ISSN 0122-9982

DAHLIA

REVISTA DE LA ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE ICTIÓLOGOS

No. 8, agosto 2005

DAHLIA (Rev. Asoc. Colomb. Ictiol.)

Consejo Directivo

Presidente Honorario
Plutarco Cala C.
Presidente
Carlos A. Ardila R.
Vicepresidente
Arturo Acero P.
Consejeros
Víctor J. Atencio G. & Adriana Santos
Fiscal
Francisco A. Villa N.
Secretario
Jorge E. Forero U.
Editor en Jefe
Plutarco Cala
Tesorero
Plutarco Cala C.

Comité editorial
Plutarco Cala C., Arturo Acero P., Consuelo Burbano, Charles W. Olaya N., Víctor J. Atencio G., Carlos Ardila, Francisco A. Villa N.

La revista está interesada en publicar todos los aspectos de la investigación sobre peces colombianos y de cuencas compartidas con países vecinas, pero principalmente los trabajos presentados en los Simposios periódicos de la Asociación Colombiana de Ictiólogos – ACICTIOS.

Incluye tópicos espccíficos sobre: ecología básica y aplicada, genética, etología, fisiología, evolución, morfología, taxonomía y sistemática.

El principal énfasis de la revista se concentra en trabajos experimentales y descriptivos, como también en modelos teóricos en el campo de la ecología de peces. Trabajos descriptivos y monitoreos son aceptados si éstos demuestran principios biológicos.

La revista publica artículos, comunicaciones cortas, y artículos invitados sobre revisiones de temas especiales.

En la actualidad se solicita a los autores de trabajos aceptados para su publicación, asumir a través de donaciones parte de los costos de la publicación.

Las opiniones expresadas en esta publicación son la de los autores, y no reflejan necesariamente las de la Asociación.

Dahlia es indexada en *The Zoological Record* (Section Pisces), con distribución global como bibliografía impresa, servicio on line y CD Rom.

Los **manuscritos** deben ser enviados al Editor en Jefe, **Plutarco Cala Cala**, por internet. plutarco_cala@hotmail.com

Subscripción: Dirigirla al Editor. Tiene un valor de $15.000 (US$15 al exterior) por número, incluyendo el porte postal certificado.

Diseño: Plutarco Cala Cala, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá D.C.

CONTENIDO

Cala, C. P. Diet of *Astyanax fasciatus* and *Cyphocharax magdalenae* (Pisces: Characiformes), in the Betania Reservoir, upper part of the Río Magdalena System, Colombia 3-7

Román-Valencia, C. & R. I. Ruiz C. Diet and reproduction aspects of *Astyanax aurocaudatus* (*Teleostei: Characidae*) from the upper part of the Río Cauca, Colombia 9-17

Gómez, S. E. & J. González Naya. Nuevos datos experimentales sobre la velocidad de natación de *Cichlasoma facetum* (Pisces, Cichlidae)..... 19-23

Maldonado-Ocampo, J. A. & C. D. De Santana. New records of *Apteronotus eschmeyeri* (Gymnotiformes: Apteronotidae), in the Magdalena-Cauca Hydrographic Region, Colombia 25-27

Bogotá Gregory, J. D. & J. A. Maldonado-Ocampo. La colección de peces del Instituto Alexander von Humboldt (IAvH), nuevos registros y representatitividad. Parte I: Orinoquia 29-37

Briñez-Vásquez, G. N., F. A. Villa-Navarro, A. Ortega-Lara, G. Reinoso-Flórez & J. E. García-Melo. Distribución altitudinal y diversidad de la familia Astroblepidae (Pisces, Siluriformes), en la Cuenca del Río Coello, Tolima 39-46

Zúñiga-Upegui, P., F. Villa-Navarro, G. Reinoso-Flórez & A. Ortega-Lara. Relación longitud-peso y frecuencia de tallas para los peces del género *Chaetostoma* (Siluriformes, Loricariidae) de la Cuenca del Río Coello, Colombia 47-52

