

VALORACIÓN HIDROLÓGICA E ICTIOLÓGICA DE LOS SECTORES DEL MEDIO RÍO CAUCA, ENTRE SUS EFLUENTES (RÍOS SAN FRANCISCO, CAMPOALEGRE Y CHINCHINÁ) CALDAS (COLOMBIA)

Ricardo Álvarez-León¹, Luis Alberto Vargas-Marín², Diego García-Hernández³
& Andrés Fernando Botero-Cardona⁴

Resumen

Objetivos: Dar a conocer los peces asociados al cauce medio del río Cauca (municipios de Chinchiná y Palestina, departamento de Caldas, Colombia). **Alcance:** Inventario cualitativo y cuantitativo de los ejemplares observados y la información suministrada por los muestreos realizados. **Metodología:** Observación directa, medición de parámetros físicos y químicos de las aguas, y captura de peces mediante artes y métodos locales. **Principales resultados:** Se confirman los registros de 14 especies de peces nativos, así como el estado fisicoquímico y limnológico de las aguas. **Conclusiones:** Es un trabajo pionero para entender: (1) la calidad del agua del río Cauca, que es abundante sólo en Valle del Cauca y del Quindío, donde estudios limnológicos y de contaminación, en Caldas, las condiciones físicas y químicas del agua, así como las épocas de lluvias y de secas, constituyen uno de los principales elementos reguladores de las alteraciones de frecuencia de los peces en el río; (2) la caracterización física (sólidos suspendidos totales, temperatura) y química (conductividad, oxígeno disuelto, pH), realizada en las aguas de los ríos San Francisco (Est. 1) y Campoalegre (Est. 5), ambos efluentes del río Cauca y el propio río Cauca (Ests. 2, 3, 4), muestran tendencias muy similares a pesar de las diferencias e impactos presentes en sus cuencas, las épocas de lluvias y de secas, regularon la frecuencia y abundancia relativa de los peces en el río Cauca; (3) *Chaetostoma fisheri* (cucha de piedra, corroncho marrón) fue la especie más abundante, seguida de *Pimelodus grosskopfii* (Bagre llavero, barbudo blanco) y de *Pterygoplichthys undecimalis* (Soldadito, paraco, cucha de quebrada) por su presencia equitativa en las estaciones de muestreo y en casi todas las estaciones; y (4) los pescadores afirman, que tradicionalmente existen relaciones entre la presencia de los peces y el clima, tal como se pudo comprobar en este estudio.

Palabras clave: condiciones ambientales, peces, ríos San Francisco, Campoalegre y Chinchiná, Cauca, Colombia.

¹ FR: 23-IX-16. FA: 18-X-16.

¹ Fundación Verdes Horizontes. Manizales (Caldas). E-mail: ricardoalvarezleon@gmail.com

^{2,3} Maestría en Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente. Universidad de Manizales. Manizales (Caldas).

⁴ Facultad de Humanidades, Universidad Católica de Manizales. Manizales (Caldas).

CÓMO CITAR:

ÁLVAREZ, R., VARGAS, L.A., GARCÍA, D. & BOTERO, A.F., 2016.- Valoración hidrológica e ictiológica, de los sectores del río Cauca medio, entre sus efluentes (ríos San Francisco, Campoalegre y Chinchiná) Caldas (Colombia). *Bol. Cient. Mus. Hist. Nat. U. de Caldas*, 20 (2): 93-113. DOI: 10.17151/bccm.2016.20.2.7

HYDROLOGIC AND ICTHYOLOGIC EVALUATION OF THE MIDDLE COURSE OF THE CAUCA RIVER BETWEEN ITS TRIBUTARIES (SAN FRANCISCO, CAMPOALEGRE AND CHINCHINA RIVERS) CALDAS (COLOMBIA)

Abstract

Objective: To make known fish associated to the middle course of the Cauca river (Municipalities of Chinchiná and Palestina, Department of Caldas, Colombia). **Scope:** Qualitative and quantitative inventory of the observed individuals and the information provided by the samplings. **Methodology:** Direct observation, measurement of physical and chemical parameters of waters and capture of fish using local arts and methods. **Main results:** The records of 14 species of native fish as well as the physicochemical and limnological water status are confirmed. **Conclusions:** It is a pioneering work to understand: (1) the water quality of the Cauca River, which is abundant only in Valle del Cauca and Quindío, where limnology and pollution studies have been conducted. In Caldas, the physical and chemical water conditions and the rainy and dry seasons constitute the main regulating elements of the frequency alterations of fish in the river; (2) The physical (total suspended solids, temperature) and chemical (conductivity, dissolved oxygen, pH) characterization held in the waters of the San Francisco (St. 1) and Campoalegre (St. 5) rivers, both tributaries of the Cauca river and the Cauca river itself (Sts. 2, 3, 4), show very similar trends despite the differences and impacts present in their basins; the rainy and dry seasons regulated frequency and relative abundance of fish in the Cauca River; (3) *Chaetostoma fisheri* (cucha stone, brown corroncho) was the most abundant species, followed by *Pimelodus grosskopfii* (Catfish Key, white bearded) and by *Pterygoplichthys undecimalis* (Soldier, paraco, broken doghouse) because of their equitable presence in sampling stations and in almost all stations; and (4) the fishermen claim that traditionally there are relationships between the presence of fish and the weather, as we noted in this study.

Key words: environmental conditions, fish, San Francisco, Campoalegre, and Chinchiná rivers, Cauca, Colombia.

INTRODUCCIÓN

Con ocasión del incidente ocurrido en el río Cauca el día 19 de agosto de 2011, cuando un represamiento de lodo proveniente de las operaciones de relimpia del embalse San Francisco, llegó de improviso al río y causó una mortandad por asfixia de peces, no evaluada en su cantidad ni en las especies (aunque se tiene el registro fotográfico solamente de siete especies conocidas localmente como cuchas marrón, cuchas paracos, viringas negras, viringas blancas, jetudos, bagres llavero, bagres sapo), se planteó la realización de un estudio limnológico, biológico, social y económico, que permitiera aclarar el estado real de la situación de Arauca, corregimiento de Palestina

(Caldas), cuyos pescadores han demandado la correspondiente indemnización por el suceso ocurrido.

La ictiofauna tanto del Alto como Medio y Bajo río Cauca, ha sido estudiada por diferentes investigadores, que la han analizado cronológicamente desde diferentes aspectos:

Nuevas especies: (de SANTANA & MALDONADO-OCAMPO, 2005; ARDILA-RODRÍGUEZ, 2008; GARCÍA-ALZATE & ROMÁN-VALENCIA, 2008; ROMÁN-VALENCIA & ARCILA-MESA, 2008; ROMÁN VALENCIA *et al.*, 1999, 2010); **Ecología:** (FLÓREZ, 1999; FLÓREZ-AMAYA, 1985; GARCÍA-ALZATE *et al.*, 2008, 2009, 2010;; ROMÁN-VALENCIA *et al.*, 1999; ROMÁN-VALENCIA *et al.*, 2005; ROMÁN-VALENCIA *et al.*, 2007); **Taxonomía** (GÉRY, 1966, 1972; ROMÁN-VALENCIA & CALA-CALA. 1997; ROMÁN-VALENCIA, 1988, 2001, 2009a, 2009b; ROMÁN-VALENCIA & RUIZ-CALDERÓN, 2006; RUIZ-CALDERÓN & ROMÁN-VALENCIA, 2006; ROMÁN-VALENCIA & GARCÍA-ALZATE, 2007; ROMÁN-VALENCIA *et al.*, 2009a, 2009b); **Inventarios:** (STEINDACHNER, 1880; MILES, 1943; DAHL, 1971; PATIÑO-RODRÍGUEZ, 1973; LOZANO-ROJAS, 1978; LEHMANN-ALBORNOZ, 1999; LÓPEZ-MACÍAS & RUBIO-RINCÓN, 2001; MALDONADO-OCAMPO *et al.*, 2005; ORTEGA-LARA *et al.*, 2000, 2006; RESTREPO-SANTAMARÍA & ÁLVAREZ-LEÓN, 2011; ÁLVAREZ-LEÓN *et al.*, 2013); **Biología de las especies:** (CORDERO, 1982; LÓPEZ & ROMÁN-VALENCIA, 1996; ROMÁN-VALENCIA, 1993, 1996, 1998, 2001a, 2002, 2004a, 2004b, 2005; ROMÁN-VALENCIA *et al.*, 2003; ROMÁN-VALENCIA & PERDOMO, 2004; ROMÁN-VALENCIA & RUIZ-CALDERÓN, 2005; ROMÁN-VALENCIA & GIRALDO, 2006; ROMÁN-VALENCIA & BOTERO-BOTERO, 2006; ROMÁN-VALENCIA & HERNÁNDEZ, 2007; ROMÁN-VALENCIA & SAMUDIO, 2007; ROMÁN-VALENCIA *et al.*, 2008); BOTERO-BOTERO & RAMÍREZ-CASTRO, , 2011; ROMÁN-PALACIOS *et al.*, 2014; ROMÁN-PALACIOS & ROMÁN-VALENCIA, 2015; y **Conservación:** (MOJICA-CORZO *et al.*, 2002, 2012), en su gran mayoría sobre los peces del Alto Cauca y especialmente del departamento del Quindío. Fruto de dichos estudios, en la actualidad se han registrado 85 especies (69 nativas y 16 introducidas) dentro de 7 órdenes, 23 familias, 54 géneros (ORTEGA-LARA *et al.*, 2006) y a lo largo de los 105 municipios y 6 departamentos de la cuenca del río Cauca.

