn, 1966) con el fin de estimar si existe posible solapamiento trófico interespecífico y un análisis de componentes principales (ACP) para determinar agrupamientos de las especies que utilizan los mismos recursos tróficos por medio del programa *Past Version 3.0* (Hammer, Harper, y Rydan, 2001).

RESULTADOS

Los valores de los parámetros fisicoquímicos medidos se indican en la tabla 1. La conductividad no presentó variaciones, con valores máximos y mínimos de $112,97 \pm 10,29 \mu\text{S}/\text{cm}$ en época de lluvias y $102,75 \pm 25,39 \mu\text{S}/\text{cm}$ en sequía; tampoco se halló variación en la temperatura del agua ($25,94 \pm 0,85^\circ\text{C}$, lluvias y $25,95 \pm 2,48^\circ\text{C}$ en sequía), el oxígeno disuelto ($6,42 \pm 0,29 \text{mg}/\text{L}$, lluvias y $6,74 \pm 0,28 \text{mg}/\text{L}$, sequía), ni en el pH ($6,85 \pm 0,25$ lluvias y $7,07 \pm 0,26$ sequía). No se hallaron diferencias estadísticas significativas ($p > 0,05$) para temperatura, pH, conductividad, oxígeno disuelto, caudal y ancho, ni entre la profundidad. Solo se hallaron diferencias entre la velocidad de la corriente ($p < 0,05$) en los dos periodos evaluados.

Se capturó un total de 551 individuos distribuidos en seis órdenes, 11 familias, 17 géneros y 19 especies. La ictiofauna estuvo conformada por especies de hábitat dulceacuícola y marino, 6 especies (35,6%) consideradas de agua dulce y 13 (64,4%) fueron especies marinas. Las especies más abundantes fueron *Mugil*

incilis (Hancock, 1830) (n=120), *M. curema* (Valenciennes, 1836) (n=90), *Astyanax fasciatus* (Cuvier, 1819) (n=60), *Andinoacara latifrons* (Steindachner, 1878) (n=46) y *Agonostomus monticola* (Bancroft, 1834) (n=45); en menor abundancia *Awaous banana* (Valenciennes, 1837) (n=10), *Dormitator maculatus* (Günther, 1859) (n=10), *Centropomus undecimalis* (Bloch, 1792) (n=9), *Eliotris pisonis* (Gmelin, 1739) (n=8), *Megalops atlanticus* (Valenciennes, 1847) (n=8) y *Pomadasys crocco* (Cuvier, 1830) (n=1), el cual no se incluyó en el análisis por su bajo número de especies.

Se analizaron 231 estómagos en total, hallándose alimento en al menos 190 de ellos (17,74% vacíos) e identificándose un total de siete grupos alimentarios: insectos himenópteros (Apidae, Formicidae, Vespidae), coleópteros (Carabidae, Cerambycidae), hemípteros y larvas de dípteros), material vegetal (frutas, algas, hojas y tallos), peces (larvas de peces en estado fresco, parcialmente digerido, intestinos, agallas y escamas), crustáceos decápodos (Palaemonidae, *Parastacoides* spp.) y malacostráceos, diplópodos, fitoplancton (Chlorophyta y Bacillariophyta) y detritus.

De acuerdo con el contenido estomacal hallado en las diferentes especies capturadas en las dos épocas climáticas, estos se dividieron en cuatro grupos: peces omnívoros con tendencia a la carnivoría, peces carnívoros, peces insectívoros y herbívoros en época seca. *Megalops atlanticus*, *E. pisonis*, *C. undecimalis* y algunas especies de *A. banana*, *A. monticola* y *D. maculatus* presentaron estómagos vacíos.

Tabla 1. Parámetros y variables fisicoquímicas medidas en río Gaira

Promedios (%)	Desembocadura		Puente Viejo		Rancho Hediondo		Bocatoma	
	Ll	S	Ll	S	Ll	S	Ll	S
Temperatura (°C)	27,1	29,6	25,97	25,4	25,6	24,6	25,1	24,2
pH	6,67	6,9	6,60	6,9	7,07	7,2	7,07	7,3
Conductividad ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	127,00	135,4	113,20	110,2	109,0	80,2	102,7	85,3
Oxígeno (mg/L)	6,50	6,61	6,10	6,45	6,30	6,82	6,80	7,1
Velocidad (m/s)	0,55	753	0,51	0,7	0,49	0,70	0,45	0,70
Caudal (cm^3/s)	4,25	4,65	3,42	4,46	3,25	3,82	1,30	3,29
Ancho (m)	30,60	27	10,40	9,6	18,00	15,1	16,00	14
Profundidad (cm)	105,00	100	90,00	70	60,00	45	81,00	60

Ll (lluvias); S (sequía)

De los peces omnívoros, *A. monticola* y *A. latifrons* presentaron tendencia a la carnivoría con preferencias al consumo de ítems como larvas de peces, crustáceos e insectos. En *A. monticola* (J' 0,60 eurifágica) se evaluó un total de quince estómagos, de los cuales cinco estaban vacíos (CV 33,3 %). El contenido estomacal se agrupó en cinco categorías: peces (larvas de *Sicydium salvani* (Ogilvie-Grant 1884) y *M. curema*), crustáceos (Palaemónidos, parastácidos y malacostráceos), insectos (coleópteros), diplópodos (milpiés) y material vegetal (frutas, tallos y algas). El ítem peces estuvo presente en todos los estómagos analizados (FA 100 %) y presentó mayores valores en frecuencia numérica (FN 72,6), frecuencia gravimétrica (FG 89,3 %) e importancia relativa (IIR 100 %). Lo siguió en importancia el ítem crustáceos (Palaemonidae: FA 8,33 %, FN 4,65 % y FG 21,8 % y Parastacidae: FA 8,33 %, FN 4,65 % y FG 34,3 %), aunque son alimentos de preferencia secundaria para los peces (IIR 19,8). Los ítems insectos (IIR 5,2 %) y restos de material vegetal (IIR 9,92 %) presentaron valores inferiores, indicando que su ingesta es ocasional.