García-Melo, L. J., F. A. Villa-Navarro, G. Reinoso-Flórez & A. Ortega-Lara. Aspectos bioecológicos de los peces de *Trichomycterus* (Siluriformes: Trychomycteridae) en la Cuenca del Río Coello, Colombia..... 53-59

Bogotá-Gregory, J. D. & J. A. Maldonado-Ocampo. La colección de peces del Instituto Alexander von Humboldt (IAvH). Nuevos registros y representatividad. Parte II: Amazonia 61-69

León, L. D., J. A. González & J. E. Forero. Aspectos biométricos de la Guapucha, *Grundulus bogotensis* (Pisces: Characidae) 71-77

Banquett-Cano, C., G. A. Juris-Toregrosa, Ch. W. Olaya-Nieto, F. F. Segura-Guevara, S. B. Brú-Cordero & G. Tordecilla-Petro. Hábitos alimenticios del Moncholo, *Hoplias malabaricus* (Pisces: Erythrinidae), en la Ciénaga Grande de Lorica, sistema Río Sinú, Colombia..... 79-88

Mancera-Rodríguez, N. J. & R. Álvarez-León. Estado del conocimiento de las concentraciones de hidrocarburos y residuos organoclorados en peces dulceacuícolas de Colombia 89-103

Evaluadores, Dahlia No. 8, 2005

Sinceros agradecimientos a los siguientes especialistas (Reviewers) por su gentil colaboración y aporte crítico en el proceso de evaluación de los manuscritos publicados en este número:

Profesor Víctor Albis, Departamento de Matemáticas, Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá, D.C.

Profesor Emeritus (Honorario) Plutarco Cala C., Departamento de Biología, Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá, D.C.

Profesor Germán Poveda J., Escuela de Geociencias y Medio Ambiente, Universidad Nacional de Colombia, Medellín, Colombia.

Doctor Mauricio Valderrama B., Fundación Humedales, Bogotá, D.C., Colombia.

Technol. Doctor Edgar L. Villarreal, Department of Water Resources Engineering, Lund University, Sweden.

Copyright © 2005 by ACICTIOS
Todos los derechos reservados

ISSN
0122-9982

Printed in Colombia
Unibiblos - UNAL
dirunibiblo_bog@unal.edu.co

DIET OF *ASTYANAX FASCIATUS* AND *CYPHOCHARAX MAGDALENAE* (PISCES: CHARACIFORMES), IN THE BETANIA RESERVOIR, UPPER PART OF THE RÍO MAGDALENA SYSTEM, COLOMBIA

Plutarco Cala
Departamento de Biología, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, D.C.
plutarco_cala@hotmail.com

Abstract

The principal food items of 98 adult specimens of *A. fasciatus* are plant matter (63%TW and 68%FO), and chironomid larvae (3%PT, 27%FO), followed by Formicidae, detritus, fish scales (characid), and fish larvae. Summing up, this means a 63%TW and 72%FO plant material, and 28%TW and 94%FO midges (Table 1). The diet of this omnivorous fish is very similar to its congener *A. bimaculatus*, which consumes principally plant matter and midges.

The principal food items found in the stomach contents of 50 adult specimens of *C. magdalenae* were detritus and phytoplankton. The taxonomic qualitative analysis showed the presence of five classes of phytoplankton, classified in 10 orders, 13 families with 27 genera. The zooplankton was represented by Monogononta, order Ploima and the family Brachionidae with two genera (Table 2). The three principal categories were the classes Bacillariophiceae, Chlorophiceae and Cyanophyceae (Photobacteria).

Thus, *C. magdalenae* may be considered rather detritivorous, nearly algivorous. The fish consumes sediment (detritus) in the first place in order to swallow the nutritious associated food items. The stomach contents of 10 more specimens showed an average percentage of 24.6% organic material and 75.2% of inorganic matter (Table 3).

It seems the alimentary diet of *C. magdalenae* is similar to that of *Oreochromis niloticus*. This could be a competitive factor of the exotic cichlid over the native species in the Magdalena River system, since both species occupy mostly the same habitats.

Key words: diet *A. fasciatus* and *C. magdalenae*, Magdalena River system.

