

ASPECTOS AUTO-ECOLÓGICOS DE *Bryconops giacopinii* (IGUANODECTIDAE) DE LA SERRANÍA DE LA LINDOSA, SAN JOSÉ DE GUAVIARE, COLOMBIA

Auto-ecological traits of *Bryconops giacopinii* (Iguanodectidae) from la Serranía de La Lindosa, San José de Guaviare, Colombia

Francisco J. LUQUE*¹, Jhon J. PATARROYO-BAÉZ², Juan David GONZÁLEZ-TRUJILLO¹

¹Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia, Carrera 30 n°. 45-02, Bogotá D.C., Colombia.

²Laboratorio de Limnología, Instituto Amazónico de Investigaciones (Imani), Universidad Nacional de Colombia, Sede Amazonía, Leticia, Colombia.

*For correspondence: ffluquem@unal.edu.co

Received: 14th February 2018, Returned for revision: 6th July 2018, Accepted: 8th December 2018.

Associate Editor: Alan Giraldo.

Citation/Citar este artículo como: Luque FJ, Patarroyo-Baez JJ, González-Trujillo JD. Aspectos auto-ecológicos de *Bryconops giacopinii* (Iguanodectidae) de la Serranía de la Lindosa, San José de Guaviare, Colombia. Acta biol. Colomb. 2019;24(2):255-263. DOI: <http://dx.doi.org/10.15446/abc.v24n2.70450>

RESUMEN

La relación longitud-peso y el factor de condición (K) son utilizados como descriptores de los aspectos auto-ecológicos de los peces, porque aportan información sobre el crecimiento, reproducción y bienestar. Por tanto, su caracterización podría ser de gran utilidad en la evaluación de poblaciones de peces en sistemas acuáticos afectados por diferentes niveles de intervención. El objetivo principal de este estudio fue la caracterización y descripción de la relación longitud-peso, factor de condición y dieta de *Bryconops giacopinii* en seis localidades en la Serranía de La Lindosa durante un ciclo anual (estación seca y lluviosa). Los peces (n= 333) fueron medidos, pesados, y su estómago fue removido para la identificación de los ítems alimenticios. Los individuos presentaron un crecimiento alométrico positivo durante ambas estaciones climáticas, sin diferencias significativas en el factor de condición durante el cambio estacional. Por otra parte, se identificaron 17 tipos diferentes de ítems alimenticios, la mayoría de ellos artrópodos terrestres. La frecuencia y ocurrencia de estos ítems no siguió ningún patrón temporal ni espacial. *B. giacopinii* presentó una dieta generalista, con un alto consumo de insectos terrestres. Los resultados obtenidos evidencian la estrecha relación entre esta especie y el bosque de ribera, demostrando la importancia que presentan estos corredores biológicos para el mantenimiento de la comunidad acuática y su conservación. Esta información aporta al conocimiento biológico de esta especie de interés comercial y puede ser utilizada en la comparación con otras poblaciones presentes en otras cuencas. *B. giacopinii* es una especie con un papel ecológico importante, por lo tanto, estudios de su relación con el ecosistema podrían ser relevantes y necesarios.

Palabras clave: Alometría, dieta, Guyana, neotrópico, rasgos biológicos.

ABSTRACT

Length-weight relationship and condition factor (K) have been used as a fish biological descriptor, because they provide information about growth, reproduction, and welfare. Therefore, these parameters can be used in the assessments of fish populations inhabiting aquatic systems affected by different levels of intervention. The main objective of this study was the depiction and description of the length-weight relationship, condition factor and diet of *Bryconops giacopinii* in six sites at Serranía La Lindosa over one annual cycle (dry and wet seasons). Fish (n = 333) were measured, weighted, and the stomach was removed to identify prey items. Fish displayed a positive allometric growth during both seasons, without differences in the condition factor during the seasonal change. On the other hand, 17 prey items were identified; most of them terrestrial arthropods. The frequency and occurrence of these items did not follow a temporal or spatial pattern. *B. giacopinii* displayed a generalist diet, with a high consumption rate of terrestrial insects. The obtained results show the strong relationships between this species and the riparian forest, proving the importance of this biological corridors to the maintenance of the aquatic community and its conservation. This information contributes to the biological knowledge of this species out commercial interest and can be used to compare other populations in other basis. *B. giacopinii* is a species with an important ecological role. Therefore, research of its relationship with the ecosystem could be of great relevance and necessity.

Keywords: Allometry, biological traits, diet, Guiana, neotropics.

INTRODUCCIÓN

La caracterización de los aspectos auto-ecológicos de las especies es de gran importancia para entender y modelar la dinámica de sus poblaciones (Arismendi *et al.*, 2011; Martins-Camara *et al.*, 2011). Por ejemplo, la relación longitud- peso (RLP) y el factor de condición (K) son dos aspectos que resumen el crecimiento, la capacidad de supervivencia y reproductiva de las especies, y que por tanto, podrían utilizarse en conjunto para aproximarse a su dinámica poblacional (Cifuentes *et al.*, 2012). La RLP ha sido utilizada para describir los aspectos del ciclo de vida de los peces, los aspectos reproductivos, las condiciones de alimentación (Le Cren, 1951), y los cambios energéticos en el tiempo y el espacio (Freitas *et al.*, 2014). Mientras que K ha servido como una medida del bienestar general de las poblaciones y como indicador nutricional de los peces (Baigún *et al.*, 2009), generalmente asumiendo que los cambios están mediados por alteraciones fisiológicas o ecológicas (Sutton *et al.*, 2000). Sin embargo, a pesar de su potencial aplicado, este tipo de aspectos han sido caracterizados sólo para especies de uso comercial que habitan en zonas templadas, siendo escasas las caracterizaciones de especies nativas en ríos tropicales (Froese, 2006).

Bryconops (Kner, 1858) es un género perteneciente a la familia Iguanodectidae, cuenta con 20 especies que se encuentran distribuidas en gran parte de Suramérica, en las cuencas de los ríos Orinoco, Amazonas, Tocantins-Araguaia, Paraná-Paraguay y San Francisco (Lima y Caires, 2011; Wingert y Malabarba 2011; Silva-Oliveira *et al.*, 2015), incluyendo varias cuencas costeras en las Guayanas y Brasil (Froese, 2006). La mayoría de las especies son omnívoras y activas (Perillo-Nogueira *et al.*, 1997), y se encuentran en ambientes lóticos, típicamente ácidos y transparentes (Chernoff y Machado-Allison, 2005). *Bryconops giacopinii* (Fernández-Yépes, 1950) es un pez de pequeño porte, con cuerpo cilíndrico que puede alcanzar los 18 cm de longitud estándar (Giarrizzo *et al.*, 2015). Se caracteriza por una franja longitudinal plateada desde el opérculo hasta la base de la aleta caudal, el lóbulo superior de la aleta caudal es negro con una mancha redonda de color amarillo – naranja en la base (Gálvis *et al.*, 2007).