Para *A. latifrons* (J' 0,60 eurifágica) se analizó un total de 11 estómagos, de los cuales cuatro estaban vacíos (CV 36,3 %). El contenido estomacal se agrupó en cuatro categorías o ítems: restos de insectos (FN 4,54 %), peces (FN 50 %), escamas de peces (FN 72 %) y moluscos (FN 10 %). La categoría restos de peces, presentó la mayor frecuencia de aparición (FA 100 %), siendo el ítem larvas de peces el que presentó mayor valor gravimétrico (72,9 %). Sin embargo, este ítem mostró un IIR bajo de 8,95 %, lo que indica que son presas circunstanciales.

Los carnívoros estuvieron representados por las especies *A. banana* y *D. maculatus*, con predominio en el consumo de larvas de peces y crustáceos. En *A. banana* (J' 0,69 eurifágica) se revisaron 10 estómagos, de los cuales ocho se encontraron vacíos (CV 87,5 %). En el contenido estomacal de los restantes se halló alimento constituido por restos de crustáceos y larvas de peces (FN 33,3 %); el ítem crustáceos presentó mayor valor numérico y gravimétrico (FN 66,6 %). Sin embargo, y de acuerdo con los datos obteni-

dos, larvas de peces (IIR 0,091 %) y crustáceos (IIR 0,089 %) se clasificaron como presas circunstanciales o incidentales y de baja importancia relativa. Para *D. maculatus* (J' 0,69 eurifágica), se analizó un total de 10 estómagos, de los cuales ocho se encontraron vacíos (CV 87,5 %). El contenido estomacal de los restantes se agrupó en dos categorías, peces (larvas de *S. salvani*, y *D. maculatus*) y restos de intestinos. El ítem larvas de peces presentó los mayores valores de frecuencia de aparición (FA 83, 33 %), frecuencia numérica (FN 100 %) y gravimétrica (FG 100 %). Restos de peces se presentan con importancia baja (IIR 3,33 %), indicando el consumo circunstancial u ocasional.

Astyanx fasciatus (J' 0,66 eurifágica) presentó hábitos tróficos tipo omnívoro con tendencia a la insectivoría. Se analizaron en total 60 estómagos, de los cuales ocho se encontraron vacíos (CV 13,3 %). El contenido estomacal se agrupó en tres categorías: material vegetal (algas filamentosas, tallos y limo), restos de peces (escamas) e insectos alóctonos (Apidae, Formicidae, Vespidae, Haemulidae y Cerambycidae). Los ítems insectos (FO 95,45 %) y algas filamentosas (FO 100 %) presentaron los valores más frecuentes. No obstante, material vegetal arrojó los mayores valores numéricos (FN 100 %), gravimétricos (FG 100 %) e importancia (IIR 100 %).

Variación de la dieta por época climática en *A. monticola*

De los 15 estómagos, seis se analizaron en época de lluvias, con el registro de seis ítems alimentarios (Palaemónidos, parastácidos, anfípodos, insectos, frutas y larvas de peces); nueve estómagos se analizaron en época seca (cinco se encontraron vacíos) con cuatro ítems (hojas, algas clorófitas, tallos de juncos y milpiés). Es de resaltar la presencia del componente de origen vegetal durante los dos periodos, aunque este sea mayor en época seca, pero en menor frecuencia (FA 38,46 %) e importancia (IIR 9,92 %) con respecto a los ítems de origen animal. Una muestra pareada de K-W, arrojó diferencias significativas ($p > 0,05$) en la dieta entre los dos periodos climáticos.

Variación en la dieta por época climática en *A. fasciatus*

De los 60 estómagos analizados, 40 se revisaron en época de lluvias y se registraron siete ítems alimentarios; 20 estómagos se revisaron en época seca, con dos ítems. El componente animal estuvo presente en ambas épocas; sin embargo, fue mayormente consumido en época de lluvias (IIR 60,37 %) estando constituido por insectos de origen alóctono como hemípteros, himenópteros (Apidae, Formicidae, Vespidae), coleópteros (Carabidae, Scarabaeidae, Cerambycidae), larvas de dípteros y escamas. El componente de origen vegetal estuvo presente en todas las muestras analizadas en época seca (IIR 100 %), estando constituido por algas filamentosas (*Microspora* sp.), tallos de juncos y limo. A pesar de la variación de alimento, no se hallaron diferencias estadísticas significativas (K-W) ($p = 0,05$) en la dieta entre los periodos de sequía y lluvias.

Según el índice de diversidad de Shannon-wiener (H'), *A. monticola*, *A. fasciatus* y *A. latifrons* presentaron el mayor espectro trófico al consumir el 60 % de los ítems hallados en las muestras obtenidas.