Resumen

Los principales items alimentarios de 98 peces adultos de *A. fasciatus* son material vegetal (63%TW, 68%FO) y larvas de Chironomidae (3%TW, 27%FO), seguidos por Formicidae, detrito, escamas de peces (characide), y larvas de peces. Resumiendo, esto significa un 63%TW y 72%FO de material vegetal, contra 28%TW y 94%FO de restos aninmales (Tabla 1). La dieta de este pez omnívoro es muy similar a la de su congénere *A. bimaculatus*, la cual consume principalmente material vegetal y dípteros.

El contenido estomacal de 50 especímes adultos de *C. magdalenae* fuedetritus y fitoplancton. El análisis taxonómico cualitativo mostró la presencia de 5 clases de fitoplancton, clasificado en 10 órdenes, 13 familias con 27 géneros. El zooplancton estuvo representado por Monogononta, orden Ploima y la familia Brachionidae con dos género (Tabla 2). Las tres categorías principales fueron las clases Bacillariophiceae, Chlorophiceae y Cyanophyceae (Photobacteria).

Así, *C. magdalenae* puede ser considerada detritívora, mas cercanamente algívora. El pez consume sedimento (detritus) y de ahí extrae los nutrientes asociados en el. El contenido estomacal de 10 especímenes mostró un porcentage promedio de 24% de material orgánico y 75.2% de materia inorgánica (Table 3).

Aparentente la dieta alimenticia de *C. magdalenae* es muy similar a la de *Oreochromis niloticus*. Esto podría ser un factor competitivo del exótica cíclido sobre la especie nativa en el sistema del Río Magdalena, pues ambas especies se encuentran distribuidas generalmente en los mismos hábitats.

Palabras clave: dieta *A. fasciatus* y *C. magdalenae*, Río Magdalena.

Table 1. Food items taken by *A. fasciatus* in the Betania Reservoir, expressed as percentage of frequency of occurrence (%FO) and total weight (%TW). PMTW = plant material total weight, ARTW = Animal rests total weight, n = number of fishes, SL = Standard length (mm), L = larvae, N = nymph, A = adult.

	February		April		May		July		October		December		Total	
Items	%TW	%FO	%TW	%FO	%TW	%FO	%TW	%FO	%TW	%FO	%TW	%FO	%TW	%FO
Sand	3	8											<1	1
Detritus	65	8	44	25	2	6			2	9	16	20	9	10
Plant matter	11	69	54	88	94	79	28	57	15	55	59	60	63	68
Seeds			<1	6			1	9					<1	4
Animal rests					2	18	39	43	5	14	11	27	5	16
Fish larvae									33	23	<1	<1	7	5
Scales	19	31	3	38	1	15			<1	5	1	47	2	20
Coleoptera (A)	1	8			<1	9					<1	7	<1	5
Chironomidae (L)			<1	13	<1	6	33	43	2	64	3	40	3	27
Formicidae (A)					<1	3			42	27	10	20	10	10
CeratopogonidaE (L)									<1	5	<1	<1	<1	1
Heiniptera (N)											<1	7	<1	1
Ephemeroptera (N)											<1	7	<1	1
Ostracoda (A)									<1	5	<1	<1	<1	1
Cyclopidae	1	8			<1	12			<1	5	<1	<1	<1	6
PMTW	11		54		95		28		16		59		63	72
ARTW	21		3		4		72		82		25		28	94
N	13		8		33		7		22		15		98	
Mean SL	76		85		69		78		69		80		74	
SL interval	(42-113)		(71-103)		(50-93)		(64-86)		(42-107)		(68-89)		(42-113)	

Introduction

This paper discusses the aspects of the diet and the trophic level function of two species of characiform fishes –Sardine Red/yellow tailed, *Astyanax fasciatus* (Characidae), and Madre de Bocahico, *Cyphocharax magdalenae* (Curimatidae) - in the Betania Reservoir, upper part of the Río Magdalena.