En Colombia, a pesar de que *B. giacopinii* se encuentra ampliamente distribuida en la cuenca del río Orinoco y Amazonas (DoNascimento *et al.*, 2017) y de que es considerada como especie de importancia en el comercio de peces ornamentales (Ortega-Lara, 2016) a la fecha, no se han realizado estudios auto-ecológicos, los cuales brinden un aporte significativo al conocimiento auto-ecológico de la especie o a la dinámica de sus poblaciones. Considerando el gran número de especies de peces que habitan las cuencas de los ríos Amazonas y Orinoco y las presiones crecientes sobre las mismas (Lasso *et al.*, 2010; 2011), caracterizar los aspectos auto-ecológicos y su variación natural en los sistemas que habitan se vuelve de gran importancia para su conservación.

Teniendo en cuenta lo anterior, el presente estudio buscó caracterizar los siguientes aspectos auto-ecológicos de *B. giacopinii*: 1) la relación longitud-peso, 2) el factor de condición y 3) la dieta, en sistemas con baja intervención antropogénica como los de la Serranía de La Lindosa.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

La Serranía de La Lindosa, se encuentra cerca de San José del Guaviare, Colombia, a lo largo de la parte norte de la Amazonía colombiana, en una zona de transición entre las eco regiones del Orinoco y el Amazonas (Cárdenas-López *et al.*, 2008; Figura. 1). El clima es considerado lluvioso tropical, con un promedio anual de precipitación de 2800 mm y un patrón unimodal con temporada lluviosa desde marzo hasta octubre y una temporada seca de noviembre a febrero. Se encuentra conformada en su mayoría por rocas sedimentarias de la formación Araracuara, Sienita Nefelina de San José del Guaviare y rocas sedimentarias del Terciario de la Amazonia, los suelos son areniscas provenientes principalmente de la formación Paleozoica de Araracuara dominados por cuarzos y químicamente pobres (Duivenvoorden y Cleef, 1994; Ortega-Lara, 2016).

Los cuerpos de agua, en su mayoría pequeños cauces que drenan la Serranía de La Lindosa, tienen lechos compuestos por grandes losas relictas del escudo guyanés que conforman secuencias marcadas de rápidos y pozos, cuyas transiciones están dadas frecuentemente por cascadas de altura variable (en ocasiones pueden alcanzar más de 30 m, González-Trujillo *obs. per.*). Debido a las características de su lecho y a la baja concentración de nutrientes en los suelos de la cuenca, estos ecosistemas pueden ser considerados como ultra-oligotróficos. El agua del cauce tiene una baja concentración y disponibilidad de nutrientes, valores de conductividad cercanos a los 4 $\mu\text{S}/\text{cm}^3$, pHs ácidos (entre 5 y 6 unidades), y una concentración relativamente alta de carbono orgánico disuelto (González-Trujillo, s.f.). La vegetación de ribera está compuesta principalmente por especies de bosque de galería, aunque puede cambiar abruptamente al alejarse del cauce principal, siendo las especies de porte bajo como arbustales y rosetales las que aumentan su abundancia (Cárdenas-López *et al.*, 2008).

Muestreo de la población

En cada una de las seis localidades fue escogido un transecto de 50 m de longitud (Figura. 1). La comunidad íctica fue muestreada en cada transecto por medio de tres pases con una malla de anejo plástico (10 x 2 m de área, 2 mm de ojo de malla) durante el inicio (abril de 2013 y 2014) y el final del período lluvioso (octubre 2012 y 2013), para un total de cuatro muestreos en cada uno de los seis sitios (dos eventos de muestreo por temporada). Los individuos

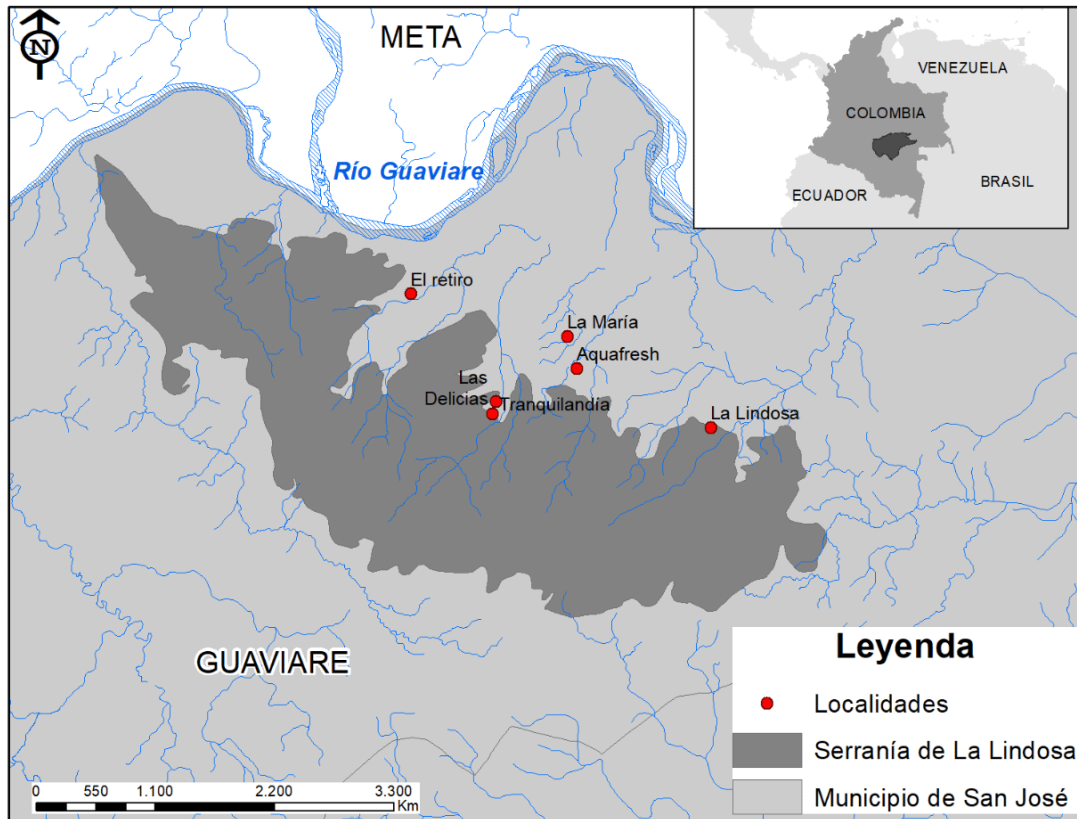


Figura 1. Localización geográfica de los seis tramos de muestreo dentro de la cuenca de la Serranía la Lindosa, municipio de San José del Guaviare (Colombia). Los tramos se indican dentro del mapa en forma de puntos rojos.

fueron colectados durante las salidas de campo del curso de Taxonomía animal del departamento de Biología de la Universidad Nacional de Colombia en Bogotá, por lo tanto, se siguieron todas las directrices de colecta, contándose con el permiso marco de colecta de la Universidad Nacional de Colombia. Los peces fueron fijados en formol al 4 % inmediatamente después de su captura y preservados en etanol al 70 %, para después ser depositados en la colección ictiológica del Instituto de Ciencias Naturales (ICN – Universidad Nacional de Colombia). Se registró el tamaño corporal (longitud estándar – LE; 1 mm), peso (peso total – PT; 0,1 g) y se procedió a retirar el tracto digestivo por medio de una incisión abdominal.

Caracterización del crecimiento y de la condición de los peces

La relación longitud-peso (RLP), se estimó por la expresión $Pt = a \times Le^b$, donde Pt es el peso total, Le la longitud estándar, a el intercepto de la curva y b el coeficiente de alometría de la relación longitud-peso; su valor se determina transformando la ecuación en un modelo lineal (Sparre y Venema, 1997). Se realizaron una serie de regresiones lineales con el total de individuos ($n = 333$) y entre cada localidad de muestreo.

Se evaluó de forma independiente la variabilidad espacial y temporal de la RLP debido a que no se disponía de un

tamaño de muestra adecuado para hacer regresiones de las poblaciones de cada una de las localidades en las dos épocas distintas (interacción espacio - temporal). Los valores de longitud y talla fueron transformados con la función del logaritmo en base de 10 para cumplir con los supuestos de un modelo lineal. Un análisis de covarianzas (ANCOVA) fue utilizado para evaluar si existían diferencias de la RLP (resumida por la pendiente de la regresión) entre poblaciones al controlar la localidad y la temporada (seca y lluviosa) en que fueron muestreadas. Se escogió un p -valor menor a 0,05 como umbral. Adicionalmente, la pendiente de las regresiones (b) fue utilizada como una aproximación al tipo de crecimiento de cada una de las poblaciones. De acuerdo con Cifuentes *et al.*, (2012), si una población de peces mantiene la relación peso-longitud ($b = 3$), entonces presenta un crecimiento isométrico. Mientras que si $b > 3$, el pez ha incrementado su peso en mayor proporción que su longitud y por lo tanto presenta un crecimiento alométrico positivo. En cambio, si $b < 3$, la longitud del pez incrementó en mayor proporción que el peso y por lo tanto se asume que tiene un crecimiento alométrico negativo.

El factor de condición (K) individual fue calculado con el índice de Fulton (Ricker, 1975) siguiendo la ecuación: $K = 100 \left(\frac{w}{L^3} \right)$. Donde w es el peso (g) y L es la longitud (cm). Se asume que los peces más pesados de una determinada

talla se encuentran en mejor condición que aquellos de la misma talla, pero de menor peso (Badillo *et al.*, 2010).

Descripción de la dieta

Los contenidos estomacales fueron separados bajo un estereoscopio y analizados siguiendo un método volumétrico (Winemiller, 1989). El volumen de cada ítem alimenticio fue medido por el desplazamiento de agua dentro de un cilindro con una resolución de 0,01 ml. Los ítems alimenticios con un volumen inferior a 0,01 ml fueron medidos sobre papel milimetrado y su volumen fue estimado multiplicando el área ocupada en milímetros por su altura. Cada ítem alimenticio fue identificado al menor nivel taxonómico posible, el cual dependió del grado de digestión en el que se encontraba. Para la identificación se usaron las claves taxonómicas de Domínguez y Fernández, (2009) para los invertebrados acuáticos y Johnson y Tripplehorn, (2005) para los invertebrados terrestres. Para facilitar el análisis estadístico, los ítems alimenticios fueron agrupados en cuatro categorías funcionales: artrópodos terrestres, insectos acuáticos, material vegetal y peces. Para caracterizar la dieta, se calculó la frecuencia de ocurrencia (% FO) de cada categoría alimenticia, y su proporción volumétrica (% V) con respecto al total de la dieta (Hyslop, 1980; Winemiller, 1989).

Se utilizó un análisis de escalamiento multidimensional no métrico ("nMDS") para evaluar si la dieta de las poblaciones tenía alguna estructura o diferenciación de acuerdo con la temporada o localidad muestreadas. Aquellos ítems que fueron encontrados en más de cinco estómagos fueron incluidos en el análisis. Esto con el fin de evitar la influencia de ítems de ingesta ocasional en el análisis estadístico. El análisis se llevó a cabo utilizando la distancia de Morisita-Horn (Morisita, 1961; Horn, 1966) ya que ésta les da menos peso a aquellos ítems raros o de baja ocurrencia que se observaron durante el análisis estomacal. Una prueba de Kruskal-Wallis se usó para determinar si el volumen de las categorías era diferente al compararla entre las localidades muestreadas.

Las regresiones, la ordenación por medio del nMDS y las salidas gráficas fueron realizadas en R v.3.4.0 (CRAN, 2017) utilizando los paquetes vegan (Oksanen *et al.*, 2015) y ggplot2 (Wickham, 2009).

RESULTADOS

Aspectos relacionados con el crecimiento y la condición de los peces

En términos de tipos de crecimiento, tanto a nivel de especie como poblacional, se observó un crecimiento alométrico positivo ($b > 3$, Figura 2). Este tipo de crecimiento se da cuando el peso de los peces incrementa en mayor proporción que su longitud. A nivel poblacional no se observó una diferencia significativa entre poblaciones al controlar la temporada de muestreo (ANCOVA, $F_{(1,329)} = 0,256$, $p = 0,62$), pero sí se encontraron diferencias al controlar por la localidad (ANCOVA, $F_{(6, 319)} = 2,696$, $p = 0,014$). Las poblaciones de La Lindosa y Las Delicias ($b = 3,05$ y $b = 3,11$, respectivamente) tuvieron los coeficientes de crecimiento más bajos, asemejándose más a los valores de coeficientes que indican un crecimiento isométrico ($b = 3$). Este tipo de crecimiento indicaría que en estas poblaciones el peso y la longitud de los peces incrementaron de manera proporcional.

En la Figura 3 se representa la tendencia del factor de condición (K) a lo largo de las diferentes tallas para las poblaciones de cada localidad y para la especie ($n = 333$). El factor de condición fue similar a lo largo de todas las tallas en las poblaciones de La Lindosa y las Delicias. En las otras localidades, el factor de condición siguió una tendencia similar a la del modelo general para la especie: una disminución con el incremento de la talla. En las poblaciones de Tranquilandia, Aquafresh y La Maria, la tendencia a la disminución fue mucho más marcada que para las otras poblaciones.

Aspectos relacionados con la dieta

Se analizaron los contenidos estomacales de 206 individuos, encontrando 17 tipos de ítems alimenticios: diez órdenes de artrópodos terrestres, tres órdenes de insectos acuáticos, restos de hojas, flores, frutos y semillas de al menos tres familias de plantas terrestres, y algunos restos de escamas y otros peces, en su mayoría de la familia Characidae. Así mismo, se observó la presencia de restos de peces dentro del contenido de 28 estómagos evaluados: en los individuos de tallas inferiores a los 5 cm se encontraron

Tabla 1. Localidades de muestreo con el respectivo número de individuos capturados con promedios y desviación estándar para la longitud, peso y factor de condición.

Sitio	N	Longitud (cm)	Peso (g)	Factor de condición K
El Retiro	105	6,81 (1,35)	6,65 (4,13)	1,82 (2,1)
Las Delicias	47	5,46 (0,9)	3,51 (2,09)	1,97 (0,86)
La Lindosa	80	6,45 (1,37)	5,44 (3,15)	1,75 (0,22)
La Maria	19	5,80 (1,91)	4,73 (4,15)	1,68 (0,28)
Tranquilandia	28	5,23 (1,36)	3,17 (3,06)	2,16 (0,21)
Aquafresh	39	6,01 (1,56)	5,05 (4,92)	1,78 (0,21)

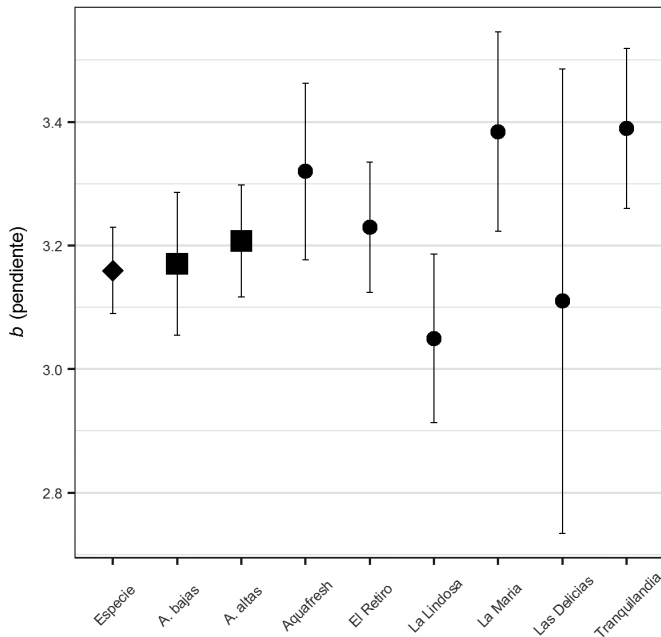


Figura 2. Pendientes (b) e intervalos de confianza (95 %) de las regresiones peso-longitud (RLP). El parámetro para la especie se representa en forma de rombo, para las poblaciones de cada temporada (aguas altas y bajas) en forma de cuadrado, y para las poblaciones de cada río en forma de círculos.

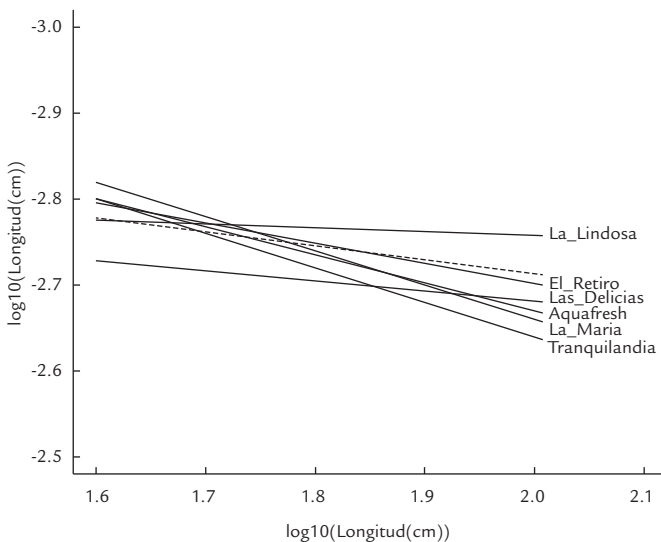


Figura 3. Tendencia del factor de condición (K) como variable dependiente de la longitud para las poblaciones de cada río. La línea punteada representa la tendencia general para la especie, estimada a partir de todo el conjunto de datos. Ambas variables fueron transformadas a una escala logarítmica.

escamas, mientras que en los individuos con tallas superiores a los 6 cm se encontraron restos de tejido muscular y escamas. De acuerdo a la ordenación dada por el nMDS, la ocurrencia de los ítems alimenticios en los estómagos no siguió ningún patrón temporal o espacial (Figura 4).

Al agrupar los diferentes ítems en cuatro categorías (artrópodos terrestres, insectos acuáticos, material vegetal,

peces) se observó que las poblaciones de *B. giacopinii* consumen mayoritariamente artrópodos terrestres que caen ocasionalmente al agua (Figura 5). El volumen de este grupo de ítems no varió significativamente entre las diferentes localidades (Kruskal-Wallis test - Chi-cuadrado = 11,84, $gl = 6$, p -valor = 0,0656). En las localidades de El Indio, El Retiro y Tranquilandia se observó un volumen significativamente mayor de insectos acuáticos (Kruskal-Wallis test - Chi-cuadrado = 16,64, $gl = 6$, p -valor = 0,0107), y en menor grado, de material vegetal (Kruskal-Wallis test - Chi-cuadrado = 14,613, $gl = 6$, p -valor = 0,0235). Sin embargo, considerando las diferencias en términos de magnitud con respecto a los artrópodos terrestres, estos ítems podrían considerarse como minoritarios dentro de la dieta de *B. giacopinii*.

DISCUSIÓN

El presente estudio es el primero para la especie *B. giacopinii* en el país, por tanto, amplía el conocimiento biológico de la diversidad íctica de Colombia y de áreas poco estudiadas como la Serranía de La Lindosa. Los análisis aplicados en esta investigación han sido utilizados en otras partes del mundo como información biológica básica para la elaboración de planes de manejo y conservación de distintas especies de peces. En Colombia, son pocos los trabajos que han sido desarrollados con estos métodos, la mayoría están limitados a especies de interés comercial como la Cachama (*Piaractus brachypomus*), el Bocachico (*Prochilodus magdaleane*) y la mojarra (*Oreochromis* sp.). De esta manera, el procedimiento metodológico utilizado en este estudio podría ser considerado como base para el desarrollo de futuras caracterizaciones de aspectos auto ecológicos del

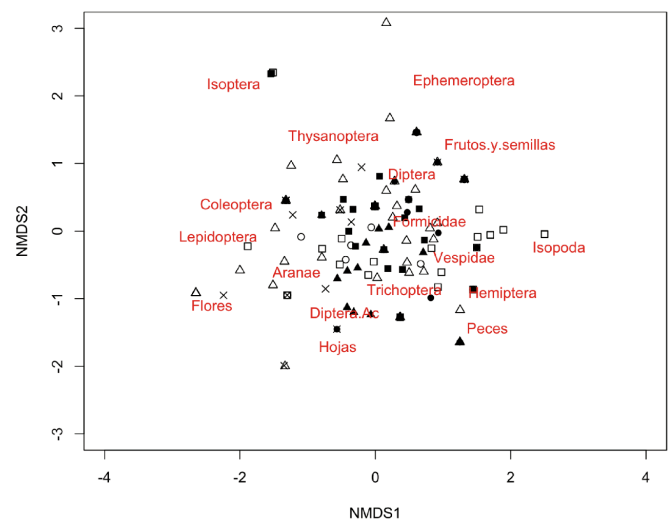


Figura 4. Ordenación de los tramos de muestreo de acuerdo con la dieta de las poblaciones de *B. giacopinii* por medio de un análisis de escalamiento multidimensional no métrico (nMDS). Distancia utilizada: Horn-Morisita. Estrés total = 0,084. Ajuste no métrico de la representación ($R^2 = 0,993$).

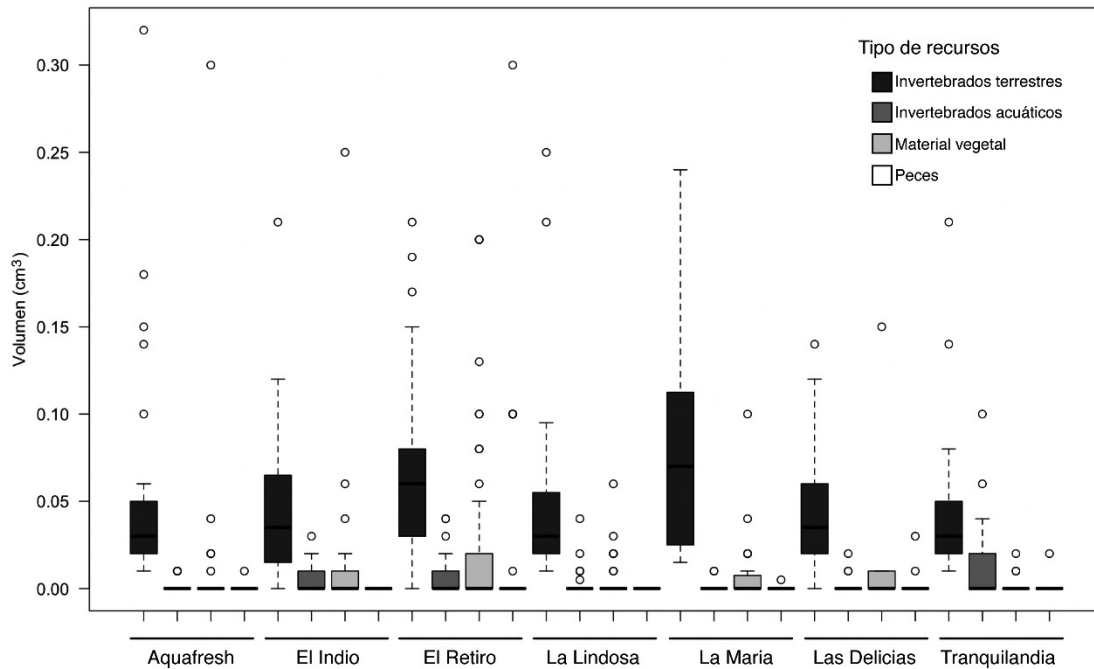


Figura 5. Diagramas de cajas y bigotes representando la distribución de los valores del volumen que ocupó cada grupo de ítems alimenticios en los diferentes individuos estudiados.

gran número de especies de peces que habitan los cuerpos de agua del país.

Aspectos relacionados con el crecimiento y la condición de los peces

La relación longitud-peso fue incluida como una aproximación a la forma de crecimiento de las poblaciones de *B. giacopinii* en diferentes localidades (ríos) y temporadas de lluvias. La baja variabilidad de los coeficientes de alometría (estimados a partir de las pendientes - "b" - de las regresiones lineales) entre épocas y localidades con respecto al coeficiente obtenido para la especie podrían estar relacionados con la baja intervención de los diferentes puntos de muestreo. En condiciones óptimas y ante la ausencia de factores que impacten directamente sobre la dieta de los peces (p.ej. pérdida del alimento de origen alóctono debido a la pérdida de la vegetación riparia), los peces tienden a presentar un crecimiento alométrico positivo (Abowei, 2010). Aunque estos valores difieren de los reportados para poblaciones brasileras de *B. giacopinii* por Giarrizzo *et al.*, (2015, $b= 2,85$) y FishBase, (2018, $b= 2,95$), cabe resaltar que estos coeficientes son similares al de otras especies dentro del mismo género en la Amazonia brasileras (Freitas *et al.*, 2014; Oliveira *et al.*, 2014; Giarrizzo *et al.*, 2015; Rosa *et al.*, 2016; Nobile *et al.*, 2017).

La variabilidad observada entre localidades podría estar relacionada con diferencias puntuales de los ríos de la Serranía de La Lindosa en términos de temperatura (Beacham, 1990), velocidad de la corriente (Imre *et al.*, 2002) o de composición de microhábitats (Beacham,

1990). Sidlauskas *et al.*, (2006), por ejemplo, encontraron que la temperatura y la velocidad del agua fueron los factores ambientales más correlacionados con la variación morfológica intraespecífica en la forma del cuerpo y la longitud del pedúnculo caudal de *Bryconops melanurus*. Ante la ausencia de diferencias significativas en la dieta (véase siguiente sección), los coeficientes menores observados en la Lindosa y las Delicias podrían estar relacionados con algún factor ambiental como se ha reportado en otras partes del mundo. Sin embargo, una caracterización sistemática del hábitat en cada uno de los ríos es necesaria para determinar cuáles factores en concreto pueden estar afectando la forma de crecimiento en las poblaciones de la Serranía La Lindosa.

Según Le Cren, (1951), el factor de condición (K) es un parámetro cuantitativo que evalúa el bienestar de los peces, que determina el éxito presente y futuro de las poblaciones por su influencia en el crecimiento, reproducción y supervivencia. El factor de condición de los peces suele depender de diversas variables: los cambios estacionales (Trudel *et al.*, 2005), cambios en la disponibilidad del alimento (Pothoven *et al.*, 2001; DeBruyne *et al.*, 2008) y cambios en la forma del cuerpo a lo largo de la historia de vida (Blackwell *et al.*, 2000). Contrario a lo esperado para las poblaciones de *B. giacopinii*, no se encontraron diferencias entre las dos épocas muestreadas asociadas con variaciones en la dieta (los insectos terrestres son el recurso energético más importante durante el todo el año). Colectivamente, estos resultados indican que las poblaciones de la Serranía de la Lindosa se encuentran en óptimo estado de bienestar

a lo largo del año, por tanto, su dinámica podría no verse afectada en un futuro cercano.

Cabe resaltar que el factor de condición de los individuos de menores tallas tendió a ser mayor en la mayoría de los ríos estudiados, sugiriendo que las planicies de inundación podrían representar un hábitat de guardería para las larvas y juveniles, donde la disponibilidad de alimento y refugio es amplia durante la época de lluvias (Cifuentes *et al.*, 2012). Esto correspondería a su vez con el alto contenido de cuerpos grasos observados durante la disección de los peces, que sugiere una alta disponibilidad de energía para cada individuo (Herbinger y Friars, 1991). La única excepción ocurrió en los ríos La Lindosa y las Delicias, cuyas poblaciones también tuvieron las menores pendientes en las RLP. En estos ríos, el factor de condición se mantuvo estable a lo largo de las tallas, lo que sugiere un umbral de crecimiento en las poblaciones que allí habitan. Como se mencionó anteriormente, ante la ausencia de una diferencia en las dietas de los individuos, este umbral podría estar determinado por la acción de uno o más factores ambientales restringiendo el crecimiento.

Aspectos relacionados con la dieta

La entrada de materia orgánica desde la vegetación de ribera conecta los ecosistemas acuáticos y terrestres de tal manera que los insectos terrestres, las frutas y semillas, son generalmente la fuente principal de alimento para los peces (Vannote *et al.*, 1980; Lorion y Kennedy, 2009). Esto concuerda con la importancia que presentó el volumen de esta categoría en la dieta de *B. giacopinii*. El alimento de origen alóctono es por tanto la fuente de energía más importante para el mantenimiento de las poblaciones, como se ha registrado previamente para esta especie (Sabino y Zuanon, 1998) para otras especies del género como *B. caudamaculatus* y *B. alburnoides* (da Silva *et al.*, 2008). De acuerdo con Winemiller, (1990) el alimento de origen alóctono presenta una mayor disponibilidad durante los periodos de aguas altas debido a la inundaciones y la acción de los vientos y lluvias. Por tanto, se esperaba que *B. giacopinii* consumiera mayoritariamente alimento de origen alóctono durante la época lluviosa; sin embargo, no se observó una variación estacional en la dieta en las poblaciones de la especie. Los insectos terrestres fueron abundantes en los estómagos de los individuos durante las dos épocas de estudio.

La dominancia del material alóctono junto a la posición de la boca de *B. giacopinii* sugiere que esta especie tiene un hábito alimenticio generalista y que obtiene el recurso mayoritariamente al capturar los ítems que caen al agua, saltando fuera de esta o consumiendo presas a la deriva en la columna de agua (Costa-Pereira y Severo-Neto, 2012). Considerando su abundancia en estos ríos y su relación con el material alóctono, *B. giacopinii* puede ser un modelo de estudio adecuado para entender cómo funciona la

interfaz terrestre-acuática en ecosistemas fluviales del escudo guyanés. Futuros estudios podrían enfocarse a determinar los factores que regulan el crecimiento de los individuos y la dinámica poblacional, y cómo esto se relaciona con la transferencia de energía que ingresa del componente alóctono al ecosistema fluvial. Estos estudios podrían contribuir a entender el rol de los bosques de ribera en el funcionamiento de estos ecosistemas fluviales tan amenazados por la creciente deforestación.

CONCLUSIONES

Este es el primer estudio en evaluar estos aspectos auto-ecológicos de *B. giacopinii* en Colombia. Por medio de técnicas no invasivas como la relación longitud-peso y índice de condición se describieron los parámetros de crecimiento y bienestar de seis poblaciones de *B. giacopinii* en la Serranía de La Lindosa. Las poblaciones presentes en esta parte de Colombia presentan un crecimiento alométrico positivo, con coeficientes más altos que los presentados por la misma especie y especies congénero en la Amazonía brasilera. El factor de condición de *B. giacopinii* es óptimo, sin embargo, estos resultados deben manejarse con cuidado ya que son los primeros que se obtienen de esta manera para esta especie en esta región de Colombia con baja intervención en los ecosistemas acuáticos. *B. giacopinii* es una especie generalista ya que se alimenta de un gran espectro de ítems alimenticio alóctonos y autóctonos. Por otra parte, el alto consumo de artrópodos terrestres por parte de *B. giacopinii* durante las dos épocas de muestreo evidencia la estrecha relación que hay entre esta especie y el bosque de ribera. Por lo tanto, la conservación y mantenimiento de estos corredores vegetales son necesarios para el bienestar de las poblaciones de esta especie. Estudios futuros son necesarios para poder establecer comparaciones entre poblaciones que están asentadas en otras regiones del país y habitan ríos con diferentes grados de intervención.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a los revisores anónimos por sus valiosos comentarios que ayudaron a mejorar el manuscrito considerablemente. A todos los estudiantes del curso de taxonomía animal que ayudaron durante la captura de los peces. A Dr. J. Mojica, por permitirnos usar los ejemplares de la colección de ictiología y el espacio de laboratorio del Instituto de Ciencias Naturales (ICN) de la Universidad Nacional de Colombia.

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses.

REFERENCIAS

- Abowei JFN. The condition factor, length - weight relationship and abundance of *Ilisha africana* (Block, 1795) from Nkoro River Niger Delta, Nigeria. *Adv J Food Sci Technol*. 2010;2(1):6-11.
- Arismendi I, Penaluna B, Soto D. Body condition indices as a rapid assessment of the abundance of introduced salmonids in oligotrophic lakes of southern Chile. *Lake Reserv Manag*. 2011;27(1):61-69. Doi: <https://dx.doi.org/10.1080/07438141.2010.536617>.
- Badillo M, Galindo MDC, Gallardo A, Lizama G, Palomino G, Arena ML, Chiappa X. Manual de Prácticas de Ecología Acuática. Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México. 2010. 95 p.
- Baigún CRM, Colautti DC, Grosman F. Assessment of condition in pejerrey *Odontesthes bonariensis* (Atheriniformes: Atherinopsidae) populations: which index works best? *Neotrop Ichthyol*. 2009;7(3):439-446. Doi: <https://dx.doi.org/10.1590/S1679-62252009000300011>.
- Beacham TD. A genetic analysis of meristic and morphometric variation in chum salmon (*Oncorhynchus keta*) at three different temperatures. *Can J Zool*. 1990;68(2):225-229. Doi: <https://dx.doi.org/10.1139/z90-033>.
- Blackwell BG, Brown ML, Willis DW. Relative Weight (Wr) Status and Current Use in Fisheries Assessment and Management. *Rev. Fish. Sci*. 2000;8(1):1-44. Doi: <https://dx.doi.org/10.1080/10641260091129161>.
- Cárdenas-López D, Castaño Arboleda N, Zubieta Vega M, Jaramillo Echeverry M. Flora de las formaciones rocosas de la Serranía de La Lindosa. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas, SINCHI, Bogotá, D.C. 2008, 164 p.
- Chernoff B, Machado-Allison A. *Bryconops magoi* and *Bryconops colletei* (Characiformes: Characidae), two new freshwater fish species from Venezuela, with comments on *B. caudomaculatus* (Günther). *Zootaxa*. 2005;1094(1):1-23. Doi: <http://dx.doi.org/10.11646/zootaxa.1094.1.1>.
- Cifuentes R, González J, Montoya G, Jara A, Ortíz N, Piedra P, Habit E. Relación longitud-peso y factor de condición de los peces nativos del río San Pedro (cuenca del río Valdivia, Chile). *Gayana (Concepción)*. 2012;76(Supl1):86-100. Doi: <https://dx.doi.org/10.4067/S0717-65382012000100009>.
- Costa-Pereira R, Severo-Neto F. Dining out: *Bryconops caudomaculatus* jumps out of water to catch flies. *Rev. Chil. Hist. Nat*. 2012;85(2):241-244. Doi: <https://dx.doi.org/10.4067/S0716-078X2012000200012>.
- da Silva CC, Ferreira EJG, De Deus CP. Diet of *Bryconops alburnoides* and *B. caudomaculatus* (Osteichthyes: Characiformes) in the region affected by Balbina Hydroelectric Dam (Amazon drainage, Brazil). *Neotrop Ichthyol*. 2008;6(2):237-242. Doi: <https://dx.doi.org/10.1590/S1679-62252008000200011>.
- DeBruyne R.L, Galarowicz TL, Claramunt RM, Clapp DF. Lake Whitefish relative abundance, length-at-age, and condition in Lake Michigan as indicated by fishery-independent surveys. *J. Great Lakes Res*. 2008;34(2):235-244. Doi: [https://dx.doi.org/10.3394/0380-1330\(2008\)34\[235:LW RALA\]2.0.CO;2](https://dx.doi.org/10.3394/0380-1330(2008)34[235:LW RALA]2.0.CO;2).
- Dominguez E, Fernández H. Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos. *Sistematica y Biología*. Fundación Miguel Lillo, Tucumán, Argentina. 2009. p 656.
- DoNascimento C, Herrera-Collazos EE, Herrera-R GA, Ortega-Lara A, Villa-Navarro FA, Usma Oviedo JS, Maldonado-Ocampo JA. Checklist of the freshwater fishes of Colombia: a Darwin Core alternative to the updating problem. *ZooKeys*. 2017;708: 25-138. Doi: <https://dx.doi.org/10.3897/zookeys.708.13897>.
- Duivenvoorden JF, Cleef AM. Amazonian savanna vegetation on the sandstone plateau near Araracuara, Colombia. *Phytocoenologia*, 1994;24(1-4):197-232. Doi: <https://dx.doi.org/10.1127/phyto/24/1994/197>.
- Fernández-Yépes A. Algunos peces del Río Autana. *Novedades Científicas*, 1950;2:1-18.
- Freitas T, Prudente B, Fontoura N, Montang L. Length-weight relationships of dominant fish species from Caxiuanã National Forest, Eastern Amazon, Brazil. *J Appl Ichthyol*. 2014;30(5):1081-1083. Doi: <https://dx.doi.org/10.1111/jai.12436>.
- Froese BR. Cube law, condition factor and weight - length relationships: history, meta-analysis and recommendations. *J Appl Ichthyol*. 2006;22(4):241-253. Doi: <https://dx.doi.org/10.1111/j.1439-0426.2006.00805.x>.
- Gálvis G, Mojica JI, Provenzano F, Lasso CA, Taphorn D, Royero R, et al. Peces de la Orinoquía con Énfasis en especies de Interés Ornamental. En: Sanabria-Ochoa AI, Vistoria-Daza I.C.B., editores. 1 ed. Bogotá, D.C., 2007. 428 p.
- Giarrizzo T, Sena Oliveira R, Costa Andrade M., Pedrosa Gonçalves A, Barbosa T, Martins A, et al. Length-weight and length-length relationships for 135 fish species from the Xingu River (Amazon Basin, Brazil). *J Appl Ichthyol*. 2015;31(2):415-424. Doi: <https://dx.doi.org/10.1111/jai.12677>.
- Horn, HS. Measurement of "overlap" in comparative ecological studies. *Am Nat*. 1966;100(914):419-424. Doi: <https://dx.doi.org/10.1086/282436>.
- Hyslop EJ. Stomach contents analysis-a review of methods and their application. *J Fish Biol*. 1980;17(4):411-429. Doi: <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.1980.tb02775.x>.
- Imre I, McLaughlin L, Noakes, D. Phenotypic plasticity in brook charr: changes in caudal fin induced by water flow. *J Fish Biol*. 2002;61(5):1171-1181. Doi: <https://dx.doi.org/10.1006/jfbi.2002.2131>.
- Kner, R. Beiträge zur Familie der Characinen. *Sitzungsberichte der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften. Mathematisch-Naturwissenschaftliche Classe*. 1858;30(13):75-80.
- Lasso C, Sánchez, Duarte P. Los peces del delta del Orinoco. *Diversidad, bioecología, uso y conservación*. Caracas, Fundación La Salle de Ciencias Naturales y Chevron C.A. 2011. 500 p.
- Lasso CA, Usma JS, Trujillo F, Rial A. Biodiversidad de la cuenca del Orinoco: bases científicas para la identificación de áreas prioritarias para la conservación y uso sostenible de la biodiversidad. 2010. 609 p.

- Le Cren ED. The length-weight relationship and seasonal cycle in gonad weight and condition in the Perch (*Perca fluviatilis*). *J Anim Ecol*. 1951;20(2):201–219. Doi: <https://dx.doi.org/10.2307/1540>.
- Lima FCT, De Caires RA. Peixes da Estação Ecológica Serra Geral do Tocantins, bacias dos Rios Tocantins e São Francisco, com observações sobre as implicações biogeográficas das “águas emendadas” dos Rios Sapão e Galheiros. *Biota Neotrop*. 2011;11(1):231–250. Doi: <https://dx.doi.org/10.1590/S1676-06032011000100024>.
- Lorion CM, Kennedy BP. Riparian forest buffers mitigate the effects of deforestation on fish assemblages in tropical headwater streams. *Ecol Appl*. 2009;19(2):468–479.
- Martins-Camara E, Caramaschi E, Petry A. Factor de condição : bases conceituais , aplicações e perspectivas de uso em pesquisas ecológicas com peixes. *Oecologia Australis* 2011;15(2):249–274. Doi: <https://dx.doi.org/10.4257/oeco.2011.1502.05>.
- Morisita M. Measuring of interspecific association and similarity between communities. *Jpn J Ecol*. 1961,11(6):252. Doi: https://doi.org/10.18960/seitai.11.6_252_4
- Nobile A, Freitas-Souza D, Lima F, Vieira L, Melo B, Oliveira C. Length – weight and length – length relationships of 16 fish species from Amapá, Brazilian Amazon. *J Appl Ichthyol*. 2017;33(5):1058-1061 Doi: <https://dx.doi.org/10.1111/jai.13423>.
- Oksanen J, Guillaume Blanchet F, Kindt R, Legendre P, Minchin P, O’Hara RB, *et al*. *Vegan: Community Ecology Package*. R package version 2.3-2. 2015. Disponible en: <http://CRAN.R-project.org/package=vegan>
- Oliveira V, Loverde-Oliveira S, Mateus L Teixeira-de Mello F. Length-weight relationships of 26 fish species from the streams of the upper section of the Paraguay River basin (Mato Grosso, Brazil). *J Appl Ichthyol*. 2014;31(1):225–227. Doi: <https://dx.doi.org/10.1111/jai.12487>.
- Ortega-Lara A. Guía visual de los principales peces ornamentales continentales de Colombia. En: Ortega-Lara A, Puentes V, Barbosa LS, Mojica H, Gómez SM, Polanco-Rengifo O, editor(s). *Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca - AUNAP. Fundación FUNINDES, Santiago de Cali, 2016. 112 p.*
- Perillo-Nogueira B, Bazzoli N, Dos Santos J, De Barros, M. *Biologia reprodutiva do Bryconops cf. affinis = Creatochanes affinis* (Gunther, 1864) (Teleostei: Characiformes) na lagoa do Pantaninho, Lagoa da Prata, Minas Gerais. *Bios, Cuadernos do Departamento de Ciências Biológicas da PUC Minas*. 1997;5(5):43–51.
- Pothoven SA, Nalepa TF, Schneeberger PJ, Brandt SB. Changes in Diet and Body Condition of Lake Whitefish in Southern Lake Michigan Associated with Changes in Benthos. *N Am J Fish Manag.*, 2001;21(4):876–883. Doi: [https://dx.doi.org/10.1577/1548-8675\(2001\)021<0876:CIDABC>2.0.CO;2](https://dx.doi.org/10.1577/1548-8675(2001)021<0876:CIDABC>2.0.CO;2).
- Ricker WE. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. *Bulletin of the Fisheries Research Board of Canada, Bulletin 191, Ottawa. Canada. 1975. 382 p.*
- Rosa D, Soares BE, Albrecht MP, Caramaschi ÉP. Length-weight relationship of 10 freshwater fish species in Amazonian streams, Trombetas River basin (Brazil). *J Appl Ichthyol*. 2016;32(4):749–750. Doi: <https://dx.doi.org/10.1111/jai.13082>.
- Sabino J, Zuanon J. A stream fish assemblage in Central Amazonia: Distribution , activity patterns and feeding behavior. *Ichthyol. Explor. Freshw*. 1998;8(3):201–210.
- Sidlauskas B, Chernoff B, Machado-Allison A. Geographic and environmental variation in *Bryconops* sp. cf. *melanurus* (Ostariophysi: Characidae) from the Brazilian Pantanal. *Ichthyol Res*. 2006;53(1):24–33. Doi: <https://dx.doi.org/10.1007/s10228-005-0310-6>.
- Silva-Oliveira C, Canto ALC, Ribeiro FRV. *Bryconops munduruku* (Characiformes: Characidae), a new species of fish from the lower Tapajós River basin, Brazil. *Zootaxa*. 2015;3994(1):133–141. Doi: <https://dx.doi.org/10.11646/zootaxa.3994.1.7>.
- Sparre P, Venema S. *Introducción a la evaluación de recursos pesqueros tropicales. Parte 1: Manual. FAO Documento Técnico Pesca N° 306.1 Rev. 2. 1997.*
- Tripplehorn CA, Johnson NF. *Borror and Delong’s introduction to the study of insects. Brook Cole, Belmont, California. 2005. p 864.*
- Trudel M, Tucker S, Morris JFT, Higgs DA, Welch, D.W. Indicators of energetic status in juvenile Coho Salmon and Chinook Salmon. *N Am J Fish Manag*. 2005;25(1):374–390. Doi: <https://dx.doi.org/10.1577/M04-018.1>.
- Vannote RL, Minshall WG, Cummins KW, Sedell JR, Cushing CE. The River Continuum Concept. *Can J Fish Aquat Sci*. 1980;37(1):130–137. Doi: <https://dx.doi.org/10.1139/f80-017>.
- Wickham H. *ggplot2: elegant graphics for data analysis. Springer New York, 2009.*
- Winemiller KO. Ontogenetic diet shifts and resource partitioning among piscivorous fishes in the Venezuelan ilanos. *Environ Biol Fishes*. 1989;26(3):177–199. Doi: <https://dx.doi.org/10.1007/BF00004815>.
- Winemiller KO. Spatial and temporal variation in tropical fish trophic networks. *Ecol Monogr*. 1990;60(3):331–367. Doi: <https://dx.doi.org/10.2307/1943061>.
- Wingert JM, Malabarba LR. A new species of *Bryconops* (Teleostei: Characidae) from the rio Madeira basin, Northern Brazil. *Neotrop Ichthyol*. 2011;9(3):471–476. Doi: <https://dx.doi.org/10.1590/S1679-62252011000300002>.