El dendrograma generado por el solapamiento trófico (figura 1) permitió observar dos grupos de especies con relación a los ítems consumidos (valores de IIR): la primera agrupación correspondió al 55 % entre *A. monticola* y *A. fasciatus*; esta similitud ocurrió por el consumo de componentes de origen animal (insectos) y material vegetal (algas y tallos). La segunda agrupación correspondió con el 70 % de similitud entre *A. banana* y *A. latifrons* y estuvo relacionada por componentes de origen animal en sus dietas (larvas de *S. salvani* y crustáceos). Así mismo, el análisis exploratorio de ACP indicó que el 98,32 % de la varianza fue explicada por dos componentes (figura 2): el componente 1 (eje x) explicó el 75,6 % de la variación, siendo restos de insectos, material vegetal, escamas de peces, larvas de *S. salvani* y crustáceos

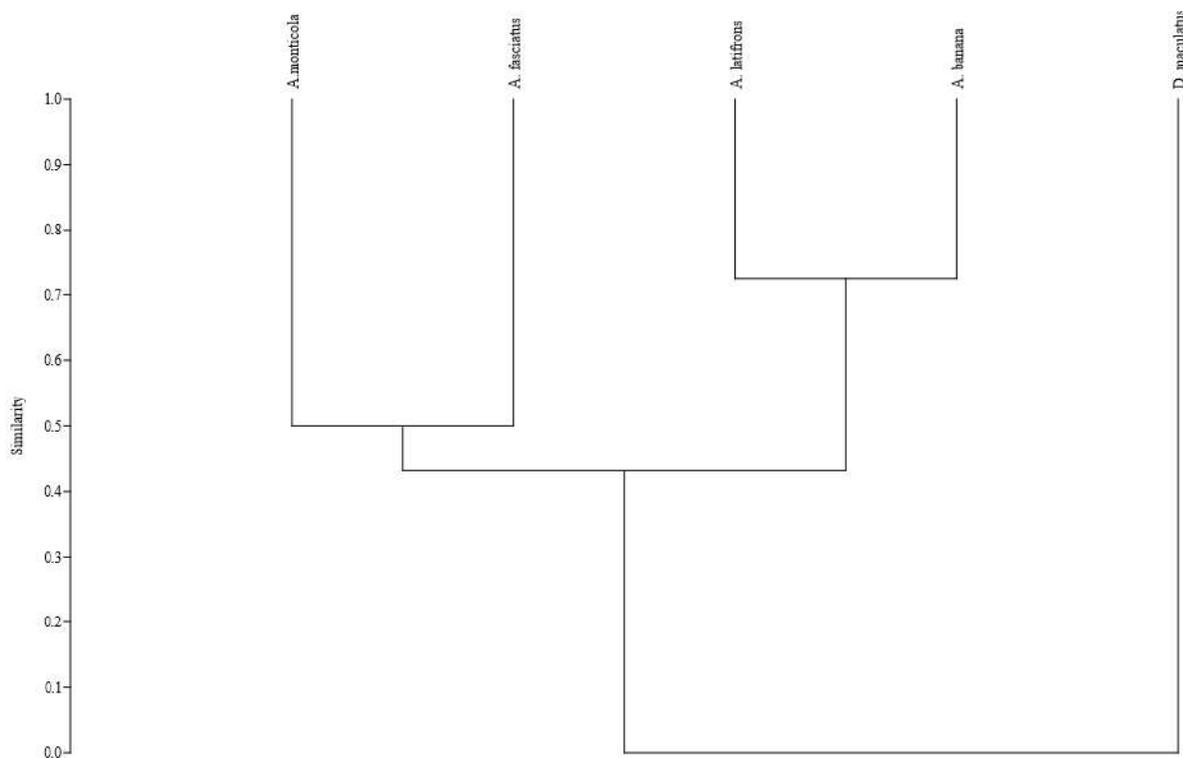


Figura 1. Dendrograma de similitud de Morisita-Horn basado en el índice de importancia relativa (IIR).