Study area and methods

The Betania Reservoir has an area of 7,400 ha, constructed at the junction of the Río Yaguará with the Magdalena (02°41' northern latitude and 75°26' Western), 35 km south east of Neiva city, at 560 m altitude, with a crest high of 98 m, a volume of 2,000 millions of cubic meters, and a flow of 473 m3/s at the dike. For further information on the environment and fish community see Cala (1995).

The fishes were captured, mainly with cast nets of small mesh size, in the Yagurá River arm where the two species were more common since this area is less deep than the Magdalena River arm. Six collections separated by a 45-60-day interval were made in 1991 (April-December). Standard length (SL) and total weight (TW) of fresh fish material was determined. Then, their stomachs were removed and fixed in 5% formalin for later study at the laboratory. Frequency of occurrence (FO) and gravimetric (TW) methods were used in the analysis of stomach content (Windell & Boewn 1978). Representative specimens from the studied area were deposited at the Fish Division of the Instituto de Ciencias Naturales-Museo de Historia Natural (ICN-MHN), Universidad Nacional de Colombia, Bogotá D.C.

The identification of plankton and invertebrate organisms was aided by usiug general keys (*e.g.* Smith 1950, González 1988, Pennak 1989). The classification of phytoplankton at higher levels of the family was made in accordance with Reynolds (1984). The percentage of organic and inorganic material in the alimentary diet was de-

Table 2. Food items (taxa) taken by *C. magdalenae*, in the Betania Reservoir.

Class	Order	Family	Genera
Chlorophyceae	Oedogoniales	Oedogoniaceae	*Oedogonium*
	Zignemetales	Zignemetaceae	*Zignema*
			Microspora
		Desmidiaceae	*Cosmarium*
			Staurogeis
			Staurastrum
			Staurodesmus
			Scenedesmus
			Euastrum
	Ulvales	Schizogoniaceae	Schizogonium
Photobacteria (Cyanophyceae)	Nostocales	Nostocaceae	*Anabaena*
			Lyngbya
			Nodularia
		Oscillatoriaceae	*Oscillatoria*
Euglenophyceae	Euglenales	Euglenaceae	*Trachelomonas*
Bacillariophyceae (Diatomeas)	Centrales	Melosiraceae	*Melosira*
	Pennales	Diatomaceae	*Fragilaria*
		Naviculaceae	*Cymbella*
			Navicula
			Frustulia
			Pinnularia
			Nitzchia
			Gyrosigma
			Surirella
	Ephitemiales	Ephitemiaceae	*Ephitema*
	Achanthales	Achanthaceae	*Cocconeis*
Dinophyceae	Peridinales	Peridinaceae	*Peridinium*
Monogononta	Ploima	Brachionidae	*Keratella*
			Filina
Organic material			
Inorganic matter			

termined by burning the stomach contents at 600 °C (González 1988). See Cala and Bernal (1997) for further details on methodology.

Results and discussion

Astyanax fasciatus (Cuvier, 1819). 98 specimens captured over a year period were examined in order to study the stomach content. The specimens were distributed evenly over a range of 42 to 113 mm SL (mean 74). Mean total length 96 mm, and maximum total length 130 mm, although Dahl (1971) mentioned 170 mm, and Lima *et al.* (2003) reported 100 mm TL. This species belong to the 13 most abundant species of

Table 3. Percentage of organic and inorganic matter found in the stomach contents of 10 specimens of *C. magdalenae* in the Yaguará River arm, Betania Reservoir. OM: organic matter. IM: inorganic matter.

Fish TL (cm)	TW (g)	Date	%OM	%IM
16.4	70.0	May 24	40.8	59.2
15.5	58.0	Oct. 8	7.0	93.0
16.2	58.0	"	54.0	46.0
15.2	50.0	"	25.0	75.0
14.5	42.0	Oct. 10	26.0	74.0
16.0	60.0	"	38.3	61.7
13.2	31.5	Dec. 13	14.5	85.5
13.7	37.6	"	12.2	87.5
14.6	45.0	"	18.6	81.4
15.0	51.0	"	9.8	90.2

a total of 33 species captured in the Reservoir (Cala 1995). It is distributed in most freshwater basins from Mexico to Argentina.