La hidrología del río Cauca ha sido estudiada en su región transicional del Alto y Medio Cauca, pero sólo existen las referencias provenientes del Proyecto CGA/CHEC-Grupo EPM entre el 2008 y el 2010, sobre la hidrología y los peces presentes en la desembocadura del Embalse San Francisco en el río Cauca, a la altura de la vereda La Esmeralda de Chinchiná (CGA/CHEC-Grupo EPM, 2008a, 2008b, 2008c, 2009a, 2009b, 2009c, 2009d, 2009e, 2009f, 2009g, 2010a, 200b, 2010b, 2010c) (Tabla 1).

METODOLOGÍA

Desarrollo de las salidas de campo

Con el objeto de concretar el muestreo hidrológico, biológico y pesquero, el miércoles 31 de agosto de 2011, se desplazaron los representantes de la CHEC-Grupo EPM y de la Universidad de Manizales a las inmediaciones del embalse San Francisco para realizar el reconocimiento del terreno y escoger las estaciones de muestreo, utilizando como transporte terrestre una ‘marranita’ (plataforma de madera+motocicleta), medio común de desplazamiento de los habitantes de dicho sector de La Esmeralda y Arauca, aprovechando el tendido de los rieles del Ferrocarril de Occidente.

En los muestreos desarrollados entre el 31 de agosto de 2011 al 13 de abril de 2012, estuvieron presentes pescadores-motoristas de la ‘marranita’, pescadores de la comunidad de San Francisco y de la comunidad de Arauca, para un total de 12 pescadores de la Asociación de Pescadores de San Francisco (APSF) que ejercieron las faenas de pesca, dos pescadores de la Asociación de Pescadores de Arauca (APA) en calidad de observadores y garantes de las faenas de campo, cuatro representantes de la Subdirección de Generación de CHEC- Grupo EPM, un representante de la Universidad de Manizales, un biólogo marino contratista para los estanques de San Francisco y dos laboratoristas de CORPOCALDAS.

Estaciones de muestreo

Las estaciones de muestreo (localizadas y referenciadas con GPS), se escogieron con el objeto de que fueran representativas de las condiciones del río Cauca y en un número de 5 entre las desembocaduras de los ríos San Francisco y Campoalegre (Tabla 1).

Tabla 1. Estaciones de muestreo para la captura de peces con atarraya en el río Cauca entre las desembocaduras del río San Francisco y el río Campoalegre, departamento de Caldas, septiembre 2011-abril 2012

Estación / Localidad	Latitud N	Longitud W
1-Desembocadura río San Francisco	05° 02.761´	75° 44.780´
2-La Habana	05° 03.391´	75° 44.610´
3-Llano Grande	05° 03.520´	75° 44.101´
4-Santa Elena	05° 03.651´	75° 43.780´
5-Desembocadura río Campoalegre	05° 04.550´	75° 42.602´

Aspectos pesqueros

La captura de los peces se realizó a través de un esfuerzo pesquero de 10-12 lances de atarraya alrededor de la estación de muestreo. La atarraya (3 brazas, 1,5 cm de ojo de

mallá, relinga con plomos, 17-20 kg), fue operada por un pescador de la APSF que fue acompañado por un pescador (remero o acompañante de la faena) también de la APSF y en ocasiones por dos pescadores de APA, a fin de garantizar el éxito de la faena los dos primeros y los segundos en su carácter de garantes. Debido a las condiciones del río, se naufragó (estación 3, 18-01-12) y del equipo de pesca (lancha, remos, chalecos, vara y producción hasta el momento), se perdieron un chaleco salvavidas, la atarraya, la producción, la lancha fue recuperada por un par de pescadores que pescaban en paralelo a nosotros en la ribera opuesta. Este incidente obligó a cambiar las faenas, desde la lancha a faenas de a pie, desde la ribera. Los peces capturados en los muestreos del Proyecto CGA / CHEC entre 2008 y 2010, en cuatro estaciones, fueron 14 (Tabla 2).

Tabla 2. Peces capturados en los muestreos del Proyecto CGA / CHEC entre 2008 y 2010, en cuatro estaciones los días: 4 de septiembre, 12 de noviembre y 18 de diciembre de 2008, 8 de enero, 19 de febrero, 7 de abril, 27 de mayo, 13 de agosto, y 22 de octubre de 2009; 6 de enero, 25 de febrero y 17 de junio de 2010. Especies, nombre común, estaciones (meses), tallas (long. estándar y cantidad de individuos) y riesgo (categorías IUCN).

ESPECIES	NOMBRE COMÚN	ESTACIONES	TALLAS	RIESGO
Characiformes				
Characidae				
1. <i>Astyanax fasciatus</i> (Cuvier, 1819)	Cola roja	3,5,6,9	-	NO
2. <i>Salminus affinis</i> Steindachner, 1880	Rubio	10	-	VU (A1d, A2d)
3. <i>Brycon henni</i> Eigenmann, 1913	Tota, sardinata, sabaleta		-	NO
4. <i>Bryconamericus caucanus</i> Eigenmann, 1913	Sardina		-	NO
Curimatidae				
5. <i>Cyphocharax magdalenae</i> (Steindachner, 1878)	Madre de bocachico	2,3, 4	-	NO
Siluriformes				
Loricariidae				
6. <i>Chaetostoma fischeri</i> Steindachner, 1879	Cucha marrón	2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12	-	NO
7. <i>Chaetostoma leucomelas</i> Eigenmann, 1918	Guacuco	2, 3, 4, 5, 6, 10	-	NO
8. <i>Chaetostoma marginatum</i> Regan, 1904	Guacuco	2, 5, 6, 10	-	NO
9. <i>Chaetostoma</i> sp.	Cucha	2	-	
10. <i>Hypostomus hondae</i> Regan, 1912	Cucho	2, 3, 4, 5, 6, 7	-	VU (C1)

ESPECIES	NOMBRE COMÚN	ESTACIONES	TALLAS	RIESGO
Pseudopimelodidae				
11. <i>Pseudopimelodus bufonius</i> (Valenciennes, 1840)	Bagre sapo	3, 9, 11, 12	-	NO
Pimelodidae				
12. <i>Pimelodus blochii</i> Steindachner, 1879	Barbudo blanco	2, 3, 4, 5, 6, 7, 10	-	NO
Gymnotiformes				
Apterotonidae				
13. <i>Apterotonus eschmeyeri</i> de Santana, Maldonado-Ocampo, Severi & Mendes, 2004	Viringa negra	2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9	-	NO

Diversidad de especies

La pesca en las 12 faenas realizadas estuvo representada por 13 especies (6 familias, 10 géneros), donde se presentaron las especies que son aprovechadas tradicionalmente por los pescadores con los diferentes artes de pesca (vara + anzuelo, líneas + anzuelos, atarraya). A cada individuo capturado se le tomaron las medidas morfométricas estándares básicas como longitud total y peso, las especies en general mostraron tallas pequeñas, en ocasiones las más pequeñas <14 cm, fueron devueltas al río y las mayores se entregaron a los pescadores que acompañaron las faenas para su consumo.

Caracterización física y química de las aguas

La caracterización de las aguas del río Cauca, sólo en las estaciones 1, 2, 3, 4, y 5, estuvo a cargo del Laboratorio de Aguas de CORPOCALDAS. El énfasis se realizó en estos sectores de La Esmeralda, por cuanto es la zona de influencia directa del efluente del embalse San Francisco, donde se produjo el accidente ya relatado de 2011.

Las muestras de agua se tomaron en las fechas señaladas. Metodológicamente, el agua recogida en recipientes apropiados de vidrio para el oxígeno disuelto y de plástico para los sólidos sedimentables totales; así mismo se determinaron *in situ* de los parámetros pH, conductividad y temperatura.

El oxígeno disuelto se determinó en laboratorio utilizando el método de Winkler (AWWA 4500-OB), los sólidos sedimentables totales se determinaron por el método de secado a 103°-105° C (AWWA-AD) y el pH, la temperatura y la conductividad, con el método de electrometría portátil (Tabla 3).

RESULTADOS

Parámetros fisicoquímicos

Conductividad

Parámetro básico para conocer las relaciones de carga eléctrica de los elementos en el río. Su media durante el período de muestreo fluctuó entre 141,83 (Est. 1) y 183,56 (Est. 5). Su mediana entre 142,80 ($\text{uS}\cdot\text{cm}^{-1}$) (Est. 2) y 185,85 ($\text{uS}\cdot\text{cm}^{-1}$) (Est. 5). Sus máximos entre 179,70 ($\text{uS}\cdot\text{cm}^{-1}$) (Est. 3) y 244,00 ($\text{uS}\cdot\text{cm}^{-1}$) (Est.5). Sus mínimos entre 65,60 ($\text{uS}\cdot\text{cm}^{-1}$) (Est.1) y 135,20 ($\text{uS}\cdot\text{cm}^{-1}$) (Est. 3). (Tablas 3, 4 a-d, Figuras 1a-d)

Oxígeno disuelto

Parámetro fundamental para el desarrollo de la vida en el río. Su media durante el período de muestreo fluctuó entre 4,98 ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$) (Est.4) y 6,82 ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$) (Est.5). Su mediana entre 4,90 ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$) (Est.2) y 7,15 ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$) (Est.5). Sus máximos entre 5,60 ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$) (Est.2) y 8,00 ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$) (Est.1). Sus mínimos entre 3,50 ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$) (Est.2) y 5,40 ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$) (Est.1). (Tablas 3, 4a-d, Figuras 2a-d)

pH

Parámetro que explica la relación potenciométrica de acidez o basicidad de la calidad del agua en el río. Su media durante el período de muestreo fluctuó entre 7,40 (Est.2) y 7,80 (Est.5). Su mediana entre 7,40 (Ests.2, 3, 4, 5) y 7,80 (Est.5). Sus máximos entre 7,60 (Ests.2, 3, 4) y 8,20 (Est.1). Sus mínimos entre 7,20 (Est.4) y 7,40 (Ests.1, 5). (Tablas 3, 4a-d, Figuras 3a-d)

Sólidos sedimentables totales

Parámetro que ofrece una medida certera del estado de turbiedad de las aguas del río. Su media durante el período de muestreo fluctuó entre 322,67 ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$) (Est. 5) y 457,25 ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$) (Est. 2). Su mediana entre 40,50 ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$) (Est. 1) y 304,00 ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$) (Est. 2). Sus máximos entre 984,00 ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$) (Est. 3) y 2888,00 ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$) (Est.1). Sus mínimos entre 2,00 ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$) (Est. 1) y 116,00 ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$) (Est.1). (Tablas 3, 4 a-d, Figuras 4a-d)

Temperatura

Parámetro fundamental para el desarrollo de la vida en el río, en los países del trópico los organismos viven muy cerca de la euritermia. Su media durante el período de muestreo fluctuó entre 21,68 ($^{\circ}\text{C}$) (Est.4) y 23,99 ($^{\circ}\text{C}$) (Est.2). Su mediana entre 21,55 ($^{\circ}\text{C}$) (Est. 5) y 24,15 ($^{\circ}\text{C}$) (Est. 2). Sus máximos entre 24,90 ($^{\circ}\text{C}$) (Est. 5)

y 26,10 (°C) (Est. 1). Sus mínimos entre 20,00 (°C) (Est. 5) y 22,70 (°C) (Est.1). (Tablas 3, 4 a-d, Figuras 5a-d)

Tabla 3. Información física y química de las aguas en las cinco estaciones muestreadas en las 12 salidas de campo del Proyecto Universidad de Manizales / CHEC-EPM, 2011-2012, entre las desembocaduras del río San Francisco y el río Campoalegre, Caldas, septiembre 2011-abril 2012.

Parámetros / Estaciones	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Estación 1												
OD	5.7	7.0	5.7	7.0	5.9	5.4	6.8	8.0	7.1	6.7	6.3	5.8
pH	8.2	8.0	7.6	7.8	7.8	7.9	7.4	7.8	8.0	7.8	7.6	7.7
Temperatura	22.2	21.5	20.9	21.9	21.3	24.2	25.3	25.9	23.2	26.1	20.9	25.4
Conductividad	157.5	167.2	117.0	172.5	133.3	149.0	157.1	157.1	153.1	153.3	65.6	119.3
SST	5±1	8±1	290±3	49±1	401±5	2<M	6<M	32±1	12<M	150±2	2888±33	73±1
Estación 2												
OD	4.8	5.3	3.5	4.4	4.9	3.7	5.5	5.1	4.9	5.1	4.4	5.6
pH	7.4	7.6	7.4	7.4	7.4	7.3	7.3	7.4	7.4	7.5	7.3	7.4
Temperatura	25.6	24.8	23.0	23.4	23.4	24.3	24.5	24.9	24.1	24.2	22.7	23.0
Conductividad	170.7	164.7	143.0	131.2	129.8	142.6	142.5	157.8	156.1	157.1	129.4	139.6
SST	92±1	154±2	604±7	193±2	275±3	197±2	47±1	374±4	333±4	527±6	1535±18	1157±11
Estación 3												
OD	3.6	5.2	5.2	6.0	5.3	4.2	5.6	5.4	5.1	4.9	3.9	5.6
pH	7.6	7.5	7.6	7.3	7.5	7.4	7.4	7.4	7.5	7.3	7.3	7.4
Temperatura	25.7	25.0	22.0	23.0	23.7	24.0	24.4	24.9	23.8	23.9	22.8	22.5
Conductividad	179.6	166.8	141	135.2	141.8	146.8	152.6	165.6	160.9	158.4	135.2	136.8
SST	116±1	148±2	205±2	188±2	231±3	226±3	191±2	358±4	270±3	450±5	930±11	984±11
Estación 4												
OD	4.1	5.1	4.1	5.4	5.5	3.9	5.0	5.2	5.3	5.5	4.7	5.9
pH	7.5	7.6	7.5	7.4	7.6	7.3	7.4	7.4	7.4	7.20	7.3	7.4
Temperatura	25.9	25.2	24.2	23.0	23.4	23.9	23.6	24.4	23.7	23.5	22.8	22.2
Conductividad	172.4	164.5	141	133.3	140.0	142.8	149.1	164.5	159.6	162.5	134.4	137.1
SST	82±1	49±1	59±3	189±2	266±3	202±2	230±3	374±4	356±4	498±6	1452±17	1044±12
Estación 5												
OD	6.5	7.21	5.7	6.6	6.8	7.8	7.3	7.1	5.1	7.2	7.2	7.3
pH	7.4	8.0	7.8	7.4	7.9	7.7	7.9	7.8	7.9	7.6	7.8	7.6
Temperatura	21.8	21.3	21.0	20.7	22.4	21.7	22.8	24.9	22.0	21.4	20.1	20.0
Conductividad	244.0	237	155	185.6	196.5	197.7	188.1	184.2	186.1	159.3	141.5	127.7
SST	18±1	49±1	224±2	321±4	8<M	9<M	9<M	30±1	364±4	658±8	1846±21	336±4

Unidades: oxígeno disuelto (mg.L⁻¹), pH (unidades), temperatura (°C), sólidos suspendidos totales (mg.L⁻¹), conductividad (uS*cm⁻¹±; <M=Menor del límite de detección).

Tabla 4 (a) Media, (b) Mediana, (c) Máxima y (d) Mínima, de la información física y química de las aguas en las cinco estaciones muestreadas en las 12 salidas de campo del Proyecto Universidad de Manizales / CHEC-Grupo EPM, 2011-2012, entre las desembocaduras del río San Francisco y el río Campoalegre, Caldas, septiembre 2011-abril 2012. Unidades: oxígeno disuelto (mg.L^{-1}), pH (unidades), temperatura ($^{\circ}\text{C}$), sólidos suspendidos totales (mg.L^{-1}), conductividad ($\text{uS}^{\circ}\text{cm}^{-1}\pm$)

(a) MEDIAS					
ESTACIÓN	OD	pH	Temperatura	Conductividad	SST
E-1	6,45	7,80	23,23	141,83	326,33
E-2	4,77	7,40	23,99	147,04	457,25
E-3	5,00	7,43	23,97	151,73	358,08
E-4	4,98	7,42	23,82	150,10	400,08
E-5	6,82	7,73	21,68	183,56	322,67

(b) MEDIANAS					
ESTACIÓN	OD	pH	Temperatura	Conductividad	SST
E-1	6,50	7,80	22,70	153,20	40,50
E-2	4,90	7,40	24,15	142,80	304,00
E-3	5,20	7,40	23,90	149,70	228,50
E-4	5,15	7,40	23,65	145,95	248,00
E-5	7,15	7,80	21,55	185,85	136,50

(c) MÁXIMAS					
ESTACIÓN	OD	pH	Temperatura	Conductividad	SST
E-1	8,00	8,20	26,10	172,50	2888,00
E-2	5,60	7,60	25,60	170,70	1535,00
E-3	6,00	7,60	25,70	179,60	984,00
E-4	5,90	7,60	25,90	172,40	1452,00
E-5	7,80	8,00	24,90	244,00	1846,00

(d) MÍNIMAS					
ESTACIÓN	OD	pH	Temperatura	Conductividad	SST
E-1	5,40	7,40	20,90	65,60	2,00
E-2	3,50	7,30	22,70	129,40	47,00
E-3	3,60	7,30	22,50	135,20	116,00
E-4	3,90	7,20	22,20	133,30	49,00
E-5	5,10	7,40	20,00	127,70	8,00

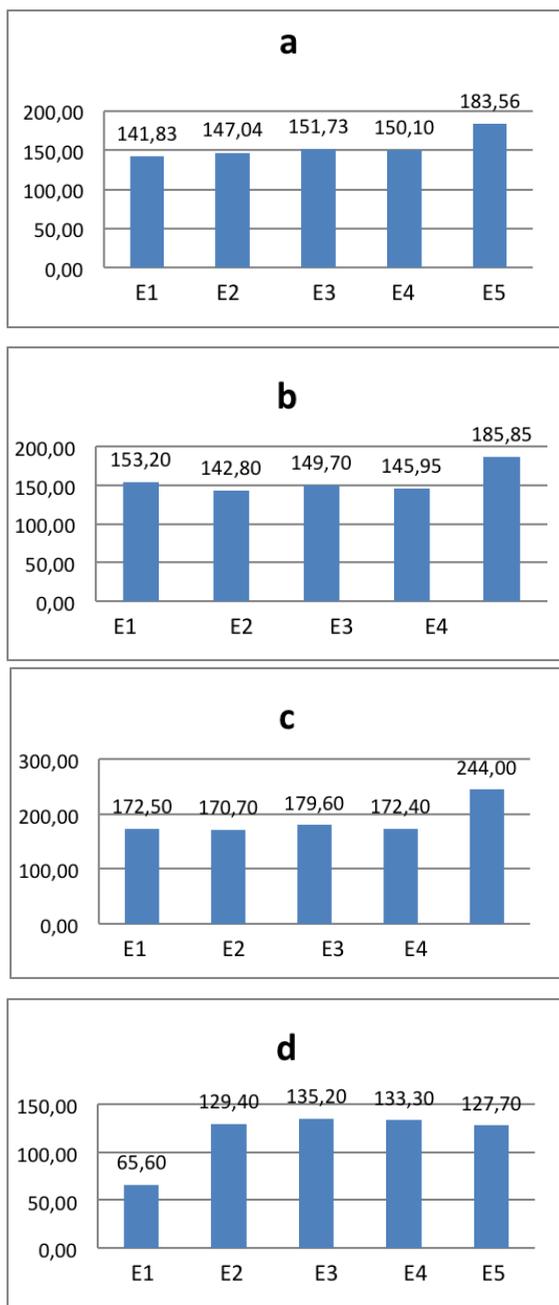


Figura 1 (a) Medias, (b) Medianas, (c) Máximos, (d) Mínimos de la conductividad de las aguas ($\text{uS} \cdot \text{cm}^{-1}$) de las aguas del río Cauca en las cinco estaciones muestreadas durante las 12 salidas de campo del Proyecto Universidad de Manizales / CHEC-Grupo EPM, 2011-2012, entre las desembocaduras del río San Francisco y el río Campoalegre, Caldas, septiembre 2011-abril 2012.

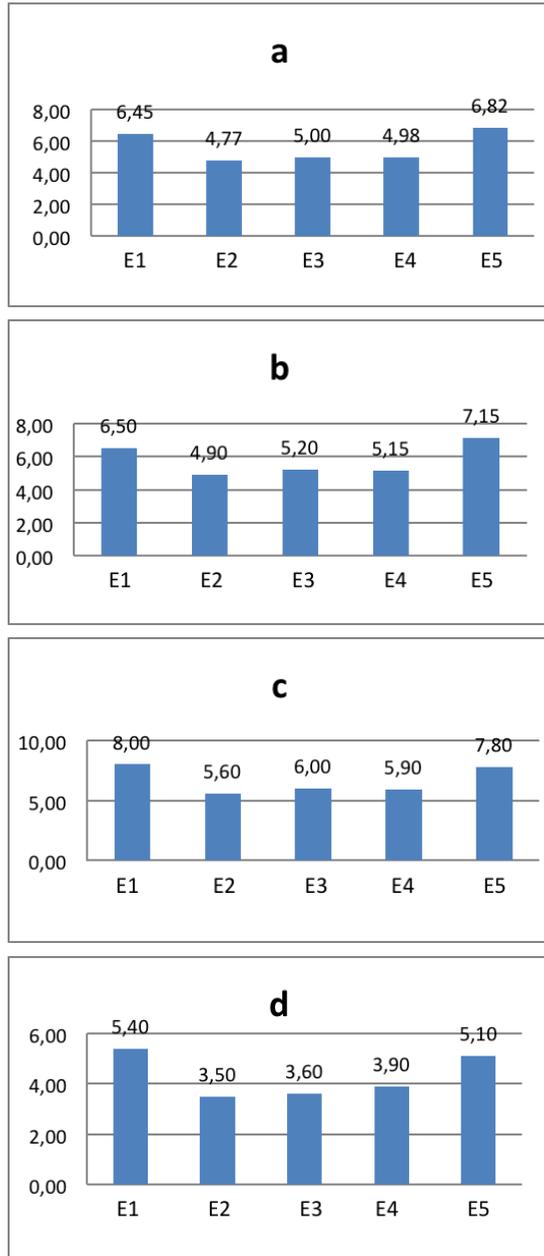


Figura 2. (a) Medias, (b) Medianas, (c) Máximos, (d) Mínimos del oxígeno disuelto (mg.L⁻¹) de las aguas del río Cauca en las cinco estaciones muestreadas durante las 12 salidas de campo del Proyecto Universidad de Manizales / CHEC-Grupo EPM, 2011-2012, entre las desembocaduras del río San Francisco y el río Campoalegre, Caldas, septiembre 2011-abril 2012.

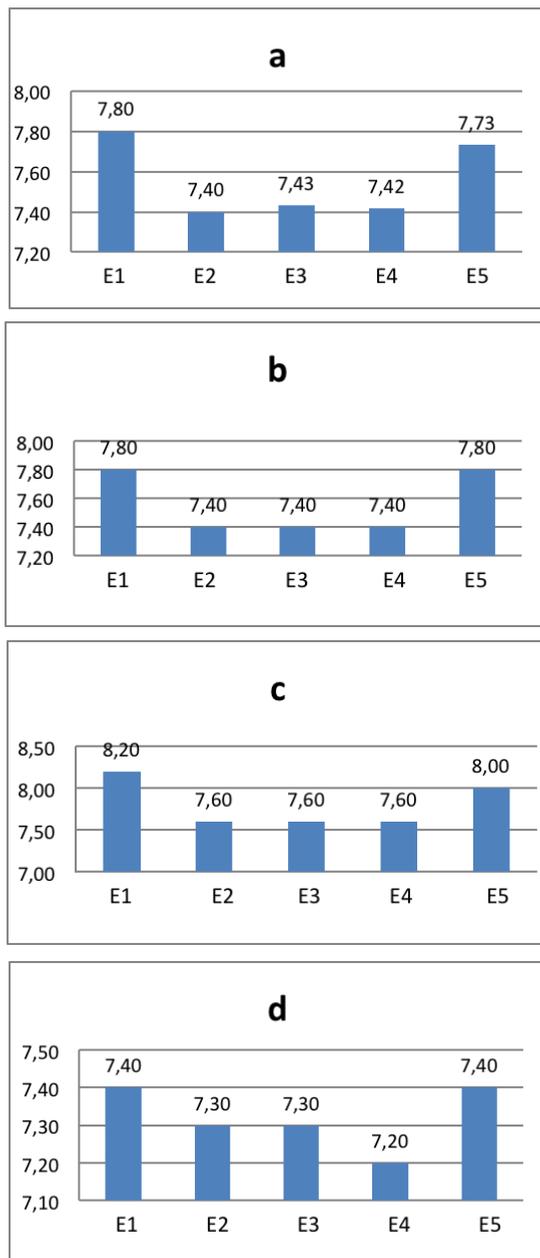


Figura 3. (a) Medias, (b) medianas, (c) máximos, (d) mínimos del potencial de hidrógeno (pH) de las aguas del río Cauca en las cinco estaciones muestreadas durante las 12 salidas de campo del Proyecto Universidad de Manizales / CHEC-Grupo EPM, 2011-2012, entre las desembocaduras del río San Francisco y el río Campoalegre, Caldas, septiembre 2011-abril 2012.

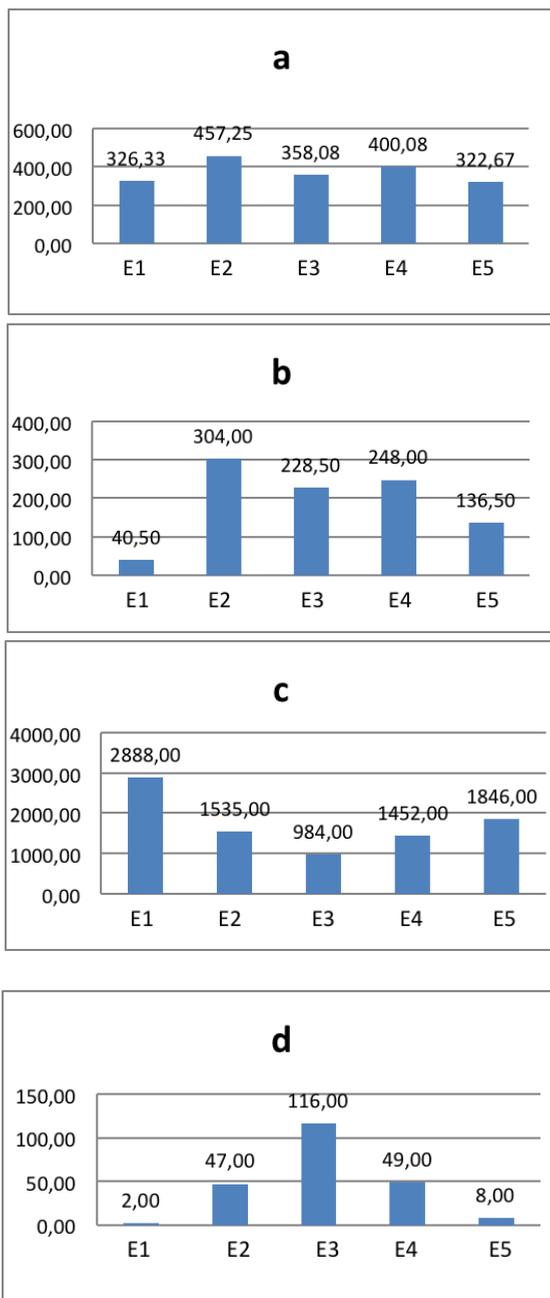


Figura 4. (a) Medias, (b) medianas, (c) máximos, (d) mínimos de los sólidos sedimentables totales (mg.L⁻¹) de las aguas del río Cauca en las cinco estaciones muestreadas durante las 12 salidas de campo del Proyecto Universidad de Manizales / CHEC-Grupo EPM, 2011-2012, entre las desembocaduras del río San Francisco y el río Campoalegre, Caldas, septiembre 2011-abril 2012.

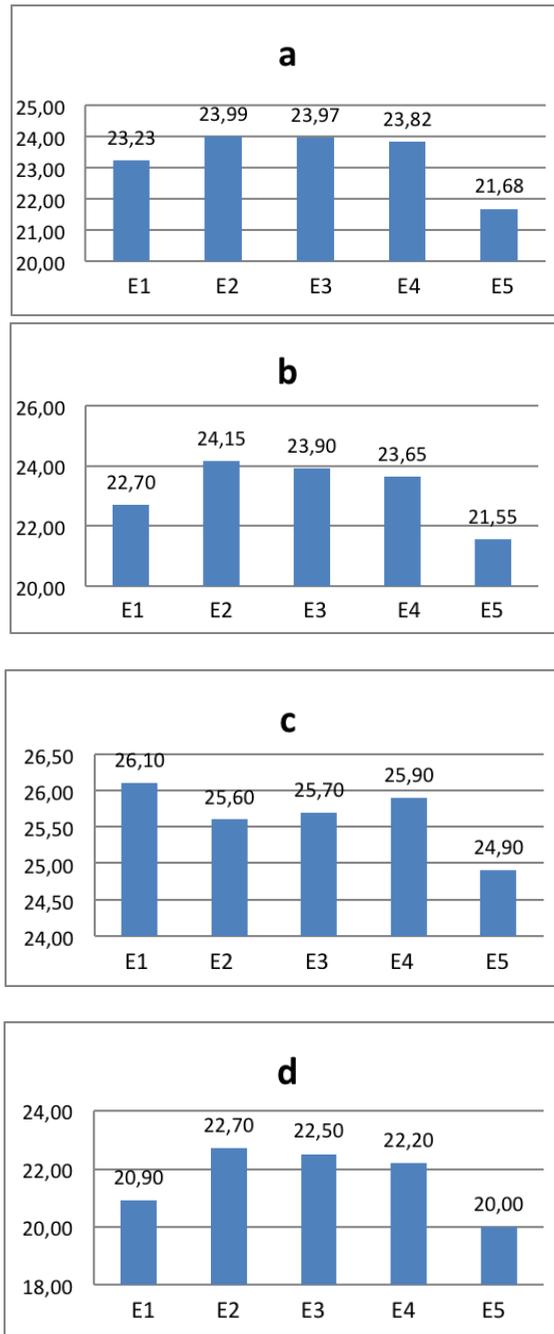


Figura 5. (a) Medias, (b) medianas, (c) máximos, (d) mínimos de la de la temperatura (°C) de las aguas del río Cauca en las cinco estaciones muestreadas durante las 12 salidas de campo del Proyecto Universidad de Manizales / CHEC-Grupo EPM, 2011-2012, entre las desembocaduras del río San Francisco y el río Campoalegre, Caldas, septiembre 2011-abril 2012.

Parámetros ictiológicos y pesqueros

Las aguas del río Cauca a su paso por Caldas, mostraron que las condiciones físicas y químicas del agua, así como las épocas de lluvias y de secas, constituyen uno de los principales elementos reguladores de las alteraciones de frecuencia y diversidad de las 14 especies de peces en el río; muestran tendencias muy similares a pesar de las diferencias morfológicas del cauce del río y sus afluentes, no obstante los impactos presentes en la cuenca hidrográfica, tanto en las épocas de lluvias como secas.

Es evidente la abundancia en número de individuos por parte de los Siluriformes (3 familias y 5 especies), seguido por los Characiformes (3 familias y 7 especies) y de los Gymnotiformes (2 familias y 2 especies), en las diferentes épocas del año.

Chaetostoma fisheri fue la especie más abundante, seguida de *Pimelodus grosskopfii* y de *Pterygoplichthys undecimalis* por su presencia equitativa en las estaciones de muestreo y en casi todas las estaciones, evidenciando que existen relaciones entre la presencia de los diferentes peces y el clima (Tabla 5).

Aunque hay similitudes entre los estudios ictiológicos en cuanto a los órdenes, familias y especies registrados por el Proyecto Consorcio González Aristizábal / CHEC-Grupo EPM entre 2008 y 2010, en cuatro estaciones, y del Proyecto Universidad de Manizales / CHEC-Grupo EPM entre septiembre 2011-abril 2012, en cinco estaciones; estas semejanzas se dan principalmente en la diversidad de especies. En el primero se hallaron, dentro de los Siluriformes (3 familias y 7 especies), seguido por los Characiformes (2 familias y 5 especies) y de los Gymnotiformes (1 familia y 1 especie), en todo caso coinciden en que *Chaetostoma fisheri* fue la especie más abundante (Tablas 2, 5).

Los pescadores de San Francisco, Santa Helena y Arauca, afirman que la pesca no ha vuelto ser la misma después de las avalanchas producidas por el deshielo del volcán Nevado del Ruíz el 13 de noviembre de 1985, cuando prácticamente se arrasaron los cauces de los ríos, acabando con los diferentes nichos ecológicos existentes.

Tabla 5. Especies de peces capturadas con atarraya en el río Cauca entre las desembocaduras del río San Francisco y el río Chinchiná, Caldas, dentro del Proyecto Universidad de Manizales / CHEC-Grupo EPM, septiembre 2011-abril 2012. Los nombres comunes son los usados por los pescadores de San Francisco, Santa Helena y Arauca. Incluye tres órdenes, ocho familias y 14 especies; especies, nombre común, estaciones (meses), tallas (long. estándar y cantidad de individuos) y riesgo (categorías IUCN).

ESPECIES	NOMBRE COMÚN	ESTACIÓN (MESES)	TALLA (No.)	RIESGO
Characiformes				
Prochilodontidae				
1. <i>Ichthyoelephas longirostris</i> (Steindachner, 1879)	Jetudo	5, 12 (sep, feb)	18 a 45 (2)	En CR (A1d, A2d, B2c)
2. <i>Prochilodus magdalenae</i> Steindachner, 1879	Bocachico	3, 6, 7 (sep, mar)	16 a 45 (2)	En CR (A1d)
Characidae				
3. <i>Brycon henni</i> Eigenmann, 1913	Tota, sardinata, sabaleta	1, 5, 14 (sep, feb)	5 a 25 (3)	NO
4. <i>Bryconamericus caucanus</i> Eigenmann, 1913	Sardina	1, 3, 6 (sep, mar)	7 a 12 (3)	NO
5. <i>Salminus affinis</i> Steindachner, 1880	Rubio	15 (sep)	46 (1)	VU (A1d, A2d)
Anostomidae				
6. <i>Leporinus striatus</i> Kner, 1858	Rollizo plateado	11 (feb)	10 (1)	NO
7. <i>Leporinus muyscorum</i> Steindachner, 1900	Mohíno	12 (feb)	23 (1)	VU (A2d)
Siluriformes				
Loricariidae				
8. <i>Chaetostoma fischeri</i> Steindachner, 1879	Cucha de piedra, corroncho marrón	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 10, 11, 12 (sep, ene, feb, mar, abr)	10-30 (126)	NO
9. <i>Pterygoplichthys undecimalis</i> (Steindachner, 1878)	Soldadito, paraco, cucha de quebrada	2, 3, 4, 5, 6, 10, 11, 12 (sep, ene, feb, mar, abr)	10 a 24 (16)	NO
Pseudopimelodidae				
10. <i>Pseudopimelodus bufonius</i> (Valenciennes, 1840)	Pejesapo, bagre sapo	3 (sep)	15 (1)	NO
6. Pimelodidae				
11. <i>Pimelodus grosskopfii</i> Steindachner, 1879	Bagre llavero, barbudo blanco	1, 2, 3, 4, 5, 7, 15 (sep, ene, feb, abr)	12 a 36 (37)	VU (A2d)
12. <i>Zungaro zungaro</i> (Humboldt, 1821)	Sapo	3, 5, 14, 15 (sep)	6 a 36 (4)	VU (A2c, d)
Gymnotiformes				
Sternopygidae				
13. <i>Sternopygus aequilabiatius</i> (Humboldt, 1811)	Viringa blanca	1, 5 (sep, ene)	35 a 40 (2)	NO
Apteronotidae				
14. <i>Apteronotus eschmeyeri</i> de Santana, Maldonado-Ocampo, Severi & Mendes, 2004	Viringa negra, boca de perro, yegua	2, 3, 4, 5, 11 (sep, feb, abr)	18 a 40 (10)	NO

Tabla 5. Diversidad por especies y producción en kilogramos en las 12 salidas de campo del Proyecto Universidad de Manizales / CHEC-Grupo EPM, 2011-2012, entre las desembocaduras del río San Francisco y el río Chinchiná, Caldas, septiembre 2011-abril 2012

Fecha	Estaciones	Número de Especies	Producción (kg)
31-08-11	1, 2, 3, 4, 5	-	-
07-09-11	1, 2, 3, 4, 5	4	9.5
21-09-11	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15	5	7.5
18-01-12	1, 2, 3, 4, 5	4	4.5
01-02-12	1, 2, 3, 4, 5	3	1.5
15-02-12	11, 12	6	4.5
22-02-12	1, 2, 3, 4, 5	1	1.5
26-02-12	1, 2, 3, 4, 5	3	2.5
07-03-12	1, 2, 3, 4, 5	4	4.5
14-03-12	1, 2, 3, 4, 5	2	2.5
21-03-12	1, 2, 3, 4, 5	4	5.5
26-03-12	11, 12, 13, 14, 15	4	2.5
13-04-12	1, 2, 3, 4, 5	4	5.0

CONCLUSIONES

La documentación existente sobre la calidad del agua del río Cauca es abundante en los departamentos del Valle del Cauca y del Quindío, donde estudios limnológicos y de contaminación se han realizado, buscando aplicar la legislación vigente. En Caldas en cambio, es escasa a excepción de algunos informes técnicos contratados (CGA / CHEC-Grupo EPM, 2008-2010); no se tenía información precisa sobre los peces en las estaciones escogidas en este estudio. Los peces del río Cauca han sido estudiados por diferentes investigadores, que los han analizado cronológicamente desde diferentes aspectos: biología, conservación, ecología, inventarios, nuevas especies y taxonomía. Las condiciones físicas y químicas del agua, así como las épocas de lluvias y de secas, constituyen uno de los principales elementos reguladores de las alteraciones de frecuencia de los peces en el río. Las aguas del río Cauca no son las más óptimas para albergar la diversa fauna de peces, que por años y tradicionalmente se ha considerado una de los ríos con mayor riqueza íctica del occidente del país, al menos en el recurso pesquero. Las condiciones de las aguas del río Cauca y el ciclo hidrológico en los años 2011, 2012 y siguientes, determinarán la recuperación de la riqueza faunística que lo caracterizaba.

La caracterización física (sólidos suspendidos totales, temperatura) y química (conductividad, oxígeno disuelto, pH), realizada en las aguas de los ríos San Francisco (Est. 1) y Campoalegre (Est. 5), ambos efluentes del Cauca y el propio río Cauca (Ests. 2, 3, 4), muestran tendencias muy similares a pesar de las diferencias e impactos presentes en sus cuencas, no obstante las variaciones están asociadas íntimamente a la

época climática del año. Lo más importante y que se pudo comprobar en el presente estudio, es que las épocas de lluvias y de secas regularon la frecuencia y abundancia relativa de los peces en el río Cauca.

Chaetostoma fisheri (cucha de piedra, corroncho marrón) fue la especie más abundante, por su presencia equitativa en las estaciones de muestreo, su presencia constante en casi todas las estaciones, quizás se deba a que el sustrato le es favorable y porque el alimento bentónico que se encuentran en el sedimento, pueden complementar su dieta. Los muestreos se realizaron durante un período de secas y lluvias muy intenso, lo cual debe tenerse en cuenta, pues se alteraron los ciclos normales de las especies. La frecuencia de tallas, muestra que se está produciendo un evidente reclutamiento de juveniles de las diferentes especies. Vale la pena resaltar que los ejemplares menores de 10 cm de longitud estándar, se devolvieron con vida al río.

Existen según los pescadores, otras relaciones entre la presencia de los peces y el clima. Cuando hay lluvias y las aguas crecen, los peces no encuentran su alimento (vegetales y animales micro y macroscópicos), disminuyen al máximo su ritmo alimenticio, se guarecen de la corriente del río y se ‘enmoyan’ o se encuevan. Cuando hay tiempo seco, los peces iliófagos, herbívoros y carnívoros se desplazan fácilmente (mejor visibilidad y pocas corrientes), en busca de su alimento, pero naturalmente también se exponen a los aparejos pesqueros que los pueden atrapar con más facilidad.

En los muestreos, esto se evidenció en los últimos meses (agosto y septiembre) de 2011 cuando se produjeron las máximas capturas en diversidad o número de especies y captura total (producción, en kg), en cambio de enero a abril de 2012, se comprobó la disminución paulatina de los peces, tanto en diversidad como en producción.

Fuera de los resultados agrupados por el análisis estadístico (media, mediana, máximos y mínimos), se pueden ver que datos aislados muestran situaciones muy particulares en cuanto a la conductividad, el oxígeno disuelto, el pH, los sólidos sedimentables y la temperatura, pues la tendencia no tuvo una secuencia lógica, mes a mes, pero sí fluctuaciones ante las condiciones climáticas presentes antes y durante los días de muestreo.

Agradecimientos

A la Corporación Hidroeléctrica de Caldas-CHEC y al Grupo Empresas Públicas de Medellín-EPM, por la financiación del “Proyecto Universidad de Manizales / CHEC-Grupo EPM, 2011-2012, Contrato 100000.243.11.

REFERENCIAS

- ÁLVAREZ-LEÓN, R., R.H. OROZCO-REY, M.E. PÁRAMO-FONSECA & D. RESTREPO-SANTAMARÍA., 2013. Peces fósiles y actuales de Colombia: distribución, diagnosis de referencia y nombres comunes e indígenas. Ecoprints Diseño Gráfico y Audiovisual Ltda. Bogotá D.C. (Colombia), 346 p.
- ARDILA-RODRÍGUEZ, C.A. 2008.- *Lebiasina ortegai* (Characiformes: Lebiasinidae), nueva especie, sistema del Río Cauca, Colombia. *Dahlia (Rev. Asoc. Colomb. de Ictiol.)*, 10: 17-25.
- BOTERO-BOTERO, A. & RAMÍREZ-CASTRO, H., 2011. Trophic ecology of *Brycon henni* (Pisces: Characidae) in the Portugal de Piedras River, upper Cauca basin, Colombia. *Rev.MVZ Cordoba*[online]. 16 (1): 2349-2355.
- CGA / CHEC., 2008a.- Análisis de calidad de aguas del río Cauca en el sector de confluencia con el canal de evacuación de lodos del Embalse San Francisco en el municipio de Chinchiná, departamento de Caldas, a partir de la caracterización de la fauna acuática (4 de septiembre de 2008). Consorcio González Aristizábal / Central Hidroeléctrica de Caldas-Grupo Empresas Públicas de Medellín. Manizales (Caldas). Informe técnico 1, s.p.
- CGA / CHEC., 2008b.- Análisis de calidad de aguas del río Cauca en el sector de confluencia con el canal de evacuación de lodos del Embalse San Francisco en el Municipio de Chinchiná, Departamento de Caldas, a partir de la caracterización de la fauna acuática (12 de noviembre de 2008). Consorcio González Aristizábal / Central Hidroeléctrica de Caldas- Grupo Empresas Públicas de Medellín. Manizales (Caldas). Informe técnico 2, s.p.
- CGA / CHEC., 2008c.- Análisis de calidad de aguas del río Cauca en el sector de confluencia con el canal de evacuación de lodos del Embalse San Francisco en el municipio de Chinchiná, departamento de Caldas, a partir de la caracterización de la fauna acuática (18 de diciembre de 2008). Consorcio González Aristizábal / Central Hidroeléctrica de Caldas- Grupo Empresas Públicas de Medellín. Manizales (Caldas). Informe técnico 3, s.p.
- CGA / CHEC., 2009a.- Análisis de calidad de aguas del río Cauca en el sector de confluencia con el canal de evacuación de lodos del Embalse San Francisco en el Municipio de Chinchiná, Departamento de Caldas, a partir de la caracterización de la fauna acuática (8 de enero de 2009). Consorcio González Aristizábal / Central Hidroeléctrica de Caldas- Grupo Empresas Públicas de Medellín. Manizales (Caldas). Informe técnico 4, s.p.
- CGA / CHEC., 2009b.- Análisis de calidad de aguas del río Cauca en el sector de confluencia con el canal de evacuación de lodos del Embalse San Francisco en el Municipio de Chinchiná, Departamento de Caldas, a partir de la caracterización de la fauna acuática (19 de febrero de 2009). Consorcio González Aristizábal / Central Hidroeléctrica de Caldas- Grupo Empresas Públicas de Medellín. Manizales (Caldas). Informe técnico 5, s.p.
- CGA / CHEC., 2009c.- Análisis de calidad de aguas del río Cauca en el sector de confluencia con el canal de evacuación de lodos del Embalse San Francisco en el Municipio de Chinchiná, Departamento de Caldas, a partir de la caracterización de la fauna acuática (7 de abril de 2009). Consorcio González Aristizábal / Central Hidroeléctrica de Caldas- Grupo Empresas Públicas de Medellín. Manizales (Caldas). Informe técnico 6, s.p.
- CGA / CHEC., 2009d.- Análisis de calidad de aguas del río Cauca en el sector de confluencia con el canal de evacuación de lodos del Embalse San Francisco en el Municipio de Chinchiná, Departamento de Caldas, a partir de la caracterización de la fauna acuática (27 de mayo de 2009). Consorcio González Aristizábal / Central Hidroeléctrica de Caldas- Grupo Empresas Públicas de Medellín. Manizales (Caldas). Informe técnico 7, s.p.
- CGA / CHEC., 2009e.- Análisis de calidad de aguas del río Cauca en el sector de confluencia con el canal de evacuación de lodos del Embalse San Francisco en el Municipio de Chinchiná, Departamento de Caldas, a partir de la caracterización de la fauna acuática (13 de agosto de 2008). Consorcio González Aristizábal / Central Hidroeléctrica de Caldas- Grupo Empresas Públicas de Medellín. Manizales (Caldas). Informe técnico 8, s.p.
- CGA / CHEC., 2009f.- Análisis de calidad de aguas del río Cauca en el sector de confluencia con el canal de evacuación de lodos del Embalse San Francisco en el Municipio de Chinchiná, Departamento de Caldas, a partir de la caracterización de la fauna acuática (22 de octubre de 2009). Consorcio González Aristizábal / Central Hidroeléctrica de Caldas- Grupo Empresas Públicas de Medellín. Manizales (Caldas). Informe técnico 9, s.p.
- CGA / CHEC., 2010a.- Análisis de calidad de aguas del río Cauca en el sector de confluencia con el canal de evacuación de lodos del Embalse San Francisco en el Municipio de Chinchiná, Departamento de Caldas, a partir de la caracterización de la fauna acuática (6 de enero de 2010). Consorcio González Aristizábal / Central Hidroeléctrica de Caldas- Grupo Empresas Públicas de Medellín. Manizales (Caldas). Informe técnico 10, s.p.
- CGA / CHEC., 2010b.- Análisis de calidad de aguas del río Cauca en el sector de confluencia con el canal de evacuación de lodos del Embalse San Francisco en el Municipio de Chinchiná, Departamento de Caldas, a partir de la caracterización de la fauna acuática (25 de febrero de 2010). Consorcio González Aristizábal / Central Hidroeléctrica de Caldas- Grupo Empresas Públicas de Medellín. Manizales (Caldas). Informe técnico 11, s.p.
- CGA / CHEC., 2010c.- Análisis de calidad de aguas del río Cauca en el sector de confluencia con el canal de evacuación de lodos del Embalse San Francisco en el Municipio de Chinchiná, Departamento de Caldas, a partir de la caracterización de la fauna acuática (17 de junio de 2010). Consorcio González Aristizábal / Central Hidroeléctrica de Caldas- Grupo Empresas Públicas de Medellín. Manizales (Caldas). Informe técnico 12, s.p.
- DAHL, G., 1971.- *Los peces del norte de Colombia*. In: Acero-Sánchez, A., J. I. Hernández-Camacho & P. Cala-Cala (eds.). MinAgri-cultura-INDERENA, Talleres Litografía Arco. Bogotá D. E. (Colombia), 391 p.
- CORDERO, E.A., 1982.- Estudio comparativo del bocachico *Prochilodus reticulatus magdalenae* Steindachner 1878 (Pisces: Curimatidae) de dos regiones diferentes del río Cauca en el Departamento de Antioquia. Tesis Profesional. Fac. Ciencias. Univ. de Antioquia.
- de SANTANA, C.D. & J.A. MALDONADO-OCAMPO., 2005.- *Apteronotus milesi*, a new species of ghost knifefish (Otophysi: Gymnotiformes: Apteronotidae) from the Cauca River, Colombia. *Ichthyological Exploration of Freshwater*, 16 (3): 223-230.

- FLÓREZ, P.E., 1999.- Estudio biológico-pesquero preliminar de tres especies ícticas del alto río Cauca, Embalse de Salvajina. *Cespedesia*, 23 (73-74): 47-60.
- FLÓREZ-AMAYA, F., 1985.- Observaciones ecológicas sobre los peces bocachico real (*Prochilodus mariae* Eigenmann 1922) y el bocachico cardumero *Suprasinelepicthys laticeps* Valenciennes 1849) del sistema del río Metica y algunos datos comparativos del bocachico (*P. reticulatus magdalenae* Steinlachner 1878) del Río Cauca, afluente del Río Magdalena, Colombia. *Act. Biol. Colomb.*, 1 (2): 9-33.
- GARCÍA-ALZATE, C.A. & ROMÁN-VALENCIA, C., 2008.- *Hypessobrycon ocaosensis* sp. n. (Teleostei, Characidae) una nueva especie para el Alto Cauca, Colombia. *Animal Biodiversity and Conservation*, 31 (2): 11-23.
- GARCÍA-ALZATE, C.A., ROMÁN-VALENCIA, C., TAPHORN-BAECHLE, D.C. & GONZÁLEZ, M.I., 2010.- Physicochemical and biological characterization of the Roble River, upper Cauca, western Colombia. *Rev. Museo Argentino de Ciencias Naturales*. N/S, 12 (1): 5-16.
- GARCÍA-ALZATE, C.A., ROMÁN-VALENCIA, C., LOPERA, D.X., GONZÁLEZ, M.I. & M. ŠIMUNOVIĆ., 2008.- Physicochemical and biological variables of San José Creek, Otún River drainage/upper Cauca, Colombia. *Rev. Invest. Univ. del Quindío*, 18: 38-48.
- GARCÍA-ALZATE, R.J., GARCÍA-ALZATE, C.A. & BOTERO-BOTERO, A., 2009.- Composición, estacionalidad y hábitat de los peces de la quebrada Cristales, afluente del Río La Vieja, Alto Cauca, Colombia. *Rev. Invest. Univ. del Quindío*, 19: 115-121.
- GÉRY, J., 1966c.- Endemic characid fishes from the upper Río Cauca at Cali, Colombia. *Ichthyologica, The Aquarium Journal*, 37: 13-24.
- GÉRY, J., 1972a.- Contribution à l'étude des poissons characoides de L'Equateur avec une revision du genre endémique du Río Cauca. *Acta Humboldtiana Ser. Geológica, Paleontológica et Biológica*, 2: 1-112.
- LEHMANN-ALBORNOZ, P., 1999a.- Composición y estructura de las comunidades de peces de dos tributarios en la parte alta del Río Cauca, Colombia. Tesis Profesional. Fac. de Ciencias. Univ. del Valle.
- LEHMANN-ALBORNOZ, P., 1999b.- Composición y estructura de las comunidades de peces de dos tributarios en la parte alta del Río Cauca, Colombia. *Cespedesia*, 23 (73): 9-45.
- LÓPEZ-MACÍAS, J.N. & RUBIO-RINCÓN, E.A., 2001.- Vulnerabilidad de especies ícticas nativas con relación a especies ícticas introducidas en la cuenca alta del Río Cauca. UDN. *Rev. Zootecnia*, 4 (7): 9-20.
- LÓPEZ, J. & ROMÁN-VALENCIA, C., 1996.- Sobre la biología del corroncho *Chaetostoma fischeri* (Pisces: Loricariidae) en el Río La Vieja, Alto Cauca, Colombia. UBJTL-Bol. Ecorrópica: Ecosistema Tropicales, 30: 37-57.
- LOZANO-ROJAS, D.H., 1978.- Estudio ictiológico de los principales ríos de la zona sur de la cuenca hidrográfica del río Cauca (departamento del Valle del Cauca). Tesis Profesional. Fac. Biol. Marina. Univ. de Bogotá "Jorge Tadeo Lozano", 168 p.
- MALDONADO-OCAMPO, J.A., ORTEGA-LARA, A., USMA-OVIEDO, J.S., GALVIS-VERGARA, G., VILLA-NAVARRO, F.A., VÁSQUEZ-GAMBOA, L., PRADA-PEDREROS, S. & ARDILA-RODRÍGUEZ, C.A., 2005.- *Peces de los Andes de Colombia*. Instituto de Investigación de los Recursos Biológicos "Alexander von Humboldt", Bogotá D. C. (Colombia), 346 p.
- MILES, C., 1943.- *Estudio económico y ecológico de los peces de agua dulce del Valle del Cauca*. Publ. Sría. Agricul. Depto. Valle del Cauca, Cali (Valle).
- MOJICA-CORZO, J.I., CASTELLANOS-CASTILLO, C., USMA-OVIEDO, J.S. & ÁLVAREZ-LEÓN, R., (eds.). 2002.- *El libro rojo de los peces dulceacuicolas de Colombia*. La Serie de Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. ICN-UNC / IIRBAVH / MINAMBIENTE / CI-Colombia. Santa Fe de Bogotá D. C., Colombia.
- MOJICA-CORZO, J.I., USMA-OVIEDO, J.S., ÁLVAREZ-LEÓN, R. & LASSO-ALCALÁ, C.A., (eds.). 2012.- *Libro rojo de peces dulceacuicolas de Colombia*. IIRBAVH / ICN-UNC / WWF Colombia / Universidad de Manizales. Bogotá D. C., Colombia.
- ORTEGA-LARA A., USMA-OVIEDO, J.S., SANTOS, N.L. & BONILLA, P.A., 2006.- Peces de la cuenca alta del río Cauca, Colombia. *IIRBAVH-Rev. Biota Colombiana*, 7 (1): 39-54.
- ORTEGA-LARA, A., MURILLO-GARCÍA, O.E., PIMIENTA, M., IDROBO, C. & STERLING, J.E., 2000.- *Los peces de la cuenca alta del Río Cauca. Riqueza ictiológica del Valle del Cauca*. CVC. Cali (Valle).
- PATIÑO-RODRÍGUEZ, A., 1973.- Especies de peces introducidas al Alto Río Cauca. *Cespedesia*, 2 (5): 65-74.
- RESTREPO-SANTAMARÍA, D. & ÁLVAREZ-LEÓN, R., 2011.- Peces del Departamento de Caldas, Colombia. *IIRBAVH-Rev. Biota Colombiana*, 12 (1): 95-112.
- ROMÁN-PALACIOS, C. & ROMÁN-VALENCIA, C., 2015.- Hábitos tróficos de dos especies sintópicas de carácidos en una quebrada de alta montaña en los Andes colombianos. *Rev. Mexicana de Biodiversidad*, <http://dx.doi.org/10.1016/j.rmb.2015.06.009>
- ROMÁN-PALACIOS, C., ROMÁN-VALENCIA, C. & TAPHORN-BAECHLE, D.C., 2014. Trophic and reproductive ecology of a neotropical characid fish *Hemibrycon brevipinnis* (Teleostei: Characiformes). *Caldasia* 36 (2): 289-304.
- ROMÁN-VALENCIA, C., 1988.- Clave taxonómica para la determinación de peces nativos del Departamento del Quindío, subsistema Alto río Cauca, Colombia. *UDA-Actualidades Biológicas*, 13 (64): 107-114.
- ROMÁN-VALENCIA, C., 1993.- Historia natural del jetudo *Ichthyolophus longirostris* (Steindachner, 1879) (Pisces: Prochilodontidae) en la cuenca del Río La Vieja, Alto Cauca, Colombia. *Brenesia*, 19 (6): 71-80.
- ROMÁN-VALENCIA, C., 1996.- Historia natural del rollizo *Piabucina* sp. (Pisces: Lebiasinidae) en la cuenca del Río La Vieja, Alto Cauca, Colombia. *Dahlia (Rev. Asoc. Colomb. Ictiol.)*, 1: 89-96.
- ROMÁN-VALENCIA, C., 1998.- Alimentación y reproducción de *Creagrutus brevipinnis* (Pisces: Caracidae) en el Alto Cauca, Colombia. *Rev. Biol. Trop.*, 46 (3): 783-789.
- ROMÁN-VALENCIA, C., 2001a.- Ecología trófica y reproductiva de *Trichomycterus caliense* y *Astroblepus cyclopus* (Pisces: Siluriformes) en el Río Quindío, Alto Cauca, Colombia. *Rev. Biol. Trop.*, 49 (2): 657-666.
- ROMÁN-VALENCIA, C., 2001b.- Redescrpción de *Hemibrycon boquiae* (Pisces: Characidae), especie endémica de la quebrada Boquía, cuenca del Río Quindío, Alto Cauca Colombia. *Dahlia (Rev. Asoc. Colomb. de Ictiol.)*, 4: 27-32.
- ROMÁN-VALENCIA, C., 2002.- Trophic and reproductive ecology of *Roeboides dayi* (Teleostei: Characidae) from upper Río Cauca, Colombia. *Boll. Mus. Cien. Nat. Torino*, 20 (2): 16-20.

- ROMÁN-VALENCIA, C., 2004a.- Datos bioecológicos del peje sapo, *Pseudopimelodus zungaro* (Pisces: Pimelodidae), de los Ríos Atrato y La Vieja, Colombia. *Dahlia (Rev. Asoc. Colomb. Ictiól.)*, 7: 29-31.
- ROMÁN-VALENCIA, C., 2004b.- Sobre la bioecología de *Lebiasina panamensis* (Pisces: Lebiasinidae), de los Ríos Atrato y La Vieja, Colombia. *Dahlia (Rev. Asoc. Colomb. Ictiól.)*, 7: 33-35.
- ROMÁN-VALENCIA, C., 2005.- Diet and reproduction aspects of *Astyanax aurocaudatus* (Teleostei: Characidae) from the upper part of the Río Cauca, Colombia. *Dahlia (Rev. Asoc. Colomb. Ictiól.)*, 8: 9-17.
- ROMÁN-VALENCIA, C., 2009a.- Diversidad fenotípica en peces del género *Hemibrycon* (Characiformes: Characidae) del sistema del Río Magdalena-Cauca, Colombia. *Brenesia*, 71-72: 27-40.
- ROMÁN-VALENCIA, C., 2009b.- Variación morfológica de las especies *Hemibrycon boquía* y *Hemibrycon rafaelse* (Characiformes: Characidae), en el Río Cauca, Colombia. *Rev. Biol. Trop.*, 57 (3): 541-556.
- ROMÁN-VALENCIA, C. & CALA-CALA, P., 1997.- Las especies colombianas del género *Creagrutus* (Pisces: Caracidae). *Rev. Acad. Colomb. Cienc.*, 21 (79): 143-153.
- ROMÁN-VALENCIA, C. & PERDOMO, A., 2004.- Ecología trófica y reproductiva de *Argopleura magdalenensis* (Pisces: Characidae) en la cuenca alta de los Ríos Cauca y Magdalena, Colombia. *Rev. Museo Argentino Ciencias Naturales*, N/S, 6 (1): 175-182.
- ROMÁN-VALENCIA, C. & RUIZ-CALDERÓN, R.I., 2005.- Diet and reproduction aspects of *Astyanax aurocaudatus* (Teleostei: Characidae) from the upper part of the Río Cauca, Colombia. *Dahlia (Rev. Asoc. Colomb. Ictiól.)*, 8: 9-17.
- ROMÁN-VALENCIA, C. & GIRALDO, A., 2006.- Trófica y reproducción de *Cetopsorhamdia boquillae* (Pisces: Siluriformes) en Río La Vieja, Alto Cauca, Colombia. *Rev. Invest. Univ. del Quindío*, 16: 49-61.
- ROMÁN-VALENCIA, C. & BOTERO-BOTERO, A., 2006.- Trophic and reproductive ecology of a species of *Hemibrycon* (Pisces: Characidae) in Tinajas creek, Quindío River drainage, upper Cauca basin, Colombia. *Rev. Museo Argentino de Ciencias Naturales*, N/S, 8 (1): 1-8.
- ROMÁN-VALENCIA, C. & RUIZ-CALDERÓN, R.I., 2006.- Aspectos taxonómicos de *Cetopsorhamdia boquillae* y *C. nasus* (Pisces, Heptapteridae), con anotaciones sobre su ecología en la cuenca alta de los Ríos Magdalena y Cauca, Colombia. *Animal Biodiversity and Conservation*, 29 (2): 123-131.
- ROMÁN-VALENCIA, C. & GARCÍA-ALZATE, C.A., 2007.- Análisis comparativo morfogeométrico de *Characidium caucanus* y *Characidium* sp. (Pisces: Characidiinae) en el Alto río Cauca, Colombia. *Dahlia (Rev. Asoc. Colomb. Ictiól.)*, 9: 21-24.
- ROMÁN-VALENCIA, C. & SAMUDIO, H., 2007.- Dieta y reproducción de *Lastiancistrus caucanus* (Pisces: Loricariidae) en la cuenca del Río La Vieja, Alto Cauca, Colombia. *Rev. Museo Argentino de Ciencias Naturales*, N/S, 9 (2): 95-101.
- ROMÁN-VALENCIA, C. & HERNÁNDEZ, J.H., 2007.- Ecología trófica y reproducción de *Imparfinis nemacheir* (Siluriformes: Heptapteridae) de la cuenca del Río Cauca, Colombia. *Dahlia (Rev. Asoc. Colomb. Ictiól.)*, 9: 25-32.
- ROMÁN-VALENCIA, C. & ARCILA-MESA, D.C., 2008.- *Hemibrycon rafaelse*, n.sp. (Characiformes, Characidae), a new species from the upper Cauca River with key to Colombian species. *Animal Biodiversity and Conservation* 31: 67-75.
- ROMÁN VALENCIA, LEHMANN-ALBORNOZ, C.P., & MUÑOZ, A., 1999.- Presencia del género *Callichthys* (Siluriformes: Callichthyidae) en Colombia y descripción de una nueva especie para el Alto Río Cauca. *Dahlia (Rev. Asoc. Colomb. Ictiól.)*, 3: 53-62
- ROMÁN-VALENCIA, LEHMANN-ALBORNOZ, C.P., & RUBIO-RINCÓN, E.A., 1999.- Distribución y constancia de los peces del Río San Miguel y el zanjón Bagazal en el Alto Río Cauca, Colombia. *UDA-Actualidades Biológicas*, 21 (71): 163-172.
- ROMÁN-VALENCIA, BOTERO-BOTERO, C.A. & RUIZ-CALDERÓN, R., 2003.- Trophic and reproductive ecology of *Robeoides dayi* (Teleostei: Characidae) from upper Río Cauca, Colombia. *Boll. Mus. Reg. Sci. Nat. Torino*, 20 (2): 487-496.
- ROMÁN-VALENCIA, C., VANEGAS-RÍOS, J.A. & ARCILA, D., 2005.- Análisis de algunas variables físicas, químicas y biológicas en tres quebradas la cuenca alta del Río Cauca, Colombia. *Rev. Invest. Univ. del Quindío*, 15: 83-96.
- ROMÁN-VALENCIA, C., HERNÁNDEZ, J.H. & SAMUDIO, H.F., 2007.- Sobre ecología de *Characidium caucanum* (Pisces: Crenuchidae) en el Alto Río Cauca, Colombia. *Dahlia (Rev. Asoc. Colomb. Ictiól.)*, 9: 33-42.
- ROMAN-VALENCIA, C., GIRALDO, A. & RUIZ-CALDERÓN, R.I., 2008.- Dieta y reproducción de dos especies sintópicas: *Hemibrycon boquiae* y *Bryconamericus caucanus* (Pisces: Characidae) en la quebrada Boquía, Río Quindío, Alto Cauca, Colombia. *Rev. Museo Argentino de Ciencias Naturales*, N/S, 10 (1): 55-62.
- ROMÁN-VALENCIA, C., ARCILA-MESA, D.K. & GARCÍA, M.D., 2009a.- Diversidad fenotípica en peces del género *Hemibrycon* (Characiformes: Characidae) del sistema del Río Magdalena-Cauca, Colombia. *Brenesia*, 71-72: 27-40.
- ROMÁN-VALENCIA, C., VANEGAS-RÍOS, J.A. & GONZÁLEZ, M.D., 2009b.- Análisis comparado de las especies del género *Brycon americanus* (Teleostei: Characidae) en la cuenca de los Ríos Cauca-Magdalena y Ranchería, Colombia. *Rev. Mexicana de Biodiversidad*, 80: 465-482.
- ROMÁN-VALENCIA, C., GARCÍA-ALZATE, C.A., RUIZ-CALDERÓN, R.I. & TAPHORN-BAECHLE, D.C., 2010.- A new species of *Hemibrycon* (Teleostei: Characidae) from the Roble River, Alto Cauca, Colombia, with a key to species known from the Magdalena-Cauca River Basin. *Zoology*, 60 (2): 99-105.
- RUIZ-CALDERÓN, R.I. & ROMÁN-VALENCIA, C., 2006.- Aspectos taxonómicos de *Cetopsorhamdia boquillae* y *C. nasus* (Pisces, Heptapteridae), con anotaciones sobre su ecología en la cuenca alta de los Ríos Magdalena y Cauca, Colombia. *Animal Biodiversity and Conservation*, 29 (2): 123-131.
- STEINDACHNER, F., 1880.- ZurFisch-fauna des Cauca und der Flüssebei Guayaquil. *Denks. K. Akad. Wiss., Wien*, 41: 20-72.