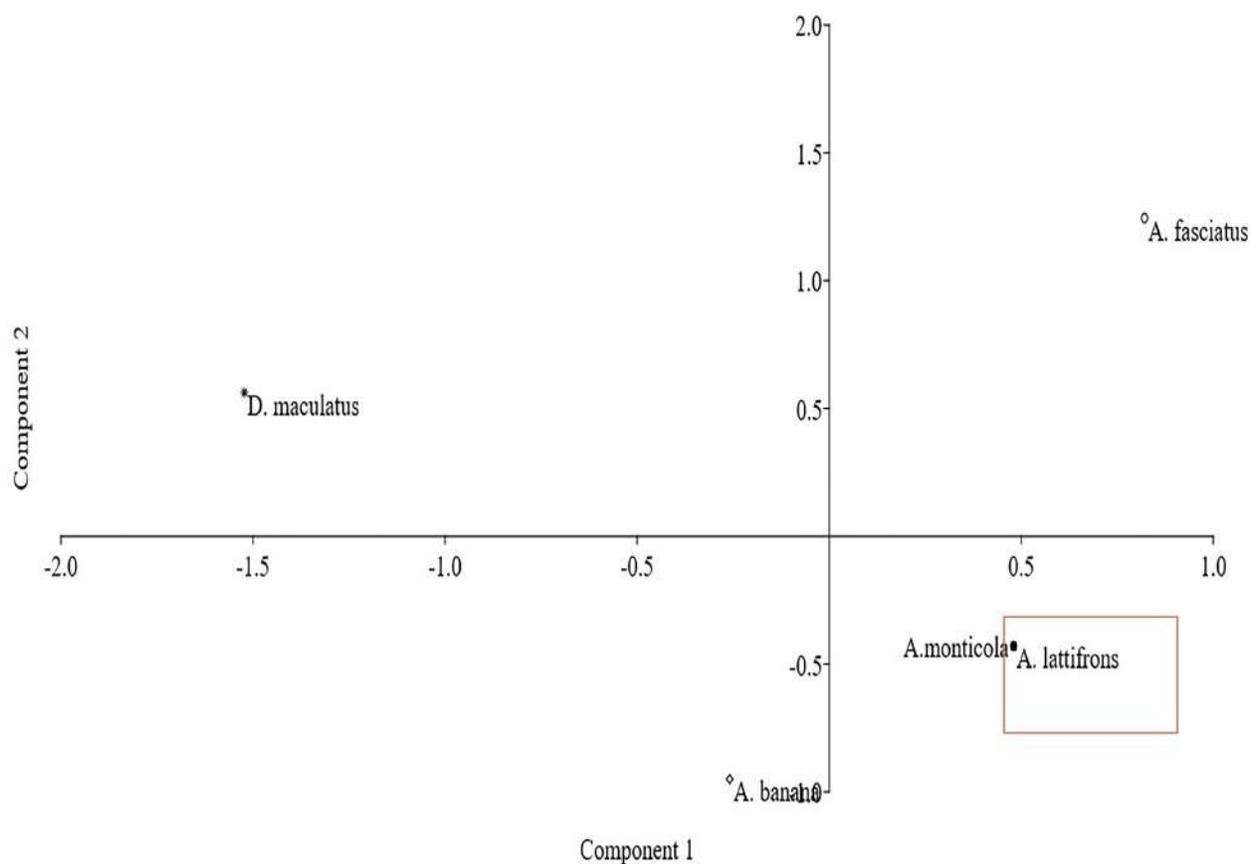


Figura 2. Análisis de componentes principales (ACP) entre las especies y sus hábitos alimentarios.

los de mayor importancia. El componente dos (eje y) aportó el 22,72% de la variación, apareciendo larvas de *D. maculatus* e intestinos como los de mayor importancia. Las especies asociadas al componente 1 son *A. monticola*, *A. fasciatus* y *A. latifrons*. Al componente dos se asocian *D. maculatus* y *A. banana*, consideradas especies carnívoras.

DISCUSIÓN

Los principales recursos alimentarios estuvieron constituidos por larvas de peces, invertebrados bentónicos y algas filamentosas. El hábito trófico dominante fue la omnivoría con tendencia a la carnivoría e insectivoría, seguida de la herbivoría con predominio en el consumo de algas. Estos resultados

son consistentes con lo expuesto por Araujo-Lima, Agostinho y Fabré (1995) para ríos de diferentes cuencas en Brasil, donde los gremios predominantes son los insectívoros, seguidos por los herbívoros o una combinación de estos (omnívoros). Análisis de la dieta de peces de ríos tropicales han demostrado la importancia del material alóctono, del perifitón y de los macro-invertebrados bentónicos como alimento para las comunidades ícticas (Angermeier y Karr, 1984). Según Estévez y Aranha (1999), la información existente en cuanto a las preferencias alimenticias en ríos y caños neotropicales, apunta hacia la falta de especializaciones por parte de la ictiofauna. Otros estudios destacan la importancia de ítems de origen autóctono como algas e invertebrados acuáticos, incluyendo insectos (Costa 1987;

da Motta y Uieda, 2004). Sin embargo, existen pocos trabajos que apoyen o refuten dicha hipótesis, de ahí lo importante del presente estudio.

En el tramo bajo del río se observó un claro predominio en el consumo de alimento de origen autóctono sobre el alóctono por lo cual se puede considerar que este sistema fluvial es capaz de mantener una comunidad con suficientes recursos alimentarios disponibles. Las fuentes principales de alimento estuvieron constituidas por larvas de peces (*S. salvani*); los invertebrados bentónicos y el material vegetal (algas filamentosas) constituyeron un recurso importante para las especies de peces estudiadas. Estos resultados concuerdan con lo reportado por Costa (1987) para el río Matto Grosso, quien señaló la importancia de los recursos de origen autóctono para la dinámica de estos cursos de agua. Knoppel (1970) registró resultados similares para la Amazonía central de Brasil, y Sabino y Castro (1990) para un río del bosque Atlántico (mata atlántica), del Sudeste de Brasil.

En general, *A. monticola* mostró hábitos alimentarios omnívoros, con tendencia a consumir alimento de origen animal; en cuanto al amplio espectro trófico que la especie presentó, Torres-Navarro y Lyons (1999) y Cotta-Ribeiro (2007) registran resultados similares para la especie (omnívora) pero con preferencias por el consumo de insectos y con cambios ontogénicos en la cantidad y calidad de ítems consumidos; de igual forma, Morales y García-Álzate (2016) reportan hábitos omnívoros para la especie, estando el componente vegetal presente en los dos periodos, pero con menor frecuencia e importancia que los insectos, siendo estos los de mayor consumo en época seca, mostrando una mayor preferencia por estas presas los juveniles, cambiando su preferencia hacia la herbivoría a medida que crecen. No obstante, no se evidenciaron diferencias estadísticas significativas de los ítems alimentarios con respecto a época de lluvias y de sequía, ni entre tallas o sexo.