Its principal food items are plant matter (63%TW and 68%FO) and chironomid larvae (3%TW, 27%FO), followed by Formicidae, detritus, fish scales (characid), and fish larvae. Summing up, this means a 63%TW and 72%FO plant material, and 28%TW and 94%FO animal rests (Table 1). The diet of this omnivorous fish is very similar to its congener *A. bimaculatus*, their two principal food items being plant matter and midges (Cala 1997).

The examination of a sample of 71 adult mature specimens of *A. fasciatus* deviated significantly from a 1:1 ratio, the male/female relationship being 1:12. The total mean length of 11 adult females and 4 males was 102 and 92 mm, with an average weight of 14.2 and 9.6 g, respectively. It seems like females reach a greater size than males, which could be a selective factor of these individuals conceming the mesh size of the cast nets used in the capture of the population sample. Thus, females of this species reach larger sizes than females reported in other *Astyanax* species – *e. g. A. auricaudatus*, the mean standard length of females was 36.6 mm versus 43.3 for males (Román-Valencia & Ruiz-C. 2005).

71 mature *A. fasciatus* captured on 13th December were in stage prior to the spawning, or Stage III with mature oocytes and spermatozoa (Cala 1996, 1997). It may be assumed that the reproduction strategy of this fish species is that it has a regeneration time of 12 months and it spawns annually during the first month of the rainy season (February-May). Barbieri *et al.* (1996, cited by Román-Valencia & Ruiz-C. in this publication) reported the spawning time of *A. fasciatus*, in the Represa do Lobo, São Paulo, between October and December.

This reproduction strategy has being reported by Cala and Blanco (1974) for *A. bimaculatus*, and by Taphorn (1992) for six other species from the Río Apure in Venezuela, which may be the general patteru of reproduction strategy of *Astyanax* spp.

However, Román-Valencia and Ruiz-C. (2005 in this publication), suggest that *A. aurocaudatus* spawns during the rainy (April-May, September-October) aud dry seasons (January-February), aud Mora *et al.* (1997) mentioned that in the Reservoir of Arenal in Costa Rica, *A. fasciatus* spawns during the eutire year, with a maximum between June to September. These two last couclusions (Román-Valencia and Ruiz-C. 2005, Mora *et al.* 1997) seem to need further observations, since they are not based on conclusive studies.

Cyphocharax magdalenae (Steindachner, 1878). Previously known as *Curimatus(a) magdalenae* until it was included in the genus *Cyphocharax* (Vari 1992). A sample of 157 adult (<11.5 cm TL) *C. magdalenae* takeu between April and December 1991 was composed of 77 (50.7%) mature males and 75 (49.3%) mature females. The numbers do not deviate significantly from a 1:1 ratio. All fish longer than 9 cm SL (11.5 cm TL) was mature (will spawn during the next reproduction period). Maximum total length 17.2 cm (77.7 g). Dahl (1971) aud Vari (2003) mentioned 20 and 15.5 cm SL, respectively. *C. magdalenae* inhabits mainly lacustrine waters (ciénagas) of the lower parts of Magdalena and Atrato River basins, rivers of Pacific versant of Panamá, and southwestern Costa Rica.

50 specimens of the Madre de Bocachico were examined in order to analyze the composition of the diet, distributed over a range of 90 to 140 mm SL (mean 122). The stomach content of another 10 individuals, 10.2 to 13 cm SL (mean 11.85), were analyzed to establish the percentage of organic and iuorganic material of the alimentary diet.

The principal food items are detritus and phytoplankton. The taxonomic qualitative analysis showed the presence of five classes of phytoplankton, classified in 10 orders, 13 families with 27 genera. The zooplankton was represented by Monogononta, order Ploima and the family Brachionidae with two geuera (Table 2). The three principal categories were the classes Bacillariophiceae, Chlorophiceae and Cyanophyceae (Photobacteria).

C. magdalenae may be considered rather detritivorous, nearly algivorous. The fish consumes sediment (detritus) in order to swallow the nutritionous food items in it. The stomach contents of 10 specimens showed an average perceutage of 24.6% organic material and 75.2% inorganic matter, which explains the large quantity of sediments in the fish stomachs. The perceutage of organic material iu comparison with inorganic matter in the stomach contents was higher than what was fouud in *Oreochromis niloticus* from the same water body (1.4% and 98.6%, respectively). This means that the diet of *C. magdalenae* in terms of protein aud carbohydrates average percentage should be richer thau the *O. niloticus* which was determined in 7.5% and 0.85%, respectively (Cala & Bernal 1997).

Thus, it seems that the alimentary diet of *C. magdalenae* is similar to that of the *O. niloticus* (Cala & Bernal 1997). This could be a competitive factor of the exotic cichlid with a native species iu the Magdalena River system, since both species occupy mostly the same habitats.

Acknowledgements

I am grateful to the biologist Gilberto Mora for aid in the analysis of stomach contents. To Annika Cala for correcting my English. This study was carried out under contract 268/90 Universidad Nacional de Colombia-Central Hidroeléctrica de Betania.

References

Cala, P. 1995. Trophic level of the most abundant fishes of the Betania Reservoir, upper Río Magdalena, Colombia. Mem. Symposium Fish. Ecology in Latin America, Austin Texas, June 1993. Acta Biol. Venez. 16 (1): 47-53.

Cala, P. 1996. Cyclic histomorphological changes in the ovary of the catfish capaz, *Pimelodus grosskopfii* (Pimelodidae, Siluriformes), in the upper part of the Río Magdalena. Dahlia (Revista Asoc. Colomb. Ictiol.) 1: 7-13.

Cala, P. 1997. Espermatogénesis y ciclo anual reproductivo del capaz, *Pimelodus grosskapfii* (Pisces: Pimelodidae), en el alto Río Magdalena, Colombia. Caldasia 19 (1-2): 45-53.

Cala, P. & G. Bernal. 1997. Ecología y adaptaciones de la Tilapia nilótica (*Orechromis niloticus*) en ambientes naturales - caso Embalse de Betania y Ciénaga de Chilloa, sistema del Río Magdalena, Colombia. Dahlia (Revista Asoc. Colomb. Ictiol.) 2: 3-29

Dahl, G. 1971. Los peces del norte de Colombia. INDERENA. Bogotá.

González, 1988. El plancton de las aguas continentales. Secretaría General de la Organización de Estados Americanos (OEA). Programa regional de desarrollo científico y tecnológico. Washington. 130 p.

Lima, F.C.T., L.R. Malabarba, P:A. Buckup, J.F. Pezzi da Silva, R.P. Vari, A. Harold, R. Benine, O.T. Oyakawa, C.S. Pavanelli, N.A. Nenezes, C.A.S. Lucena, M.C.S.L. Malabarba, Z.M.S. Lucena, R.E. Reis, F.Langeani, L. Cassati, V.A. Bertaco,C. Moreira & P.H.F. Lucinda. 2003. Genera incerta sedis in Characidae. 106-169. In R.E. Reis, S.O. Kullander & C.J Ferraris, Jr (Organizers). Check list of the freshwater fishes of South and Central America. EDIPUCRS, Porto Alegre, Brazil. 742 p.

Mora, J.M, P. Cabrera & W. Alvarado-Bogantes. 1997. Crecimiento y maduración sexual de Astyanax fasciatus (Pisces: Characidae) en el embalse Arenal, Guanacaste, Costa Rica. Rev Biol. Trop. 45: 855-859.

Pennak, R.W. 1989. Fresh-water invertebrates of the United Sates: Protozoa to Mollusca. 3rd. ed., John Wiley & Sons, New York. xvi+628 p.

Reinolds, C.S. 1984. The ecology of freshwater phytoplankton. Cambridges Studies in Ecology. Cambridge University Press, Cambridge. 383p.

Román-Valencia & R.I. Ruiz-C. 2005. On the ecology of *Astyanax aurocaudatus* (Teleostei: Characidae) from the upper part of the Río Cauca, Colombia. Dahlia (Rev. Asoc. Colomb. Ictiol.) 8: 9-17.

Smith, G. 1950. The fresh-water algae of the United States. Second edition. McGraw Hill, New York.

Taphorn, DC. 1992. The characiform fishes of the Apure River drainage, Venezuela. Monografías Científicas del Museo de Ciencias Naturales UNELLEZ - Guanare, Estado Portuguesa, Venezuela.537 pp.

Vari, R.P. 1992. Systematics of the Neotropical characiform genus *Cyphocharax* Fowler (Pisces: Ostariophysi). Smithson. Contrib. Zool. 529: i-iv+1-137.

Vari, R. 2003. Family Curimatidae (Toothless characiforms). 51-64. In R.E. Reis, S.O. Kullander & C.J Ferraris, Jr (Organizers). Check list of the freshwater fishes of South and Central America. EDIPUCRS, Porto Alegre. 742 p.

Windell, J.T. & S.H. Bowen. 1978. Methods for study of fish diet. In T. Bagenal (ed.) Methods for assessment of fish production in fresh waters. pp. 219-266. IBP Handbook No. 3 (3rd. ed.), Blackwell Sci. Publ., Oxford. 365 p.

HÁBITOS ALIMENTICIOS DEL MONCHOLO, *HOPLIAS MALABARICUS* (PISCES: ERYTHRINIDAE), EN LA CIÉNAGA GRANDE DE LORICA, SISTEMA RÍO SINÚ, COLOMBIA

Candelaria Banquett-Cano, Gustavo A. Juris-Torregrosa, Charles W. Olaya-Nieto, Fredys F. Segura-Guevara, Samir B. Brú-Cordero & Glenys Tordecilla-Petro

Laboratorio de Investigación Biológico Pesquera–LIBP, Departamento de Ciencias Acuícolas, Universidad de Córdoba, Montería, Colombia. charles_olaya@hotmail.com

Abstract

In order to establish the feeding habitats of Moncholo, *Hoplias malabaricus*, in the Ciénaga Grande de Lorica, 359 individuals between January and December of 2001 were analyzed. The stomachs composition were analyzed using frequency of occurrence, numerical frequency and gravimetric, proportion of empty stomachs, grade of digestion, relative importance index, and food preferences in accord with length.

69.6% of stomachs were empty and 46.3% of stomachs contend was digested. Frequency of occurrence (44.0%), numerical frequency (39.7%) and gravimetric (69.4%), shows that the Moncholo feed mainly on fish, like the species Cocobolo, *Aequidens pulcher* (46.3%); Mojarra amarilla, *Caquetaia kraussii* (11.0%); Liseta, *Leporinus muyscorum* (2.9%); Moncholo, *Hoplias malabaricus* (2.6%) and Chipi, *Hoplosternum magdalenae* (1.5%). The relative importance index remarks that fishes are highly important in the diet composition of Moncholo.

At higher lengths, 27.5-32.5 and 32.5-37.5 cm TL, fishes are the more frequently items observed with 43.8 y 57.1%, respectively; being the major diversity of preys in the 27.5-32.5 cm interval, with higher occurrence of Cocobolo (74.2%). The results permit to infer that Moncholo is a predator, mainly piscivorous.

Key words: *H. malabaricus*, feeding habits, Río Sinú system.

Resumen

Para establecer los hábitos alimenticios del Moncholo (*Hoplias malabaricus*) en la Ciénaga Grande de Lorica, se analizaron 359 ejemplares capturados entre enero y diciembre de 2001. Los contenidos estomacales fueron evaluados según la frecuencia de ocurrencia, frecuencia numérica y gravimetría; coeficiente de vacuidad, grado de digestión, índice de importancia relativa y preferencias alimenticias de acuerdo con la talla.

El 69,6% de los estómagos se encontró vacíos y el 46,3% de los contenidos digerido. La frecuencia de ocurrencia (44%), frecuencia numérica (39,7%) y gravimetría (69,4%), muestran que la especie se alimenta principalmente de peces. Se destaca la presencia de especies como Cocobolo, *Aequidens pulcher* (46,%), Mojarra amarilla, *Caquetaia kraussii* (11,0%), Liseta, *Leporinus muyscorum* (2,9%), