

Osteología de *Astyanax aurocaudatus* Eigenmann, 1913 (Pisces, Characidae), con notas sobre la validez de *Carlastyanax* Géry, 1972

R. I. Ruiz–C. & C. Román–Valencia

Ruiz–C., R. I. & Román–Valencia, C., 2006. Osteología de *Astyanax aurocaudatus* Eigenmann, 1913 (Pisces, Characidae), con notas sobre la validez de *Carlastyanax* Géry, 1972. *Animal Biodiversity and Conservation*, 29.1: 49–64.

Abstract

Osteology of Astyanax aurocaudatus, Eigenmann, 1913 (Pisces, Characidae), with notes on the validity of Carlastyanax, Géry, 1972.— The taxonomic status of *Astyanax aurocaudatus* is difficult to interpret as no relevant osteological data are available to date. In the present paper we studied the osteological, morphometric and meristic characters of this species. The osteological characters of *A. aurocaudatus* found include the number and shape of premaxilla, maxilla and dentary teeth, second infraorbital separate from the preopercle, anal fins with pterygiophores that differ as towards the anterior, and presence of supra-orbital. These and other characters, body shape and coloring pattern, coincide with descriptions for the genus *Astyanax*. The characters describing the genus *Carlastyanax* therefore correspond to incorrect observations and the studied species is situated in the genus *Astyanax*. *Carlastyanax* is here considered a synonym of *Astyanax*.

Key words: *Astyanax aurocaudatus*, Teleostei, Osteology, Taxonomic status, Colombia.

Resumen

Sobre la osteología de Astyanax aurocaudatus Eigenmann, 1913 (Pisces, Characidae), con notas sobre la validez de Carlastyanax Géry, 1972.— No hay información osteológica sobre *Astyanax aurocaudatus* que contribuya a interpretar correctamente su estado taxonómico. En este trabajo se realizaron observaciones osteológicas, morfométricas y merísticas. Entre otros caracteres osteológicos de *A. aurocaudatus* se encuentran: el número y la forma de los dientes en el premaxilar, maxilar y dentario, segundo infraorbital separado del preopérculo, aleta anal con pterigióforos que se modifican al aproximarse al extremo anterior, y supraorbital presente. Estos y otros caracteres coinciden con los descritos para el género *Astyanax*: forma del cuerpo y modelo de coloración. Los caracteres planteados para describir el género *Carlastyanax* corresponden a observaciones incorrectas, por lo que la especie objeto de este estudio se sitúa dentro del género *Astyanax*. Aquí se considera *Carlastyanax* sinónimo de *Astyanax*.

Palabras clave: *Astyanax aurocaudatus*, Teleostei, Osteología, Estado taxonómico, Colombia.

(Received: 30 VIII 05; Conditional acceptance: 29 X 05; Final acceptance: 4 XI 05)

R. I. Ruiz–C.⁽¹⁾ & C. Román–Valencia⁽²⁾, Univ. del Quindío, Lab. de Ictiología, A. A. 460, Armenia, Quindío, Colombia.

⁽¹⁾E-mail: zutana_1@yahoo.com

⁽²⁾E-mail: ceroman@uniquindio.edu.co

Introducción

El género *Astyanax* comprende cerca de 180 especies, que se distribuyen desde el sur de los Estados Unidos de América hasta Argentina (Eigenmann, 1921; Schultz, 1944; Géry, 1977; Miquelarena, 1986; Lozano-Vilano & Contreras-Balderas, 1990; Taphorn, 1992; Schmitter-Soto, 1998; Eschmeyer, 2003). Representa uno de los grupos más abundantes y diversos de esta extensa región (Valdéz-Moreno & Contreras-Balderas, 2003).

La mayoría de los estudios sobre las especies de *Astyanax* han tratado aspectos ecológicos (Blanco & Cala, 1974; Nomura, 1975a; 1975b; López, 1978; Gutiérrez et al., 1983; Hoenicke, 1983; Huppopp, 1986; Barlá et al., 1988; Arcifa et al., 1991; Huppopp & Wilkens, 1991; Barbieri et al., 1996; Mora et al., 1997; Luiz et al., 1998; Castro & Vari, 2004; Román-Valencia & Ruiz, 2005).

Son escasos los trabajos sobre aspectos morfológicos, y principalmente sobre osteología. Entre algunos que citan caracteres osteológicos de las especies de *Astyanax*, podemos destacar Miquelarena & Arámburu (1983), Miquelarena (1986), Lozano-Vilano & Contreras-Balderas (1990), Valdéz-Moreno & Contreras-Balderas (2003), Malabarba & Weitzman (2003) y Garutti (2003). Weitzman (1962) analiza la osteología generalizada de la familia Characidae, y cita esqueletos utilizados de *Astyanax fasciatus*, y *A. mexicanus*. Otros se refieren a descripciones de nuevas especies y análisis taxonómicos, basados principalmente en morfometría y merísticas (Géry, 1977; Schmitter-Soto, 1998; Zarske & Géry, 1999; Bertaco & Malabarba, 2001).

El género *Astyanax* es un grupo bastante complejo, que para su reconocimiento requiere de mayor información morfológica, taxonómica y filogenética (Lagler et al., 1990). Respecto al género *Carlastyanax*, propuesto por Géry (1972), se basa en material tipo de *Astyanax aurocaudatus* perteneciente a una población natural de carácidos de alta montaña neotropical descrita por Eigenmann (1913).

Los caracteres diagnósticos descritos para *Carlastyanax* (Géry, 1972, 1977) son externos, expuestos directamente a la variabilidad ambiental, como sucede con la forma curva del tercer diente del dentario, principal carácter diagnóstico de su *Carlastyanax*, y presente en otras especies de *Astyanax* (Bertaco & Malabarba, 2001). Por lo tanto, una forma de obtener descripciones detalladas de caracteres diagnósticos en los peces es el análisis y descripción osteológicos, que permiten establecer una clasificación taxonómica apropiada (Weitzman & Fink, 1985; Vari & Harold, 2001).

El objetivo de éste trabajo es describir la osteología de *Astyanax aurocaudatus* del Río Roble, Alto Cauca, Colombia, y analizar la validez de *Carlastyanax* basándonos en caracteres osteológicos, merísticos y morfométricos.

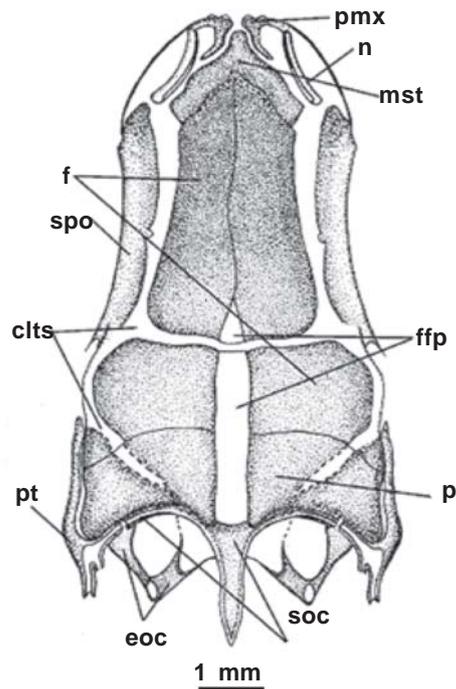


Fig. 1. Neurocráneo de *Astyanax aurocaudatus*, vista dorsal: clts. Canal laterosensorial; eoc. Exoccipital; f. Frontal; ffp. Fontanela frontoparietal; mst. Etmoides; n. Nasal; p. Parietal; pmx. Premaxilar; pt. Pterótico; soc. Supraoccipital; spo. Supraorbital.

Fig. 1. Skull of *Astyanax aurocaudatus*, dorsal view: clts. Laterosensory canal system; eoc. Exoccipital; f. Frontal; ffp. Cranial fontanel; mst. Ethmoide; n. Nasal; p. Parietal; pmx. Premaxillary; pt. Pterotic; soc. Supraoccipital; spo. Supraorbital.

Material y métodos

La toma de datos morfométricos y merísticos se realizó en 40 ejemplares preservados en alcohol al 70%; se utilizó un calibrador digital de precisión 0.01 mm. Los recuentos de radios, escamas y dientes se realizaron sobre el lado izquierdo del ejemplar, utilizando un estereoscopio y una aguja de disección. Se realizaron modelos sobre las estructuras óseas de cuatro ejemplares de *Astyanax aurocaudatus*, diafanizados y teñidos con la técnica descrita en Taylor & Van Dyke (1985), Song & Parenti (1995). El material se depositó en el Laboratorio de Ictiología de la Universidad del Quindío, Armenia, Colombia (IUQ) y en el Laboratório de Ictiologia e Coleção de Peixes, Departamento de Zoologia e Botânica, Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista-UNESP, Brasil (DZSJRP). Se examinaron radiografías de material

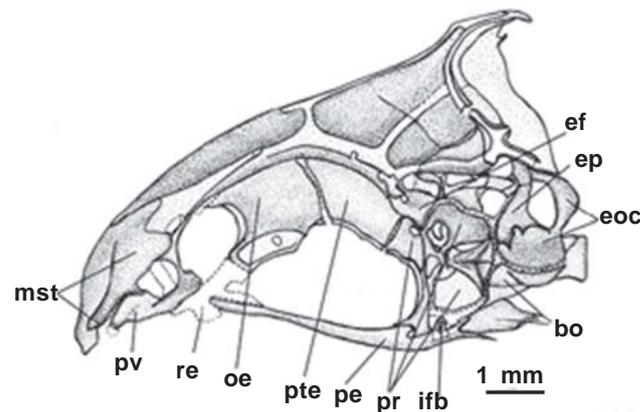


Fig. 2. Cráneo de *Astyanax aurocaudatus*: bo. Basioccipital; ef. Esfenótico; ep. Epioccipital; eoc. Exoccipital; ifb. Infrafaríngeobranchial; mst. Etmoides; oe. Orbitoesfenoides; pe. Paraesfenoides; pr. Proótico; pv. Prevómer; pte. Pteroesfenoides; re. Rinoesfenoides.