Andinoacara latifrons presentó hábitos alimentarios de omnívoro, con preferencias por el consumo animal, resultados que concuerdan con lo descrito por Maldonado-Ocampo et al (2005) y Rojas, Soca, y García (2005) al concluir que *A. latifrons* presenta

hábitos omnívoros con tendencia a consumir material vegetal, restos de peces (escamas, espinas, aletas), insectos y restos de insectos. Olaya-Nieto et al (2016) y Morales y García-Álzate (2016) reportan que *A. latifrons* es omnívora con tendencia a insectívora, donde domina el consumo animal (insectos, moluscos, crustáceos y restos de peces).

Dormitator maculatus mostró hábitos tróficos de carnívoro, predominando el consumo de peces. Sterba (1962), citado en Nordile (1981), reportó resultados similares sin mencionar el canibalismo. Sin embargo, estos resultados difieren con los del propio Nordile (1981), quien reportó el material vegetal (raíces de jacintos y algas) como consumo de preferencia, y a los hallados por Winemiller y Ponwith (1998) quienes registran la especie como detritívora; también difieren con los de Gámez-Barrera (2011), al reportar la especie como herbívora. La tendencia de esta especie al consumo de ítems como restos de intestinos y agallas hallados en este trabajo, radica en la utilización del sector puente viejo para arrojar desperdicios y desechos de la venta de pescado por parte de moradores del corregimiento de Gaira.

Awaous banana, según el hábito trófico, es carnívora lo que concuerda con Lasso y Morales-Betancurt (2011) al registrar hábitos alimentarios de tipo carnívoro para la especie, predominando el consumo de insectos y crustáceos, lo que podría relacionarse con la hilera de dientes canónicos en el maxilar, encontrados en peces de mayor tamaño, característica de depredadores; no obstante, Debrot (2003) y Morales y García-Álzate (2016), reportan una dieta herbívora con predominio de micro algas bentónicas de comportamiento raspador y ramoneador. Los resultados anteriores indicarían que es una especie de alta plasticidad alimentaria, ya que puede hacer uso de los distintos alimentos presentes en los diferentes ecosistemas en los que habita.

Astyanx fasciatus mostró variaciones en su dieta en las dos épocas climáticas, presentando un amplio espectro trófico en lluvias (omnívora con tendencia al consumo de insectos) y herbívora en sequías. Maldonado-Ocampo et al (2005), Gámez-Barrera (2011) y Castellano (2001) describen a la especie como omnívora consumidora de restos de plantas,

fitoplancton e invertebrados mezclados con partículas de limo, pero no reportan variaciones espacio-temporales en su dieta. Barros (2004) cataloga a un congénere como omnívoro, con variaciones en la dieta de acuerdo con la talla de los ejemplares dado que los peces pequeños consumen materia vegetal e insectos, mientras que los grandes consumen micro-crustáceos, crustáceos e insectos.

Los estómagos vacíos de *M. atlanticus*, *E. pisonis*, *C. undecimalis* y algunos de *D. maculatus* y *A. monticola*, podrían estar relacionados con la regurgitación, siendo esta técnica utilizada como una estrategia de defensa y escape, principalmente por peces carnívoros (Ruiz, Prieto, y Lemus, 2001). No obstante, este aspecto también podría estar relacionado con el estómago corto que presentan estos peces en relación con los herbívoros, por lo que la digestión es mucho más rápida (Lagler, Bardach, Miller, y May-Passino, 1984). Estos segregan ácidos que ayudan a digerir rápidamente huesos, carne y escamas, por lo que se puede inferir que los peces ya habían digerido el alimento en el momento de la captura.

Los estómagos vacíos de *A. monticola* tal vez se asociarían con la actividad reproductiva, los tiempos en los cuales se alimenta y el tiempo de digestión. Según Hynes (1950), la presencia de altos porcentajes de estómagos vacíos puede asociarse con la reducción de la actividad alimentaria como resultado de la actividad reproductiva, lo que permite suponer que los coeficientes de vacuidad pueden estar asociados con este proceso en la especie. *Agonostomus monticola* es una especie catádroma, que sale del río al mar a reproducirse y por lo tanto no se alimenta en esta migración (Gámez-Barrera, 2011); resultados similares fueron reportados por Aiken (1998). Los juveniles y adultos de esta especie habitan ríos en los cuales se alimentan, aumentan de peso e inician la maduración sexual, para posteriormente dirigirse al mar y reproducirse durante la época de lluvias (Torres-Navarro y Lyons, 1999).

Los peces de ríos neotropicales coexisten con una notable variación temporal y espacial de su alimento (Power, 1983). Este alimento disponible está sujeto a factores como la morfología del cauce, atributos fisicoquímicos, tipo de hábitats e interacciones con

el ambiente (Estévez y Aranha, 1999; Ángel y Ojeda, 2001). Tales factores inciden para que las especies presenten hábitos alimentarios heterogéneos y empleen estrategias tróficas de acuerdo con sus requerimientos. Wootton (1999) argumenta que las variaciones que experimentan los ecosistemas dulceacuícolas en cuanto a la disponibilidad de ciertos tipos de alimento están ligadas con la variación climática.

La variabilidad de la dieta entre las dos épocas climáticas estudiadas estuvo sujeta a la cantidad, calidad, disponibilidad y requerimiento del alimento en el ambiente. Román-Valencia (1998) plantea que, por lo general, los peces desovan principalmente en la época de lluvias, donde hay una mayor oferta de alimento de origen animal, lo que proporciona mayor grasa celómica en la etapa inicial de madurez sexual, acumulando grasa para su posterior consumo. En los ríos tropicales la vegetación ribereña influye en la cantidad y naturaleza de la materia orgánica aportada a las quebradas, caños y ríos, las cuales, por lo general, son una importante fuente energética para las cadenas alimenticias (Guiller y Bjorn-Malmquist, 1998).

Los resultados mostraron una similitud trófica entre *A. latifrons* y *A. banana* del 70 %, considerado como falso solapamiento trófico dado que estas especies aprovechan recursos en diferentes posiciones en la columna de agua. *Astyanx latifrons* habita en remansos y explota el medio en busca de recursos alimentario con su boca en posición superior, mientras que *A. banana* presenta cuerpo ligeramente comprimido dorso-ventralmente, posee aletas pectorales fusionadas originando una ventosa, lo que le permite habitar en rápidos de corriente y sobre la superficie de las rocas, por lo que estas especies explotan recursos tróficos en diferentes espacios del hábitat.

Finalmente, existe el paradigma de que los ríos de aguas claras y/o negras son sistemas pobres en nutrientes, casi oligotróficos que dependen en gran medida del aporte alóctono del bosque circundante, por lo que la diversidad es baja y las relaciones tróficas poco complejas (Angermier y Karr, 1984; LoweMcConnell, 1987; Estévez y Aranha, 1999). En este estudio se observó un predominio de alimento de origen autóctono sobre el alóctono, constituido

por larvas de peces, crustáceos y algas devoradas por peces tanto carnívoros como omnívoros, por lo que se puede concluir que este sistema fluvial es capaz de mantener una comunidad diversa con suficientes recursos alimentarios disponibles.

AGRADECIMIENTOS

Los autores manifiestan sus agradecimientos a la Vicerrectoría de Investigación de la Universidad del Magdalena por la financiación y el apoyo del proyecto académico por medio de la resolución 16891 del 22 de agosto de 2016, expedida por el Ministerio de Educación Nacional, bajo el marco del plan de gobierno “por una universidad + incluyente e innovadora 2016-2020” de la Universidad del Magdalena. Y a Carlos Henis por el Abstract.

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran que no existe conflictos de intereses con la investigación presentada.

REFERENCIAS

- Aguirre-Pabón, J., Rodríguez-Barrios, J., y Ospina-Torres, R. (2012). Deriva de macro-invertebrados acuáticos en dos sitios con diferente grado de perturbación, Río Gaira, Santa Marta-Colombia. *Intrópica*, 7(1), 9-19. <https://revistas.unimagdalena.edu.co/index.php/intropica/article/view/159>
- Aiken, K. (1998). Reproduction, diet and population structure of the mountain mullet, *Agonostomus monticola*, in Jamaica, West Indies. *Environmental Biology of Fishes*, 53(3), 347-352. DOI:10.1023/A:1007440424424
- Amezaga-Herrán, R. (1998). *Análisis del contenido estomacal en peces. Revisión bibliográfica de los objetivos y la metodología*. Madrid, España: Instituto Español de oceanografía. Recuperado a partir de: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4644280>
- Ángel, A., and Ojeda, F. (2001). Structure and trophic organization of subtropical fish assemblages on the Northern Chilean coasts: the effect of habitat complexity. *Marine Ecology Progress Series*, 217, 81-91. DOI:10.3354/MEPS217081
- Angermier, P., and Karr, J. (1984). Fish communities along environmental gradients in a system of tropical streams. *Environmental Biology of Fishes*, 9, 117-135. DOI:10.1007/BF00690857
- Araujo-Lima, C.A.R.M., Agostinho, A.A., and Fabrè, N. (1995). Tropical aspects of fish communities in Brazilian rivers and reservoirs. In J.G. Tundisi, C.E.M, Bicudo, T, Matsamura-Bicudo (Ed.). *Limnology in Brazil* (pp. 105-136). Rio de Janeiro: ABC/SBL. <http://repositorio.uem.br:8080/jspui/bitstream/1/5329/1/181.pdf>
- Barros, S. (2004). Alimentación de *Atyanax abramis* (Characiformes: Characidae) en el embalse de Cabra Corral, Salta, Noreste de Argentina. *Agua-tIC*, 20, 88-96. <http://revistaaquatic.com/ojs/index.php/aquatic/article/view/249/237>
- Blanco, C., y Manjarrez, P. (2015). Ictiofauna del río Gaira, Sierra Nevada de Santa Marta. IV Congreso Colombiano de Zoología. Libro de resúmenes. Disponible en línea: <https://accolombia.org/>
- Carpenter, R., and Kitchell, J. (1993). *The trophic cascade in lakes*. Cambridge, England: Cambridge University Press, DOI:10.1017/CBO9780511525513.002
- Castellanos, C. (2001). Hábitos alimenticios de la fauna íctica presente en el embalse de Ponce II, Antioquia Colombia [tesis de pregrado, Fundación Universitaria Jorge Tadeo Lozano]. <https://expeditiorepositorio.utdeco.edu.co/bitstream/handle/20.500.12010/1357/T679.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Cotta-Ribeiro, T. (2007). Ecología de los peces *Agonostomus monticola* (Mugilidae) y *Brycon behreae* (Characidae) en la cuenca del Río Grande de Terraba, Costa Rica [tesis de maestría en ciencias biológicas, Universidad Rodrigo Facio-Costa Rica]. <http://repositorio.sibdi.ucr.ac.cr:8080/jspui/bitstream/123456789/2466/1/27763.pdf>
- Costa, W.J. (1987). Feeding habits of fish community in a tropical coastal stream, Rio Matto Grosso, Brazil. *Studies on Neotropical Fauna and Environmental*, 22(3), 145-153. DOI:10.1080/01650528709360728
- da Motta, R.L, and Uieda S.V. (2004). Dieta de duas espécies de peixes do Ribeirão do Atalho, Itatinga, SP. *Revista Brasileira de Zootecias*, 6(2), 191-205. <https://periodicos.ufjf.br/index.php/zoociencias/article/view/24193>
- Debrot, A.O. (2003). A review of the freshwater fishes of Curaçao, with comments on those of Aruba and Bonaire. *Caribbean Journal of Science*, 39(1), 100-108. Recuperado a partir de: <https://www.dcbd.nl/sites/www.dcbd.nl/files/documents/Debrot%202003%20Freshwater%20fish%20ABC.pdf>
- Domínguez, E., y Fernández, H. (2009). *Macro-invertebrados bentónicos sudamericanos: sistemática y biología*. Tucumán, Argentina: Fundación Miguel Lillo.
- Estévez, K.E., and Aranha, J.M.R. (1999). Trophic ecology of stream fishes. *Oecologia Australis*, 6, 157-182. Recuperado a partir de: <https://revistas.ufrj.br/index.php/oa/article/view/5610/4166>
- Estevez, K.E., and Galetti P. (1994). Feeding ecology of *moernkhausia intermedia* (picisCharacidae) in small Oxbow lake of Mogi-Guacu River, Sao Paulo, Brasil. *Verhandlugen des International en Vere in Limnology*, 522, 3973-3980. DOI:10.1080/03680770.1992.11900596
- Frayter, V., Jiménez, E., Valero, O., Pavón, R. (2002). Plan de manejo integral de la cuenca hidrográfica del Río Gaira [tesis de pregrado, Universidad del Magdalena]. <http://repositorio.unimagdalena.edu.co/jspui/handle/123456789/1793>
- Gámez-Barrera, D. (2011). Variación espacio temporal en

- la alimentación de los peces en la zona suroriental de la Ciénega grande de Santa Marta, Colombia [tesis de Maestría en ciencias biológicas, Universidad del Zulia, Maracaibo]. <https://docplayer.es/14234254-Variacion-espacio-temporal-en-la-alimentacion-de-los-peces-en-la-zona-suroriental-de-la-cienega-grande-de-santa-marta-colombia.html>
- Granado-Lorencio CG. (1996). *Ecología de peces*. Sevilla, España: Universidad de Sevilla.
- Goulding, M. (1980). *The fishes and the forest. Exploration Amazonia natural history*. California, USA: University of California, Berkeley Press.
- Guiller, P.S, and Bjorn-Malmquist, T. (1998). *The biology of streams and rivers*. Oxford: Oxford University. DOI:10.1002/(SICI)1099-0755(200001/02)10:1%3C73::AID-AQC374%3E3.0.CO;2-B
- Hammer, Harper, D.A, and Rydan, P.D. (2001). Paleontological Statistic software package for education and data analysis. *Paleontological Electronic*, 4(1), 1-9. <https://palaeo-electronica.org/2001.1/past/issue1.01.htm>
- Horn, H. (1966). Measurement of "Overlap" in Comparative Ecological Studies. *The American Naturalist*, 100(914), 419-424. DOI:10.1086/282436
- Hynes, H.B.N. (1950). The food of fresh-water sticklebacks (*Gasterosteus aculeatus* and *Pygosteus pungitius*), with a review of methods used in studies of the food of fishes. *Journal Animal of Ecology*, 19(1), 36-58. DOI:10.2307/1570
- Jeppesen, E., Jensen, J., Sondergaard, M., Lauridsen, T., Juange, P., and Jensen, L. (1997). Top-down control in freshwater lakes: the role of nutrient state, submerged macrophytes and water depth. *Hydrobiology*, 342/343, 151-164. Recuperado a partir de: <https://www3.uakron.edu/plavren/Jeppesen.pdf>
- Knoppel H. (1970). Food of Central Amazonian fishes. Contribution to the nutrient-ecology of Amazonian rain-forest-streams. *Amazoniana: Limnologia et Oecologia Regionalis Systematis Fluminis Amazonas*, 2, 257-352. Recuperado a partir de: https://pure.mpg.de/rest/items/item_3148187_1/component/file_3148188/content
- Krebs, C.J. (1998). *Ecological methodology* (2nd ed.). Menlo Park, California: Addison Wesley Educational Publisher, Inc.
- Laevastu, T. (1980). *Manual de métodos de biología pesquera*. Zaragoza, España: Editorial Acribia.
- Lasso, C., y Morales-Betancurt, M. (2011). *Catálogo de los recursos pesqueros continentales de Colombia: memoria técnica y explicativa. Serie recursos hidrobiológicos y pesqueros continentales de Colombia*. Bogotá, Colombia: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Lagler, K.F., Bardach, J.E., Miller, R.R., May-Passino, D.R. (1984). *Ictiología*. Mexico D.F.:AGT.
- Lowe-McConeell, R. (1987). *Ecological studies in tropical fish communities*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Maldonado-Ocampo, J.A., Ortega-Lara, A., Usma, O.S., Galvis, V.G., Villa-Navarro, F.A., Vásquez-Gamboa, L., Prada-Pedrerros, S., y Ardila, R.C. (2005). *Peces de los Andes de Colombia*. Bogotá, Colombia: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt.
- Marrero, C. (1994). *Métodos para cuantificar contenidos estomacales en peces*. Caracas, Venezuela: Universidad experimental de los llanos Ezequiel Zamora-Unellez.
- Morales, J., y García-Álzate, C. (2016). Estructura trófica de los peces en arroyos del Corral de San Luis, cuenca del Bajo Magdalena, Caribe Colombiano. *Revista de Biología Tropical*, 64(2), 715-732. DOI:10.15517/rbt.v64i2.18781
- Nordile, F.G. (1931). Feeding and reproductive biology of eleotrid fishes in a tropical estuary. *Journal of Fish Biology*, 18, 97-119. DOI:10.1111/j.1095-8649.1981.tb03764.x
- Olaya-Nieto, C.W., Segura-Guevara, F.F, Brú-Cordero, S.B, Blanco-Viellar, H.M. (2003). Biología reproductiva de la Doncella (*Ageneiosus pardalis Lütken*, 1874) en el Río Sinú, Colombia. II Congreso Iberoamericano Virtual de Acuicultura (CIVA), 743-749. Recuperado a partir de: <http://www.civa2003.org>
- Olaya-Nieto, C.W., Camargo-Herrera, L., Diaz-Sajonero, V., y Segura-Guevara, F. (2016). Hábitos alimenticios del cocobolo (*Andinoacara pulcher*) en la Ciénega grande de Lórica, Colombia. *Revista MVZ Córdoba*, 21(1), 5189-5197. DOI:10.21897/rmvz.29
- Power, M.E. (1983). Grazing responses of tropical freshwater fishes to different scales of variation in their food. *Environmental Biology of Fishes*, 9, 103-115. DOI:10.1007/BF00690856
- Prejs, A., and Prejs, K. (1987). Feeding of tropical freshwater fishes: seasonality in resource availability and resource use. *Oecologia*, 71, 397-404. DOI:10.1007/BF00378713
- Rojas, J., Soca, L., y García, G. (2005). Contenido del tracto digestivo de cuatro especies de peces autóctonos y sus aplicaciones como bio-reguladores de larvas de mosquitos en Venezuela. *Revista Cubana de Medicina Tropical*, 57(3), 9-12. Recuperado a partir de: <http://scielo.sld.cu/pdf/mtr/v57n3/mtr06305.pdf>
- Román-Valencia, C. (1998). Alimentación y reproducción de *Creagrutus brevipinnis* (Pisces: Characidae) en Alto Cauca, Colombia. *Revista de Biología Tropical*, 46(3), 783-789. https://tropicalstudies.org/rbt/attachments/volumes/vol46-3/32.Roman_Creagrutus_brevipinnis.pdf
- Ruiz, L.J, Prieto, A.A., y Lemus, M. (2001). Morfología bucofaríngea y hábitos alimenticios de *Micropogoni asfurnieri* (Pisces: Scianidae) en la costa norte del estado Sucre, Venezuela. *Revista de Biología tropical*, 49, 3-14. Recuperado a partir de: <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/rbt/article/view/18038/18223>
- Sabino, J., and Castro, M.C. (1990). Alimentação periodo de atividade e distribuição espacial dos peixes de um riacho de Floresta Atlântica (Sudeste do Brasil). *Revista Brasileira de Biología*, 50(1), 23-36. Recuperado a partir de: https://www.researchgate.net/profile/Ricardo_Macedo_Correa_E_Castro/publication/307914802_ALIMENTACAO_PERIODO_DE_ATIVIDADE_E_DISTRIBUICAO_ESPACIAL_DOS_PEIXES_DE_UM_RIACHO_DA_FLORESTA_ATLANTICA_SUDESTE_DO_BRASIL/links/57d1922508ae5f03b48ab6b2/ALIMENTACAO-PERIODO-DE-ATIVIDADE-E-DISTRIBUICAO-ESPACIAL-DOS-PEIXES-DE-UM-RIACHO-DA-FLORESTA-ATLANTICA-SUDESTE-DO-

BRASIL.pdf

- Shannon, C.E., and Weaver, W. (1964). *The mathematical theory of communication*. USA: University of Illinois.
- Sterba, G. (1962). *Freshwater fishes of the world*. London, England: Littlehampton Book Services Ltd.
- Torres-Navarro, C., and Lyons, J. (1999). Diet of *Agonostomus monticola* (piscis: Mugilidae) in the River Ayuquila, Sierra of Manantlán Biosphere Reserve, Mexico. *Revista Biología tropical*, 47(4), 1087-1092. Recuperado a partir de: https://tropicalstudies.org/rbt/attachments/volumes/vol47-4/44_Torres_Agonostomus_monticola.pdf
- Tresierra, A., y Culquichicón, Z. (1993). *Biología pesquera*. Trujillo, Perú: Editorial Libertad.
- Vander-Zanden, M. and Vadeboncoeur, Y. (2002). Fishes as integrators of benthic and pelagic food webs in lakes. *Ecology*, 83(8), 2152-2161. DOI:10.1890/0012-9658(2002)083[2152:FAIOBA]2.0.CO;2
- Windell, J.T. (1971). Food analysis and rate of digestion. In W.E, Ricker (Ed.). *Methods for assessment of fish production in fresh waters* (2nd ed., pp. 215-226). Oxford: Blackwell Scientific Publications. DOI:10.1002/iroh.19690540313
- Winemiller, K.O., and Ponwith, B.J. (1998). Comparative ecology of eleotrid fishes in Central American coastal stream. *Environmental Biology of Fishes*, 53(4), 373-384. DOI:10.1023/A:1007422821071
- Wootton, R.J. (1999). *Ecology of teleost fishes* (2nd ed.). The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.