Fig. 2. Skull of *Astyanax aurocaudatus*: bo. Basioccipital; ef. Sphenotic; ep. Epiotic; eoc. Exoccipital; ifb. Suspensory pharyngeals; mst. Mesethmoid; oe. Orbitosphenoid; pe. Parasphenoid; pr. Prootic; pv. Prevomer; pte. Pterosphenoïd; re. Rhinosphenoid.

tipo de las siguientes especies de *Astyanax*: *A. asuncionensis*, *A. paranae*, *A. integer*, *A. intermedius*, *A. pellegrini*, *A. scintillans*, *A. simulatus*, y *A. superbus*, disponibles en Eschmeyer (2003). Los modelos se realizaron a escala y con ayuda de un estereoscopio. A partir de estos esquemas y observaciones directas sobre el material diafanizado, se realizaron las descripciones y los correspondientes análisis de cada una de las estructuras óseas. La nomenclatura de huesos y cartílagos se basó en Weitzman (1962) y Vari (1995).

Resultados

Descripción osteológica

Esqueleto axial

Neurocráneo (figs. 1, 2)

Etmoides: hueso anterior del cráneo, articulado a los extremos anterolaterales del frontal, separado medialmente del frontal por el extremo anterodorsal del rinoesfenoides. La parte basal se inserta en la depresión anteroventral del vómer; a este nivel se extienden dos procesos laterales que articulan el proceso ascendente de los premaxilares. El extremo anterior se extiende ventralmente en medio de los premaxilares.

Frontal: estructura laminar y convexa, que cubre la parte anterodorsal del neurocráneo, y cuya longitud no sobrepasa posteriormente la longitud del supraorbital. La parte anterior se extiende medialmente sobre el etmoides. La superficie posterior está separada medialmente por la fontanela frontoparietal, y el margen posterior se extiende

paralelamente al margen anterior del parietal. No existe un proceso lateroposterior que lo una al proceso del esfenótico. Sobre la superficie dorsal se extiende el canal laterosensorial, que se continúa por el canal supraorbital, parietal y pterótico.

Fontanela frontoparietal: foramen alargado que se extiende desde una corta distancia por delante de la barra epifiseal hasta el borde anterior de la espina supraoccipital.

Parietal: hueso laminar y corto, que cubre la superficie dorsal posterior del neurocráneo, con respecto al frontal; separado medialmente por la fontanela frontoparietal; el extremo lateral posterior se articula al margen superior del pterótico, y el margen posterior se une al supraoccipital. Sobre la superficie ventral se extiende la ramificación parietal del canal laterosensorial.

Supraoccipital: hueso tubular y delgado, cuyo margen anterior se bifurca lateralmente y se une paralelamente al margen posterior del parietal hasta el extremo dorsal posterior del pterótico. El margen posterior se extiende formando una espina alargada horizontalmente y dorsalmente cóncava. La superficie ventral se une al exoccipital.

Supraorbital: hueso largo, angosto, unido lateralmente al frontal, cuyos extremos anterior y posterior semicóncavos dan lugar al canal supraorbital, superficie dorsal más plana. La superficie anteroventral del supraorbital se articula a la parte dorsal del lateroetmoides, mediante una banda de cartílago que se extiende entre la unión del frontal y el orbitoesfenoides.

Nasal: hueso alargado en forma de porta-canal o tubo, que se continúa con el canal laterosensorial. El extremo posterior recibe desde el frontal la prolongación del canal supraorbital.

Antorbital: hueso dorsalmente cóncavo, anterior al lateroetmoides, que ocupa el borde lateral de la fosa nasal, posterior al maxilar; presenta un ensanchamiento en la parte lateromedial.

Etmoides lateral: hueso anterior de la cavidad orbital, posterior al antorbital. El extremo dorsal está unido a la superficie inferoanterior del supraorbital. La superficie posteromedial se ensancha profundamente de forma cóncava. El borde lateral interno se extiende formando un proceso hacia el prevómer; el extremo basal no hace contacto con otras estructuras.

Pterótico: hueso ubicado en la región lateroposterior del neurocráneo. Margen anterodorsal del pterótico unido al frontal, no al supraorbital; la parte anteroventral está unida al esfenótico por una banda de cartílago, mientras que la parte más ventral va unida al proótico y al epioccipital. El extremo posterior presenta tres procesos con canal laterosensorial que se conectan al extraescapular. El margen posterosuperior es plano, unido paralelamente al margen lateral del parietal. El extremo inferior se une al canal esfenótico y al canal epioccipital.

Palatino: hueso rectangular, corto, más ancho que alto, posterior al prevómer; el extremo anterolateral posee una porción de cartílago que se articula con el margen superior del maxilar. El extremo posterior se une al mesopterigoides y el ectopterigoides.

Prevómer: hueso medial de la región anterior y ventral del neurocráneo, cuyo margen posterior se une paralelamente al proceso lateral del etmoides, y cuyo extremo lateral posee una porción de cartílago. La parte posterior del prevómer bordea de forma transversal parte de la región anterior del rinoesfenoides. El extremo dorsal posterior se extiende lateralmente hasta el cartílago inferoanterior del supraorbital, paralelo al lateroetmoides.

Rinoesfenoides: hueso en estado cartilaginoso, cuyo extremo anterior se extiende a través de la parte basal del prevómer hasta alcanzar la superficie de unión entre el frontal y el etmoides. El margen ventral se extiende lateralmente hasta articularse con el cartílago que separa el mesopterigoides del ectopterigoides. El extremo dorsoposterior se une al borde anteroventral del orbitoesfenoides. El extremo posteroventral se extiende sobre la superficie dorsal del paraesfenoides.

Paraesfenoides: hueso horizontalmente alargado ubicado en el eje medio ventral de la cavidad orbital, cuyo extremo anterior se extiende desde la parte anteroventral del rinoesfenoides. El extremo posterior se bifurca y atraviesa la parte ventral del proótico, hasta la parte ventral del basioccipital.

Orbitoesfenoides: hueso laminar, se extiende sobre el eje medio de la cavidad orbital. La parte posteromedial se bifurca de forma arqueada hasta alcanzar los bordes laterales del frontal. El extremo ventral no se une al frontal, pero sí al margen dorsoposterior del rinoesfenoides. La extensión de este hueso desde el eje medio de la cavidad orbital, hasta los bordes laterales del frontal, origina una cavidad o bóveda craneana que se extiende a

través del orbitoesfenoides, pteroesfenoides y la parte superior del proótico. El extremo ventral se extiende horizontalmente de forma laminar, con un foramen en la superficie posteroventral.

Pteroesfenoides: hueso laminar, separado medialmente por la cavidad que aloja el cerebro, la cual se extiende desde el proótico hasta el prevómer. El pteroesfenoides es posterior al orbitoesfenoides; en los bordes laterales hay bandas de cartílago, que articulan la unión con el orbitoesfenoides y esfenótico. En el margen ventral hay una apófisis en forma de espina poco desarrollada.

Esfenótico: hueso pequeño, superior al proótico. Margen anterior unido a la parte posterior del pteroesfenoides hasta alcanzar el extremo posterior del supraorbital, dando origen a la espina esfenótica. La parte superior posee una rama del canal laterosensorial. Margen posterior unido al canal del pterótico por una banda de cartílago. Parte ventral unida al proceso lateral del proótico, donde se une el borde dorsal del hiomandibular.

Proótico: hueso posterior de la cavidad orbital, cuya superficie basal está unida al borde dorso-posterior del paraesfenoides, formando parte del foramen auditivo, donde se proyecta horizontalmente una lamina ósea que se extiende hasta su margen posterior. El proótico está rodeado por una banda de cartílago que lo une al pterótico, epioccipital, exoccipital y basioccipital; dicha banda de cartílago se ensancha entre el proótico y el paraesfenoides.

Epioccipital: hueso tubular, posteroventral al pterótico. La parte ventral está unida a la superficie dorsal del exoccipital, la parte dorsal se extiende en forma tubular hasta unirse con el borde posteroventral del pterótico. Por detrás de esta unión se extiende dorsal e internamente formando la primera cavidad de la fosa posttemporal.

Exoccipital: se encuentra en la parte posterior del cráneo; la superficie dorsal del disco basal es convexa, y está unida ventralmente al basioccipital por una banda de cartílago que se extiende hacia la unión del proótico y el paraesfenoides. El extremo dorsal posterior se separa del epioccipital, formando el arco exoccipital, que se extiende hacia la parte ventral del supraoccipital, formando la segunda cavidad de la fosa posttemporal.

Basioccipital: hueso corto, ventralmente convexo, con margen anterodorsal cubierto por una banda de cartílago que se extiende desde la unión del proótico y el paraesfenoides, y en donde se articulan dorsalmente el exoccipital, anteriormente el proótico, e inferiormente al paraesfenoides.

Serie infraorbital (fig. 3)

Astyanax aurocaudatus presenta cuatro infraorbitales modificados, estructuras óseas laminares, todos con sistema laterosensorial.

Primer y segundo infraorbitales: de forma triangular, lateralmente convexos, se sitúan por detrás del maxilar. Margen dorsal plano; el extremo anterior no tiene procesos que se extiendan en medio del lateroetmoides y el maxilar; la parte ventral termina en punta y cubre la parte superior del

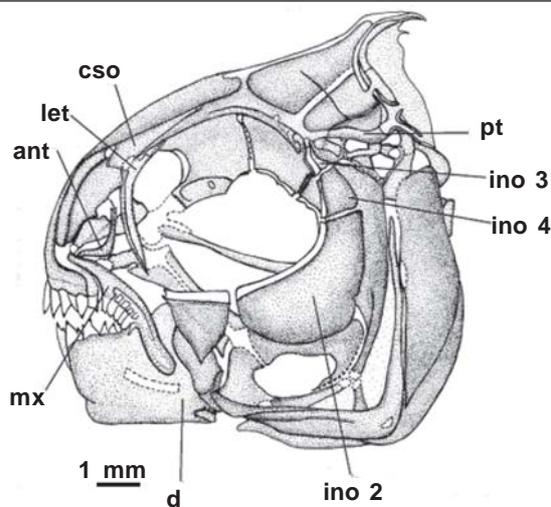


Fig. 3. Neurocráneo de *Astyanax aurocaudatus*, vista lateral: ant. Antorbital; cso. Canal supraorbital; d. Dentario; ino. Infraorbital; let. Lateroetmoides; mx. Maxilar; pt. Pterótico.

Fig. 3. Skull of *Astyanax aurocaudatus*, lateral view: ant. Antorbital; cso. Supraorbital canal; d. Dentary; ino. Infraorbital; let. Lateral ethmoid; mx. Maxillary; pt. Pterotic.

dentario y del ángulo articular. Su forma y tamaño indican la fusión del primer y segundo infraorbitales.

Tercer infraorbital: el más ancho de la serie infraorbital, bordeado posteriormente por la apófisis del hiomandibular. Sobre el margen de los individuos de mayor longitud estándar se reconoce una fisura que aumenta de amplitud con relación a la madurez de los ejemplares.

Cuarto y quinto infraorbitales: corto y ancho, el canal laterosensorial se extiende formando el margen anterior. Cubre la porción superior lateral del proótico. Su forma indica la fusión del cuarto y quinto infraorbitales.

Sexto infraorbital: hueso reducido, se extiende dorsalmente hacia el foramen del extremo lateral posterior de la superficie del frontal, dando continuidad al canal laterosensorial.

Branquicráneo

Mandíbulas (figs. 3–5)

Premaxilar: unido al neurocráneo por los procesos laterales del etmoides. El proceso lateral es corto y curvo, y presenta dos hileras de dientes sobre la superficie inferior. Hilera externa con cinco dientes, todos tricúspides, de los cuales el segundo y el cuarto se inclinan internamente y el tercero está en el borde, con una cúspide central más ancha que los demás dientes. La hilera interna presenta cuatro dientes tricúspides, los laterales de menor tamaño.

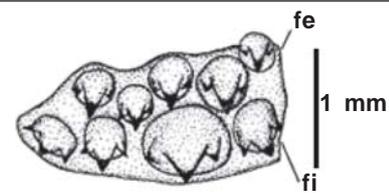


Fig. 4. Premaxilar de *Astyanax aurocaudatus*, vista ventral: fe. Fila externa; fi. Fila interna.

Fig. 4. Premaxillary of *Astyanax aurocaudatus*, ventral view: fe. Outer row of teeth; fi. Inner row of teeth.

Maxilar: hueso alargado con un proceso antero-dorsal distinguible y articulado al proceso lateral del premaxilar. Presenta cuatro–seis dientes distribuidos sobre la parte superior del borde lateral del maxilar; este número varía con el tamaño del ejemplar. En la base de cada diente existen alvéolos que albergan dientes de muda. El extremo inferior se pliega sobre la superficie posterolateral del dentario con un extremo redondeado.

Dentario: sobre la superficie lateromedial se extiende horizontalmente el cartílago de Meckel. En el extremo posteroventral del dentario se ubica el angular, hueso pequeño y rectangular separado del ángulo-articular por una banda de cartílago. En el extremo dorsal posterior del dentario se localiza el ángulo-articular, hueso alargado que en su región posterior ventral presenta la faceta de articulación del cuadrado. Sobre el margen dorsal del dentario se distribuyen los dientes según su forma y tamaño: la parte anterior presenta tres dientes grandes, los dos primeros tricúspides, el tercero bicúspide con un margen posterior curvo; los siete dientes posteriores son cortos y rectos, y de éstos los tres anteriores son bicúspides y los cuatro posteriores unicúspides.

Suspensorio (fig. 6)

Hiomandibular: hueso laminar, anterior al aparato opercular; presenta un borde anterior ligeramente cóncavo; el extremo dorsal se une a la superficie dorsal del proótico, cubriendo así el foramen auditivo. El margen anterior del proceso hiomandibular se une a través de una banda de cartílago al metapterigoides, y en su extremo distal posee una porción de cartílago que se une al interhial y simpléctico.

Cuadrado: hueso alargado, unido horizontalmente sobre la superficie medial del preopérculo. Sobre el extremo anteroventral se articula el ángulo-articular; no se articula con el simpléctico ni al interhial. El extremo anterior se extiende internamente hasta la banda de cartílago que lo une al metapterigoides y mesopterigoides, pero no al ectopterigoides.

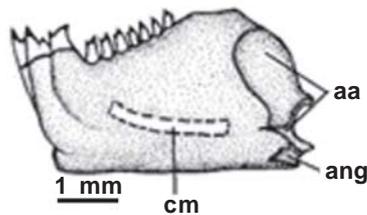


Fig. 5. Dentario de *Astyanax aurocaudatus*: aa. Ángulo articular; ang. Angular; cm. Cartílago de Meckel.

Fig. 5. Dentary of *Astyanax aurocaudatus*: aa. Anguloarticular; ang. Angular; cm. Meckel's cartilage.

Metapterigoides: hueso dorsalmente arqueado; existe una banda de cartílago sobre el margen anterior que lo une ventralmente al cuadrado y dorsalmente al mesopterygoides y ectopterygoides; sobre el margen posterior se extiende una banda de cartílago paralela al proceso del hiomandibular, el cual se extiende hasta el borde dorsal posterior del simpléctico.

Mesopterygoides: hueso alargado, unido posteriormente al metapterigoides. Sobre la superficie ventral se extiende una banda de cartílago que lo une lateralmente al ectopterygoides y posteriormente al cuadrado.

Ectopterygoides: hueso alargado, pegado dorsalmente a una banda de cartílago que lo une al mesopterygoides; la parte inferior se articula en el cuadrado, por delante en el palatino. No posee dientes.

Serie opercular (fig. 3)

Opérculo: hueso lateral posterior al neurocráneo, laminar y convexo, unido por cartílago al borde dorsal posterior del preopérculo. La parte dorsal del opérculo cubre estructuras internas como el basioccipital, el exoccipital y parte del epioccipital; al extremo dorsal anterior se une una banda de cartílago. La parte ventral se extiende en forma de punta sobre el preopérculo.

Preopérculo: anterior al opérculo y posteroventral al segundo infraorbital; su parte dorsal se extiende verticalmente entre el hiomandibular y el opérculo; su parte ventral se prolonga de forma arqueada, y dorsoventralmente cóncava, y en ella se encuentran el simpléctico, el interhial y la apófisis del hiomandibular, unidos en sus extremos por cartílago.

Simpléctico: hueso alargado, ubicado perpendicularmente sobre la superficie ventral del preopérculo; los extremos anterior y posterior poseen porciones de cartílago que lo unen anteriormente a la superficie dorsal del cuadrado, y posteriormente a los pequeños cartílagos del interhial y

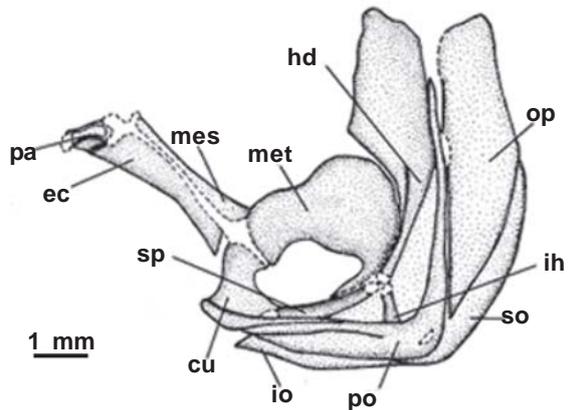


Fig. 6. Arco mandibular de *Astyanax aurocaudatus*: cu. Cuadrado; ec. Ectopterygoides; hd. Hiomandibular; ih. Interhial; io. Interopérculo; mes. Mesopterygoides; met. Metapterygoides; op. Opérculo; pa. Palatino; po. Preopérculo; sp. Simpléctico; so. Subopérculo.

Fig. 6. Mandibular arch of *Astyanax aurocaudatus*: cu. Quadrate; ec. Ectopterygoid; hd. Hyomandibular; ih. Interhyal; io. Interopercle; mes. Mesopterygoid; met. Metapterygoid; op. Opercle; pa. Palatine; po. Preopercle; sp. Symplectic; so. Subopercle.

la apófisis del hiomandibular. Una banda de cartílago que bordea el margen posterior del metapterigoides se une a la superficie dorsoposterior del simpléctico.

Interhial: es corto, lateralmente recto y con una porción de cartílago en la parte superior; se sitúa verticalmente sobre el preopérculo. Las porciones de cartílago del simpléctico y el interhial se unen al extremo cartilaginoso de la apófisis del hiomandibular.

Aparato branquial (fig. 7)

Basihial: hueso corto y delgado, unido lateralmente al hipohial ventral y al hipohial dorsal. Sobre su extremo superior existe una porción de cartílago dividida en dos. Extremo ventral separado del primer basibranquial por un espacio.

Hipohial ventral: hueso corto, de superficie dorsal ósea y parte ventral cartilaginosa. Lateralmente se une a través de una banda de cartílago al extremo dorsal del ceratohial y ventralmente al hipohial dorsal.

Hipohial dorsal: hueso cóncavo, unido a cada lado del basihial. Se une por medio de una banda de cartílago al extremo dorsal del ceratohial.

Ceratohial: hueso aplanado dorsolateralmente, de extremo dorsal bifurcado, unido al margen lateral del hipohial ventral y dorsal. Sobre la superficie dorsal se sujetan tres radios branquiostegales. So-

bre el margen inferior se pliega una banda de cartilago que lo une al epihial.

Epihial: hueso laminar, dorsolateralmente aplinado, unido al ceratohial a través de una banda cartilaginosa. Se extiende desde el borde ventral donde se une al interhial, hueso corto unido al simpléctico por una porción de cartilago. La superficie dorsal sostiene un radio branquiostegal.

Branquiostegios: huesos planos y alargados, que se encuentran en número de cuatro a cada lado del basihiial, tres sobre el margen dorsoanterior del ceratohial y uno sobre el margen dorsoanterior del epihial.

Basibranquiales: huesos ubicados verticalmente con respecto al eje central del cuerpo en número de cinco, dos de ellos accesorios, pues no sostienen lateralmente hipobranquiales.

Primer basibranquial: hueso delgado, de extremo dorsal libre, que se extiende hacia el basihiial; parte lateroventral unida al primer par hipobranquial.

Segundo basibranquial: hueso tubular, con un foramen sobre el eje medio. La parte dorsal se ensancha en forma arqueada; el borde dorsal está cubierto por una banda de cartilago y no articula hipobranquiales, por lo cual se identifica como un basibranquial accesorio.

Tercer basibranquial: hueso delgado y cartilaginoso. A él se une lateralmente el segundo par hipobranquial.

Cuarto basibranquial: hueso corto y delgado que no articula hipobranquiales, por lo que se asume como el segundo basibranquial accesorio. Su extremo ventral se une a la superficie dorsal del quinto basibranquial.

Quinto basibranquial: hueso ancho y largo, en relación con los demás basibranquiales, en estado cartilaginoso. La parte dorsal se extiende lateralmente y sostiene a cada lado un hipobranquial. La parte media es angosta. La parte ventral se ensancha para articular directamente el cuarto par ceratobranquial. El extremo ventral se extiende en medio de los extremos dorsales de la placa faríngea ventral.

Hipobranquiales: huesos unidos a cada lado de los basibranquiales. Primer y segundo par de hipobranquiales de forma rectangular, mientras los márgenes dorsal y ventral están bordeados por bandas de cartilago. Tercer par hipobranquial unido al borde dorsolateral del quinto basibranquial; el margen dorsal se extiende perpendicularmente por debajo del segundo par hipobranquial.

Ceratobranquial: hueso alargado, estructurado en cuatro pares a cada lado de los hipobranquiales. El cuarto par se pliega directamente hacia el basibranquial en ausencia del respectivo par hipobranquial. El primer par carece de cartilago en su extremo dorsal, mientras los tres últimos lo poseen. El hueso ceratobranquial posee una estructura en canal, donde se anclan los filamentos branquiales cartilagosos, distribuidos a través de los ceratobranquiales hasta los epibranquiales. Los márgenes dorsal y ventral de los ceratobranquiales poseen de cuatro a seis branquispinas cortas muy semejantes a la dentición faríngea.

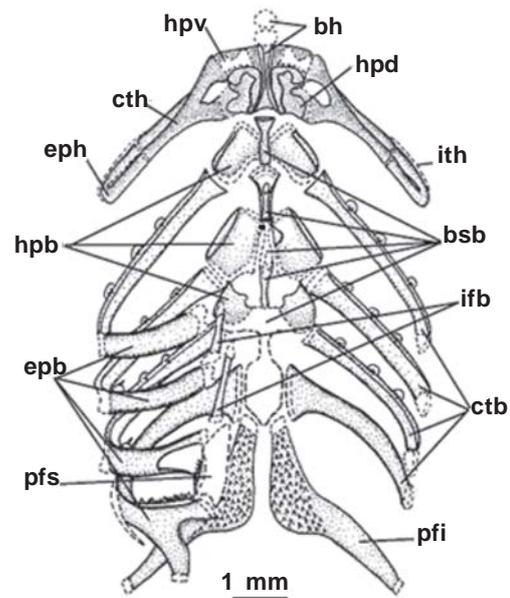


Fig. 7. Aparato branquial de *Astyanax aurocaudatus*: bh. Basihiial; bsb. Basibranquial; ctb. Ceratobranquial; cth. Ceratohial; epb. Epibranquial; eph. Epihial; hpb. Hipobranquial; hpd. Hipohial dorsal; hpv. Hipohial ventral; ifb. Infrafaringobranquial; ith. Interhial; pfi. Placa faríngea inferior; pfs. Placa faríngea superior.

Fig. 7. Hyobranchial apparatus of *Astyanax aurocaudatus*: bh. Basihiial; bsb. Basibranquial; ctb. Ceratobranquial; cth. Ceratohial; epb. Epibranquial; eph. Epihial; hpb. Hypobranquial; hpd. Dorsal hypohyal; hpv. Ventral hypohyal; ifb. Suspensory pharyngeals; ith. Interhial; pfi. Lower pharyngeal; pfs. Upper pharyngeals.

Epibranquiales: huesos alargados y cortos, unidos al ceratobranquial por porciones de cartilago. Los tres primeros poseen denticulos y se articulan a los suspensorios infrafaringobranquiales. Los dos últimos epibranquiales presentan extremos bifurcados que se aproximan y unen a la placa faríngea superior.

Placa faríngea superior: hueso cartilaginoso y alargado, suspendido al nivel de los infrafaringobranquiales. Su superficie ventral posee una placa de dentición faríngea que se divide en dos para continuar sobre la superficie ventral del cuarto epibranquial.

Placa faríngea inferior: hueso alargado y curvo. Posee porciones de cartilago en los extremos dorsal y ventral. La superficie dorsal está cubierta de dentición faríngea, consistente en pequeños y numerosos dientes cónicos. La superficie ventral no presenta dentición faríngea y se curva lateroventralmente.

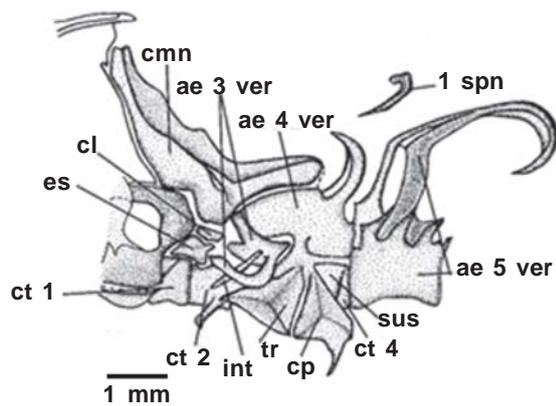


Fig. 8. Aparato de Weber de *Astyanax aurocaudatus*: ae. Arco y espina; cl. Clastrum; cmn. Complejo neural; ct. Centra; cp. Costilla pleural; es. Scaphium; int. Intercalarium; spn. Supraneural; sus. Suspensorio; tr. Tripus; ver. Vértebra.

Fig. 8. Weberian apparatus of *Astyanax aurocaudatus*: ae. Arch and spine; cl. Clastrum; cmn. Neural complex; ct. Centra; cp. Pleural rib; es. Scaphium; int. Intercalarium; spn. Supraneural; sus. Suspensorium; tr. Tripus; ver. Vertebra.

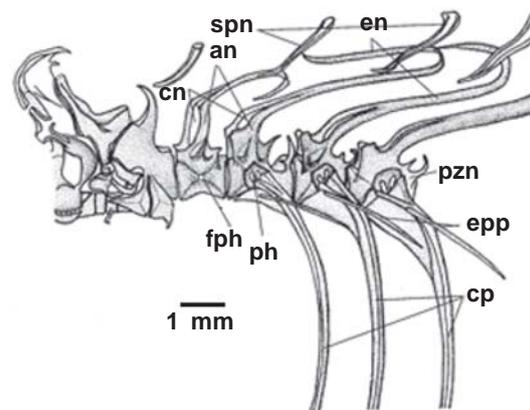


Fig. 9. Vértebras precaudales de *Astyanax aurocaudatus*: an. Arco neural; cn. Canal neural; cp. Costilla pleural; en. Espina neural; epp. Epineural; fph. Fosa paraapófisis; ph. Paraapófisis; pzn. Postzigapófisis neural; spn. Supraneural.

Fig. 9. Precaudal vertebrae of *Astyanax aurocaudatus*: an. Neural arch; cn. Neural canal; cp. Pleural rib; en. Neural spine; epp. Epineural; fph. Fossa for parapophysis; ph. Parapophysis; pzn. Neural postzigapophysis; spn. Supraneural.

Aparato de Weber (fig. 8)

Formado por la fusión de las cuatro primeras vértebras.

Complejo neural: hueso anterior del aparato de Weber, unido en forma de cresta laminar al margen posterior del supraoccipital y el exoccipital. Desde la superficie mediolateral se extiende un proceso hacia el clastrum. La parte posterior se une sobre el margen dorsal anterior de la cuarta vértebra; en el extremo posterior de esta unión existe una pequeña banda de cartílago.

Clastrum: hueso corto y rectangular, cuyo margen dorsal se continúa con el proceso lateral del complejo neural. Se encuentra en medio del exoccipital y la tercera vértebra. El margen ventral del clastrum se continúa con el margen dorsal del scaphium.

Scaphium: hueso corto y ondulado, cuyo margen ventral se une a las centra vertebrales uno y dos.

Intercalarium: hueso alargado, que se extiende desde el origen del proceso lateral del segundo centro, diagonalmente hasta el origen del proceso lateral de la tercera vértebra.

Arco neural y espina de la tercera vértebra: arco neural aplanado, corto y ancho, que se extiende de forma arqueada sobre el margen anterolateral de la cuarta vértebra. Desde el extremo posterior se extiende un proceso o espina de forma arqueada hacia el margen posterior de la scaphium.

Arco neural y espina de la cuarta vértebra: superficie del arco neural liso. Unido anteriormente a la parte dorsal de la tercera vértebra, el dorso se une al margen ventral del complejo neural. Sobre la superficie lateral se fusionan los extremos dorsales del tripus y la costilla pleural.

Vértebras precaudales (fig. 9)

Posee de 15 a 16 vértebras precaudales e incluyen a las cuatro primeras fusionadas que conforman el aparato de Weber. Las vértebras 5 a 14 se extienden de forma arqueada hasta las vértebras caudales, dando forma al lomo pronunciado característico de *Astyanax aurocaudatus*. Sobre la superficie lateral del arco vertebral existen cavidades que alojan la parapófisis, estructura pequeña y laminar encargada de sostener el extremo dorsal de las costillas pleurales. Desde la parte anterodorsal del arco vertebral se extiende la prezigapófisis, estructura laminar y corta, se fusiona al arco neural o canal neural. Sobre el arco neural se extiende la espina neural, que se extiende transversalmente, aún en estado de madurez, cuando el extremo distal alcanza los extremos ventrales de los supraneurales y los pterigióforos de la aleta dorsal; el extremo distal de la espina neural presenta así más de una curva. Sobre el extremo dorsal posterior del arco vertebral se extiende verticalmente y de forma

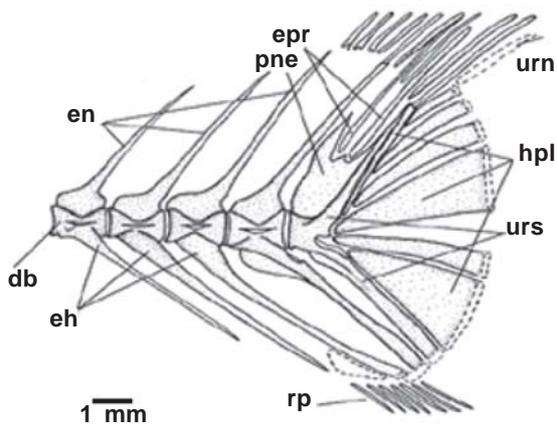


Fig. 10. Esqueleto caudal de *Astyanax aurocaudatus*: db. Centra; eh. Espinas hemales; en. Espina neural; epr. Epurales; hpl. Hipurales; pne. Proceso neural especializado; rp. Radios procurrentes; urn. Uroneurales; urs. Urostilo.

Fig. 10. Caudal skeleton of *Astyanax aurocaudatus*: db. Centrum; eh. Haemal spines; en. Neural spine; epr. Epurals; hpl. Hypurals; pne. Specialized neural process; rp. Procurrent rays; urn. Uroneurals; urs. Urostyle.

bifurcada la postzigapófisis neural, que en la quinta vértebra es menos desarrollado que en las demás vértebras precaudales. En *Astyanax aurocaudatus* no existe postzigapófisis hemal. Las costillas pleurales son estructuras alargadas que se extienden transversalmente sobre la superficie lateral de la cavidad celómica; las vértebras 15 y 16 son cortas, con procesos transversales fusionados en la parte posterior de la cavidad celómica, y se continúan con las vértebras caudales. En los machos se observaron de dos a cuatro primeras costillas pleurales con ondulaciones bien definidas.

Supraneurales: posee cinco supraneurales, estructuras delgadas inclinadas perpendicularmente en el sentido de las costillas pleurales. Delgados y curvos, su longitud aumenta hacia el extremo posterior del lomo. A lo largo de la superficie medial se extiende un canal acercándose al primer pterigióforo proximal de la aleta dorsal.

Huesos intermusculares (fig. 9)

Epineurales: estructuras delgadas, cortas, similares entre sí, en número de 30 a 31, distribuidas transversalmente sobre la parte superolateral de las costillas pleurales hasta las espinas neurales de las vértebras caudales.

Epiplerales 21 a 22 estructuras similares a los epineurales, pero distribuidos lateralmente respecto a las espinas hemales.

Vértebras caudales (fig. 10)

El número de vértebras caudales varía de 19 a 21, y son muy similares entre sí. Sin embargo, las dos últimas se modifican al unir las dos últimas espinas hemales a una banda de cartílago, donde se articulan los radios procurrentes y caudales. *Astyanax aurocaudatus* no posee procesos neurales especializados sobre las vértebras caudales, como sucede en otros carácidos. Las vértebras caudales no poseen costillas pleurales pero sí espinas hemales. Estas últimas se unen al cartílago que se extiende sobre el borde distal de los hipurales.

Esqueleto apendicular

Cintura y aleta pectorales (figs. 11–12)

Extraescapular: estructura delgada con canal laterosensorial, posterior al pterótico; la parte superior es delgada, verticalmente alargada como una espina que atraviesa inferiormente los dos procesos inferiores del pterótico uniéndose con su canal sensorial. La parte inferior se une al extremo superior del posttemporal; se articula el neurocráneo con la cintura pectoral.

Posttemporal: verticalmente alargado, de superficie plana y lateralmente ondulado. El extremo anterior separado del canal laterosensorial del extraescapular, el extremo inferior se pliega de forma dentada hacia el extremo superior del cleitrum.

Cleitrum: hueso largo, arqueado por delante, posterior al subopérculo. Sobre el margen anterior se pliega paralelamente el supracleitrum, y sobre la superficie ventral se pliega la escápula.

Supracleitrum: hueso alargado, unido al margen dorsal del cleitrum, separado del posttemporal. Sobre la superficie ventral se une el extremo dorsal de mesocaracoides. El extremo lateral es puntiagudo y se extiende sobre el margen dorsal del coracoides.

Postcleitrum uno–dos–tres: huesos laminares, situados verticalmente sobre el margen posterior de la cintura pectoral. El postcleitrum uno es corto, delgado y está separado del postcleitrum dos, el cual es más ancho y largo que el primero; su extremo ventral está unido al postcleitrum tres, elemento delgado y alargado que se extiende dorsalmente sobre los radios pectorales.

Escápula: hueso laminar, plegado sobre la superficie ventral del cleitrum, que se extiende de forma angular hasta el margen anterior del coracoides, articulando los radios proximales, que a su vez sostienen los radios pectorales (i, 11–12), en ausencia de foramen.

Mesocaracoides: hueso delgado, se extiende desde la superficie ventral del supracleitrum hasta la superficie dorsal del coracoides.

Coracoides: hueso laminar de superficie lisa, separado del cleitrum por la escápula; borde dorsal unido al margen ventral del supracleitrum.

Aleta dorsal (fig. 13)

Posee 8–10 radios, los dos primeros son simples, sostenidos por pterigióforos; el pterigióforo proximal y

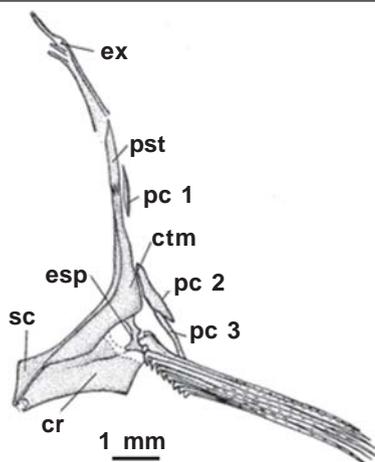


Fig. 11. Cintura y aleta pectoral izquierda de *Astyanax aurocaudatus*, vista lateral: cr. Coracoides; ctm. Cleithrum; esp. Escápula; ex. Extraescapular; pc. Postcleithrum; pst. Posttemporal; sc. Supracleithrum.

Fig. 11. Left pectoral girdle and fin of Astyanax aurocaudatus, lateral view: cr. Coracoid; ctm. Cleithrum; esp. Scapula; ex. Extrascapular; pc. Postcleithrum; pst. Posttemporal; sc. Supracleithrum.

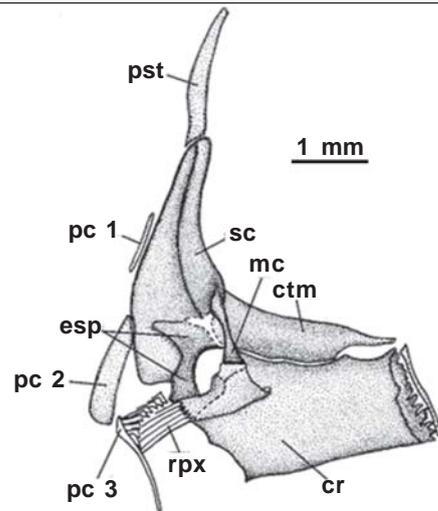


Fig. 12. Cintura y aleta pectoral izquierda de *Astyanax aurocaudatus*, vista interna: cr. Coracoides; ctm. Cleithrum; esp. Escápula; mc. Mesocaracoides; pc. Postcleithrum; pst. Posttemporal; sc. Supracleithrum; rpx. Radios proximales.

Fig. 12. Left pectoral girdle and fin of Astyanax aurocaudatus, medial view: cr. Coracoid; ctm. Cleithrum; esp. Scapula; mc. Mesocaracoid; pc. Postcleithrum; pst. Posttemporal; sc. Supracleithrum; rpx. Proximal rays.

el pterigióforo medial están fusionados. El pterigióforo distal es una estructura pequeña que articula la unión entre el extremo inferior del radio con el pterigióforo proximal. El pterigióforo proximal aumenta de longitud hacia el extremo anterior, y se dobla al unirse con las espinas neurales de las vértebras precaudales.

Aleta pélvica (fig. 14)

Hueso corto, anterior a la aleta anal, conformado por el hueso pélvico. Alargado y cóncavo, el margen lateral se dobla de forma convexa, desembocando en el extremo anterior. El proceso isquial es curvo, se extiende por detrás de los radiales sobre el borde anterior de los radios pélvicos, bifurcándose su extremo distal. El hueso pélvico sostiene 5–6 radios pélvicos, siendo simple el primero.

Aleta anal (fig. 15)

Posee de 26 a 28 radios, siendo los cuatro primeros simples. Los pterigióforos distal, medial y proximal, posteriores a partir del octavo radio, diferenciados y cartilaginosos, se modifican al aproximarse al extremo anterior. Así se fusionan el pterigióforo medial y proximal en una sola estructura y el cartílago se reduce a unas pequeñas trazas o banda periférica.

No se observaron espinas en los radios de las aletas anal y pélvica.

Aleta caudal (fig. 10)

Sostenida por el complejo hipural, conformado por el urostilo. Sobre el borde dorsal se extiende el proceso neural especializado, cuyo borde dorsal se extiende en dos procesos, que bordean la inserción de dos epurales. Los radios procurrentes son huesos alargados que bordean los lados dorsal y ventral de los lóbulos caudales. Posee siete hipurales: primer hipural alargado, ubicado transversalmente sobre el extremo anterior de los hipurales dos, tres y cuatro. El lado externo del primer hipural se continúa con uno de los radios procurrentes del lóbulo superior. En general la forma de los hipurales es alargada y rectangular, aunque los hipurales cinco y siete tienen forma de abanico: estrecha en el extremo anterior y ancha en el posterior. Sobre el margen posterior de los hipurales dos a siete se extiende una banda de cartílago hasta el extremo distal de la espina hemal del urostilo y las dos últimas de las vértebras caudales. Sobre el extremo dorsal posterior del segundo hipural, y paralelo a los radios procurrentes, se extiende el uroneural, estructura cartilaginosa que separa los radios procurrentes de los radios caudales principales.

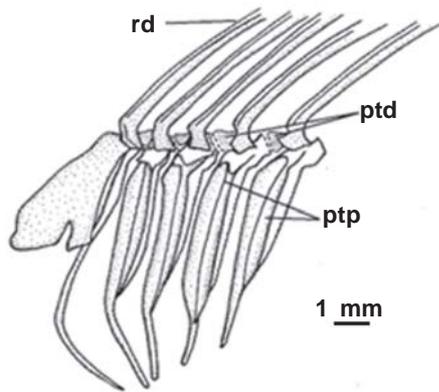


Fig. 13. Aleta dorsal de *Astyanax aurocaudatus*: ptd. Pterigióforo distal; ptp. Pterigióforo proximal; rd. Radios distales.

Fig. 13. Dorsal fin of *Astyanax aurocaudatus*: ptd. Distal pterygiophore; ptp. Proximal pterygiophore; rd. Distal rays.

Morfometría y merística (tabla 1)

En la tabla 1 se presentan los datos morfo-métricos y merísticos. Los que presentan mayor variación son: la altura del cuerpo es mayor en *Astyanax aurocaudatus*, con un promedio de 38,47% (30,5–51,92%), mientras especies sintópicas como *H. boquiae* registran un 27,71% (25,02–31,12%) y *B. caucanus* 25,20% (21,69–27,78%). La longitud hocico–aleta anal es mucho menor en *Astyanax aurocaudatus* 58,62% (39,93–63,48%) al compararla con *A. cremnobates* 69,6% (66,6–74,0%). La longitud aleta dorsal–anal es mayor en *A. aurocaudatus* 38,21% (30,0–52,93%) al confrontarla con especies sintópicas como *Hemibrycon boquiae* 20,88% (19,90–21,68%). Longitud de la aleta dorsal–pectoral en *A. aurocaudatus* 41,04% (24,48–67,5%) mayor que el registrado en *H. boquiae* 17,94% (17,57–18,22%). Longitud de la aleta pectoral menor en *A. aurocaudatus* (26,64–30,75%). Posee cuatro radios simples en la aleta anal, mientras que *H. boquiae* y *B. caucanus* registra sólo tres radios simples. Se observa, además, un rango mayor en el número de escamas entre la línea lateral y las aletas: dorsal (6–10 vs. 4–6 en *B. caucanus*), anal (6–10 vs. 4–5 en *H. boquiae* y *B. caucanus*). La longitud del pedúnculo caudal de *A. aurocaudatus* es menor, 14,02% (10,73–17,66%), que la correspondiente a *H. boquiae*, 38,38% (36,19–41,63%). La altura del pedúnculo caudal en *A. aurocaudatus*, 12,18% (9,09–14,28%), es menor que lo anotado para *H. boquiae*, 28,41% (tabla 1).

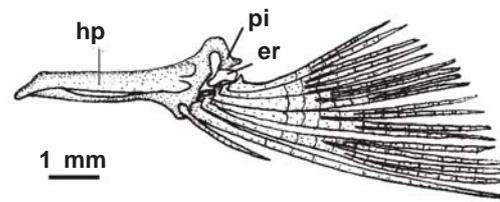


Fig. 14. Cintura y aleta pélvica de *Astyanax aurocaudatus*: er. Elemento radial; hp. Hueso pélvico; pi. Proceso isquial.

Fig. 14. Pelvic girdle and fin of *Astyanax aurocaudatus*: er. Radial element; hp. Pelvic bone; pi. Isquial process.

Discusión

En la descripción del género *Carlastyanax* (Géry, 1972) existen inconsistencias en los datos. Además, se fundamenta en observaciones incorrectas, tal como se anota más abajo, y no existen informes previos sobre su osteología. Por lo tanto, basándonos en el conocimiento actual no hay razones para aceptar el género monotípico *Carlastyanax*, planteado por Géry (1972), sobre la especie tipo *Astyanax aurocaudatus*. Se mantiene la clasificación inicial de *Astyanax aurocaudatus* (Román–Valencia & Ruiz, 2005) dada por Eigenmann (1913).

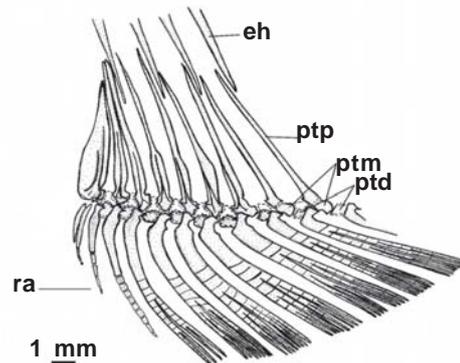


Fig. 15. Aleta anal de *Astyanax aurocaudatus*: Eh. Espina hemal; ptd. Pterigióforo distal; ptm. Pterigióforo medial; ptp. Pterigióforo proximal; ra. Radios anales.

Fig. 15. Anal fin of *Astyanax aurocaudatus*: Eh. Haemal spines; ptd. Distal pterygiophore; ptm. Medial pterygiophore; ptp. Proximal medial; ra. Anal fin rays.

Tabla 1. Datos morfométricos y merísticos de *Astyanax aurocaudatus*, *A. cremnobates* (datos de Bertaco et al., 2001), *H. boquiae* y *B. caucanus*: Ls. Longitud estándar; Lt. Longitud total; Pc. Profundidad del cuerpo; L(h-ad). Longitud hocico-aleta dorsal; L(h-apc). Longitud hocico-aletas pectorales; L(h-apv). Longitud hocico-aletas pélvicas; L(h-aa). Longitud hocico-aleta anal; L(ad-h). Longitud aleta dorsal-hipurales; L(ad-aa). Longitud aleta dorsal-aleta anal; L(ad-apc). Longitud aleta dorsal-aletas pectorales; Lad. Longitud aleta dorsal; Lapc. Longitud aletas pectorales; Lapv. Longitud aletas pélvicas; Laa. Longitud aleta anal; Ppc. Profundidad del pedúnculo caudal; Lpc. Longitud del pedúnculo caudal; Lc. Longitud de la cabeza; Lh. Longitud del hocico; Do. Diámetro del ojo; Lpoc. Longitud post-orbital de la cabeza; Lhm. Longitud del hueso maxilar; Ai. Ancho interorbital; Lms. Longitud de la mandíbula superior; Ell. Número de escamas en la línea lateral; E(II-ad). Escamas línea lateral y la aleta dorsal; E(II-aa). Escamas línea lateral y la aleta anal; E(II-apv). Escamas línea lateral y las aletas pélvicas; Epd. Escamas predorsales; Rad. Radios en la aleta dorsal; Raa. Radios en la aleta anal; Rapv. Radios en las aletas pélvicas; Rapc. Radios en las aletas pectorales.

Table 1. Morphometric and meristic data of *Astyanax aurocaudatus*, *A. cremnobates* (data from Bertaco et al., 2001), *H. boquiae* and *B. caucanus*: Ls. Standard length; Lt. Total length; Pc. Body length; L(h-ad). Snout-dorsal fin distance; L(h-apc). Snout-pectoral fin distance; L(h-apv). Snout-pelvic fin distance; L(h-aa). Snout-anal fin distance; L(ad-h). Dorsal fin-hypurals distance; L(ad-aa). Dorsal-anal fins distance; L(ad-apc). Dorsal-pectoral fins distance; Lad. Dorsal-fin length; Lapc. Pectoral-fin length; Lapv. Pelvic fin length; Laa. Anal-fin length; Ppc. Caudal peduncle depth; Lpc. Caudal peduncle length; Lc. Head length; Lh. Snout length; Do. Orbital diameter; Lpoc. Postorbital distance; Lhm. Maxilla length; Ai. Interorbital distance; Lms. Upper jaws length; Ell. Lateral-line scales; E(II-ad). Scale rows between dorsal-fin origin and lateral line; E(II-aa). Scale rows between anal-fin origin and lateral line; E(II-apv). Scale rows between pelvic-fin and lateral line; Epd. Predorsal median scales; Rad. Dorsal-fin rays; Raa. Anal-fin rays; Rapv. Pelvic-fin rays; Rapc. Pectoral-fin rays.

	<i>A. aurocaudatus</i>	<i>A. cremnobates</i>	<i>H. boquiae</i>	<i>B. caucanus</i>
Morfométricos				
n	39	59	11	168
Ls	20-56 (42,31)	28,0-81,9 (46,1)	60,43-70,63 (65,01)	27,2-44,3 (30,75)
Lt	24,5-68 (51,56)		71,96-76,14 (74,51)	33,7-56,3 (39,95)
Porcentaje de la longitud estándar				
Pc	30,5-51,92 (38,47)		25,02-31,12 (27,71)	21,69-27,78 (25,20)
L(h-ad)	42-57,14 (52,37)		48,92-54,47 (51,29)	49,05-56,79 (52,3)
L(h-apc)	22,44-39,58 (29,18)	25,8-31,5 (28,7)	21,08-22,03 (21,49)	23,10-30,56 (30,15)
L(h-apv)	40,69-70,25 (47,35)	48,2-52,4 (50,4)	39,37-43,01 (41,01)	42,67-47,84 (44,91)
L(h-aa)	39,93-63,48 (58,62)	66,6-74 (69,6)	53,21-57,89 (55,19)	53,31-62,63 (59,55)
L(ad-h)	40,56-55,76 (51,13)		51,17-58,63 (54,77)	47,47-54,05 (51,35)
L(ad-aa)	30-52,93 (38,21)		19,90-21,68 (20,88)	29,48-33,67 (31,29)
L(ad-apc)	24,48-67,5 (41,04)		36,13-40,46 (38,14)	36,85-44,72 (36,34)
Lad	6,26-29,16 (14,74)	22,4-28,4 (25,2)	11,82-14,0 (13,09)	18,38-29,67 (24,24)
Lapc	18,92-36 (23,11)		10,81-11,20 (10,98)	14,71-23,02 (20,07)
Lapv	10-17,62 (14,69)		12,26-16,60 (14,34)	10,69-15,64 (13,76)
Laa	7,14-21 (14,91)		20,58-22,23 (21,41)	14,87-19,51 (17,50)
Ppc	9,09-14,28 (12,18)	10,4-14,2 (12,1)	9,17-11,10 (10,08)	8,82-11,51 (10,44)
Lpc	10,73-17,66 (14,02)	11,9-14,2 (13,0)	7,45-12,76 (10,09)	8,03-14,88 (10,59)
Lc	13,95-29,99 (25,08)	27,6-31,9 (29,7)	12,98-15,79 (14,43)	21,07-23,70 (22,47)
Porcentaje de la longitud de la cabeza				
Lh	16,66-35 (23,39)	22,9-27,4 (25)	14,66-24,70 (20,66)	24,14-33,68 (29,30)
Do	6,05-10,7 (8,13)		31,02-34,04 (32,80)	35,71-47,62 (39,38)

Tabla 1. (Cont.)

	<i>A. aurocaudatus</i>	<i>A. cremnobates</i>	<i>H. boquiae</i>	<i>B. caucanus</i>
Lpoc	4,88–15,12 (12,46)		42,29–49,92 (45,96)	33,80–43,75 (41,96)
Lhm	5,71–16 (8,05)		29,24–31,61 (30,62)	32,84–42,86 (38,45)
Ai	7,5–17,85 (9,58)		31,71–36,25 (34,15)	31,03–40,85 (34,23)
Lms	6–14,28 (8,25)		24,59–27,01 (25,67)	30,43–39,47 (33,80)
Merísticos				
EII	19–39		37–39	35–43
E(II–ad)	6–10		6–7	4–6
E(II–aa)	6–10		4–5	4–5
E(II–apv)	4–10		4	4–5
Epd	11–18		13	11–15
Rad	ii,6–8		ii,8	ii,8
Raa	x,13–14		iii,23–26	iii,23–27
Rapv	i,6–5		i,7	i–ii,6–7
Rapc	i,10–13		i,11	i,10–13

La forma, número y distribución de los dientes en el maxilar y premaxilar observados en este trabajo coinciden con lo descrito para otras especies del género *Astyanax* (Eigenmann 1913; 1921; Taphorn, 1992; Bussing, 1998; Bertaco & Malabarba, 2001; Malabarba & Weitzman, 2003; Valdéz-Moreno & Contreras-Balderas, 2003). Además, el carácter tradicionalmente utilizado para reconocer especies de este género, cinco dientes en la fila interna (Eigenmann, 1921), puede encontrarse en especies de *Bryconamericus* (Román-Valencia, 2003). Por lo tanto, éste carácter no es suficiente para diagnosticar a *Astyanax*.

La forma curva del tercer diente del dentario no puede ser asumida como un carácter diagnóstico para un nuevo género *Carlasyanax*, pues la forma curva de los dientes en el dentario se observa en *Astyanax*, tanto en *A. cremnobates* como en *A. brachypterygium*. Además, en estas especies se registra más de un diente curvo en el dentario (Bertaco & Malabarba, 2001).

El nasal es una estructura alargada, doblada levemente hacia el hocico, como sucede en otros caraciformes (Lucena, 1993; Vari, 1995). Por lo tanto, el carácter correspondiente a la forma del nasal propuesto por Géry (1972) no es suficiente para describir un nuevo género, en éste caso *Carlasyanax*.

El dentario de *Astyanax aurocaudatus* no se proyecta más allá del premaxilar. El opérculo es casi rectangular. El primer infraorbital de *A. aurocaudatus* es equivalente a la fusión del primer y segundo infraorbitales de *A. mexicanus*, y corresponde con la descripción de forma triangular y que

nunca se sobrepone al margen del infraorbital 3, correspondiente en *A. aurocaudatus* al infraorbital 2, palatino, ectopterigoides y mesopterigoides sin dientes. Estos caracteres coinciden con los diagnósticos de *A. mexicanus*, la especie tipo del género *Astyanax* (Valdéz-Moreno & Contreras-Balderas, 2003). El número de dientes en el maxilar, premaxilar, dentario e infraorbitales observados en este trabajo son caracteres bastante variables para ser considerados como diagnósticos para *Carlasyanax*.

El supraorbital es una estructura presente en *Astyanax aurocaudatus*, que al unirse al borde lateral del frontal da origen al canal laterosensorial, que se continúa con el nasal; esto no corresponde a lo descrito por Weitzman (1962), quien afirma que esta estructura no está relacionada con el canal laterosensorial en *Brycon meeki*. Sin embargo, en *Astyanax mexicanus* se describe la estructura del supraorbital como el frontal (véase Valdéz-Moreno & Contreras-Balderas, 2003). El número característico de infraorbitales en los carácidos es de cinco o seis (Weitzman, 1962; Miquelarena & Arámburo, 1983; Román-Valencia & Muñoz, 2001; Malabarba & Weitzman, 2003); *A. aurocaudatus* posee cuatro infraorbitales diferenciados así: el primer infraorbital separado anteriormente del maxilar y el etmoides lateral, no unido por detrás al segundo infraorbital. Sin embargo, su tamaño ocupa un espacio importante en el borde anteroventral de la órbita. En este trabajo se asume el tamaño y la posición de este infraorbital como la fusión del primero y segundo infraorbitales, un carácter derivado. El tercer infraorbital corresponde a la fusión del

cuarto y quinto infraorbitales. El segundo y quinto infraorbitales conservan la forma y tamaño descritos para los carácidos sin ningún tipo de fusión (Weitzman, 1962; Valdéz-Moreno & Contreras-Balderas, 2003). El opérculo de *Astyanax aurocaudatus* es estrecho y romboide, y la espina supraoccipital es larga, como se informa en el caso de *A. fasciatus* (Valdéz-Moreno & Contreras-Balderas, 2003).

La relación de *Astyanax aurocaudatus* con otros carácidos como *Hemibrycon dentatus* y *H. boquiae*, planteada por Géry (1972) no es sustentable, pues a través de nuestras observaciones (Román-Valencia, 2001; Román-Valencia & Ruiz, 2005) se determinó que los modelos de coloración no son semejantes, y los aspectos ecológicos de las especies citadas no corresponden a lo observado en *Astyanax aurocaudatus*, de hábitos epibentónicos (Román-Valencia & Ruiz, 2005). Todo ello concuerda con lo observado en la longitud y profundidad del pedúnculo caudal de *A. aurocaudatus*, que es de mayor tamaño con relación a lo observado en *H. boquiae*. En base a observaciones de Román-Valencia (2002), el engrosamiento del pedúnculo caudal está relacionado con una escasa velocidad, lo que coincide con su actividad gregaria y lenta.

La distancia entre la aleta dorsal y las aletas pectoral y anal es menor en *Astyanax aurocaudatus* con relación a la registrada para *H. boquiae*. Ello revela que *A. aurocaudatus* no es tan alargado como *H. boquiae*. Esta especie se localiza en la parte media y superior de la columna de agua, como *Bryconamericus caucanus* (Román-Valencia & Muñoz, 2001).

Astyanax aurocaudatus posee características osteológicas que comparte con otras especies sintópicas como *Bryconamericus caucanus* y *Hemibrycon boquiae*: la espina neural de las vértebras precaudales posee un crecimiento indeterminado aun en la madurez, lo que permite que el extremo distal de la espina neural se una a la parte ventral de los supraneurales y de los pterigióforos proximales de la aleta dorsal en ejemplares adultos. Los machos observados en este trabajo presentaron las tres primeras costillas pleurales del lado izquierdo con ondulaciones pronunciadas; este tipo de modificaciones óseas corresponde a la morfología y anatomía de su cuerpo robusto y su lomo pronunciado. Ello no sucede en otras especies de *Astyanax* como *A. asuncionensis*, *A. paranae*, *A. integer*, *A. intermedius*, *A. pellegrini*, *A. scintillans*, *A. simulatus* y *A. superbus* (Eschmeyer, 2003). Algunos caracteres que comparte *Astyanax aurocaudatus* con otros carácidos son: la presencia de cartílago en medio de la unión del ectopterigoides, mesopterigoides, metapterigoides y cuadrado; una banda de cartílago que bordea al proótico; y la unión de los extremos del simplectico, el interhial y el extremo del proceso del hiomandibular sobre el preopérculo, por las porciones de cartílago que poseen sus extremos. Además el rinoesfenoides cartilaginoso se extiende de forma ascendente hacia la unión del frontal y el

etmoides; este carácter presenta un gran variabilidad en cuanto a su distribución en el extremo anterior del neurocráneo y su grado de osificación. Los pterigióforos posteriores de la aleta anal están separados y son cartilaginosos, y se modifican al aproximarse al extremo anterior, con lo que se fusionan el pterigióforo medial y el proximal, y el cartílago transitorio se reduce a unas pequeñas trazas o banda periférica. En este sentido se observa un desplazamiento hacia las estructuras óseas como un carácter posiblemente sinapomórfico.

Agradecimientos

Este trabajo se benefició de las correcciones y lectura crítica de Francisco Langeani (UNESP, Brasil), Ricardo A. Ferriz (MACN, Argentina), Francisco Provenzano (MBUCV, Venezuela) y dos revisores anónimos. Le estamos agradecidos a Donald C. Taphorn (MCNG, Venezuela) por la literatura suministrada y sus generosos consejos, y a Carlos A. García (IUQ, Colombia) por la digitalización de las figuras. IDEA WILD financió los reactivos para el proceso de diafanización.

Referencias

- Arcifa, M. S., Northcote, T. M. & Froehlich, O., 1991. Interactive ecology of two cohabiting characin fishes (*Astyanax fasciatus* and *Astyanax bimaculatus*) in an eutrophic Brazilian reservoir. *Journal Tropical Ecology*, 7: 257–268.
- Barbieri, G., Hartz, S. M. & Verani J. R., 1996. O fator de condição e índice hepatosomático como indicadores do período de desova de *Astyanax fasciatus* da represa do lobo, São Paulo (Osteichthyes, Characidae). *Iheringia Ser Zool., Porto Alegre*, 81: 97–100.
- Barlá, M., Freyre, J. L. R., Giraudi, L. M., Gutiérrez, M. & Sendra E. D., 1988. Age and growth of *Astyanax eigenmanniorum* (Cope) (Pisces, Characiformes) from San Roque lake, Argentina. *Studies Neotropical Fauna and Environmental*, 23: 177–188.
- Bertaco, A. V. & Malabarba, L. R., 2001. Description of two new species of *Astyanax* (Teleostei: Characidae) from headwater streams of Southern Brazil, with comments on the "*A. scabripinnis* species complex". *Ichthyological Exploration of Freshwaters*, 12: 221–234 .
- Blanco, M. C. & Cala, P., 1974. Contribución al conocimiento de la sardina, *Astyanax bimaculatus* (Characidae: Pisces) del caño Pachiaquiario, Meta, Colombia. *Ecología Tropical*, 1: 3–44.
- Bussing, W. A., 1998. Peces de las aguas centrales de Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*, 46 (Sup 2).
- Castro, R. & Vari, R. P., 2004. *Astyanax biotae*, a new species of stream fish from the Río Paranapanema basin, upper Río Paraná system, southeastern Brazil (Ostariophysi: Chara-

- ciformes: Characidae). *Proceedings of the Biological Society of Washington*, 117: 330–338.
- Eigenmann, C. H., 1913. Some results from an ichthyological reconnaissance of Colombia, South America. Part II. *Indiana University studies*, 131: 1–31.
- 1921. The American Characidae. *Memoirs of the Museum of Comparative Zoology*, XLIII: 236–330.
- Eschmeyer, N. W., 2003. *CAS–Ichthyology–Catalog of Fishes*. California Academy of Sciences, San Francisco, CA, USA.
<http://www.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/fishcatsearch.html>
- Garutti, V., 2003. Revalidação de *Astyanax rupunui* Fowler, 1914 (Teleostei: Characidae) e descrição de duas espécies novas para o gênero. *Arquivos de Zoologia do Estado de São Paulo*, 43: 1–9
- Géry, J., 1972. Contribution à l'étude des poissons Characoïdes de l'Équateur. Avec une révision du genre *Pseudochalceus* et la description d'un nouveau genre endémique du rio Cauca en Colombie. *Acta Humboldtiana*, 2: 1–107.
- 1977. *Characoids of the world*. T. F. H. Publ. Neptune, New Jersey, USA.
- Gutiérrez, M. Barlá, M. J. & Giraud L. M., 1983. Alimentación de la población de *Astyanax eigenmanniorum* (Cope) (Pisces, Characiformes) del lago San Roque. *Revista Univ Nacional de Río Cuarto*, 3: 131–141.
- Hoenicke, R., 1983. The effects of leaf-cutter ants on populations of *Astyanax fasciatus* (Characidae) in three tropical lowland wet forest streams. *Biotropica*, 15: 237–239.
- Huppop, K., 1986. Oxygen consumption of *Astyanax fasciatus* (Characidae, Pisces): a comparison of epigeal and hypogean populations. *Environmental Biology of Fishes*, 17: 299–308.
- Huppon, K., & Wilkens, H., 1991. Bigger eggs in subterranean *Astyanax fasciatus* (Characidae, Pisces) their significance and genetics. *Zoologische Systematische Evolut-forsch*, 29: 208–288.
- Lagler, K. F, Bardach J. E, Miller. R. & Passino. M. D., 1990. *Ictiología*. A. G. T. Editor S. A. España.
- López, M. I., 1978. Migración de la sardina *Astyanax fasciatus* (Characidae) en el río Tempisque, Guanacaste, Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*, 26: 261–275.
- Lozano-Vilano, M. & Contreras-Balderas, S., 1990. *Astyanax armandoi*, n. sp. from Chiapas, México (Pisces, Ostariophysi: Characidae) with a comparison to the nominal species *A. aeneus* and *A. mexicanus*. *Universidad y Ciencia*, 7: 95–107.
- Lucena, C. A. S., 1993. Estudo filogenético da família Characidae com uma discussão dos grupos naturais propostos (Teleostei, Ostariophysi, Characiformes). Tesis doctoral, Univ. de São Paulo, Brazil
- Luiz, E. A., Agostinho, A.A., Gómez, L. C. & N. S., Hahn., 1998. Ecología trófica de peixes em dois riachos da bacia do rio Paraná. *Revista Brasileira de Biologia*, 58: 273–285.
- Malabarba, L. R. & Weitzman, S. H., 2003. Description of a new genus with six new species from southern Brazil, Uruguay and Argentina, with a discussion of a putative characid clade (Teleostei: Characiformes: Characidae). *Comunicações do Museum de Ciências da PUCRS, Porto Alegre, Zoología*, 16: 67–151.
- Miquelarena, A., 1986. Estudio de la dentición en peces caracoideos de la Republica Argentina. In: *Biología Acuática*, 8: 3–60.
- Miquelarena, A. & Arámburu, R., 1983. Osteología y Lepidología de *Gymnocharacinus bergi* (Pisces: Characidae). *Limnobiós*, 2: 491–512.
- Mora, J. M, Cabrera, P. & Alvarado Bogantes, W., 1997. Crecimiento y maduración sexual de *Astyanax fasciatus* (Pisces: Characidae) en el embalse Arenal, Guanacaste, Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*, 45: 855–859.
- Nomura, H., 1975a. Feeding of 3 species of fishes of the genus *Astyanax* Baird and Girard, 1854 (Osteichthyes, Characidae) of the Mogi Guaçu river, São Paulo (state). *Revista Brasileira de Biología*, 35: 595–614.
- 1975b. Comparison of the age and growth of 3 species of fishes of the genus *Astyanax* Baird and Girard, 1854 (Osteichthyes, Characidae) of the river Mogi Guaçu, SP. *Revista Brasileira de Biología*, 35: 531–547.
- Román-Valencia, C., 2001. Redescrición de *Hemibrycon boquiae* (Pisces: Characidae), especie endémica de la quebrada Boquía, Cuenca Río Quindío, Alto Cauca Colombia. *Dahlia (Revista de la Asociación Colombiana de Ictiólogos)*, 4: 27–32.
- 2002. Revisión sistemática de las especies del género *Bryconamericus* (Teleostei: Characidae) de Centroamérica. *Revista de Biología Tropical*, 50: 173–192.
- 2003. Three new species of *Bryconamericus* (Teleostei: Characidae) from Venezuela. *Dahlia (Revista de la Asociación Colombiana de Ictiólogos)*, 6:1–15.
- Román-Valencia, C. & Muñoz. A., 2001. Ecología trófica y reproductiva de *Bryconamericus caucanus* (Pisces: Characidae) en Alto Cauca, Colombia. *Bolletino Museum Regionalli Science Naturalli Torino*, 18: 459–467.
- Román-Valencia, C. & Ruiz-C., R. I., 2005. Diet and reproductions aspects of *Astyanax aurocaudatus* (Teleostei: Characidae) from the upper part of the Río Cauca, Colombia. *Dahlia (Revista de la Asociación Colombiana de Ictiólogos)*, 8: 9–17.
- Román-Valencia, C., Ruiz-C., R. I., & Giraldo, A. Sometido_a. Ecología comparada de dos especies sintópicas *Bryconamericus caucanus* y *Hemibrycon boquiae* (Pisces: Characidae) de la quebrada Boquía, río Quindío, Alto Cauca. *BioLlania*
- Román-Valencia, C., Taphorn D.C., & R. Barriga. Sometido_b. Lista anotada de los peces pertenecientes del genero *Hemibrycon* (Characiformes, Characidae) del norte de Sudamérica. *Biota Colombiana*
- Schmitter-Soto, J. J., 1998. Diagnosis of *Astyanax*

- altior* (Characidae), with a morphometric analysis of *Astyanax* in the Yucatan Peninsula. *Ichthyological Exploration of Freshwaters*, 8: 349–358.
- Schultz, L. P., 1944. The fishes of the family characinidae from Venezuela, with description of seventeen new forms. *Proceeding of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 95: 235–367.
- Song, J. & Parenti, L. R., 1995. Clearing and staining whole fishes specimens for simultaneous demonstration of bone, cartilage and nerves. *Copeia*, 1: 114–118.
- Taphorn, D. C., 1992. The characiform fishes of the Apure River drainage, Venezuela. *Biollania* (edic. especial), 4: 1–534.
- Taylor, R. W. & Van Dyke, G. C., 1985. Revised procedures for staining and clearing small fishes and other vertebrates for bone and cartilage study. *Cybium*, 9: 107–119.
- Valdéz-Moreno, M. & Contreras-Balderas, S., 2003. Skull osteology of the fish *Astyanax mexicanus* (Teleostei: Characidae). *Proceeding of the Biological Society of Washington*, 116: 341–355.
- Vari, R. P., 1995. The Neotropical fish family Ctenoluciidae (Teleostei: Ostariophysi: Characiformes): supra and intrafamilial phylogenetic relationship, with a revisionary study. *Smithsonian Contributions to Zoology*, 564: 1–96.
- Vari, R. P. & Harold, A. S., 2001. Phylogenetic study of the neotropical fish genera *Creagrutus* Günther and *Piabina* Reinhardt (Teleostei: Ostariophysi: Characiformes), with a revision of the Cis-Andean species. *Smithsonian Contribution to Zoology*, 613: 1–239.
- Weitzman, S. H., 1962. The osteology of *Brycon meeki*, a generalized characid fish, with an osteological definition of the family. *Stanford Ichthyological Bulletin*, 8: 1–77.
- Weitzman, S.H. & Fink, S. V., 1985. Xenobryconin phylogeny and putative pheromone pumps in Glandulocaudine fishes (Teleostei: Characidae). *Smithsonian Contribution to Zoology*, 421: 1–121.
- Zarske, A. & Géry, J. 1999. *Astyanax villwocki* sp.nov., a new characid fish from the upper Amazon basin of Peru and Bolivia (Teleostei, Characiformes, Characidae). *Mitteilungen aus dem Zoologischen Institut und Zoologischen Museum Hamburg*, 96: 199–206.
-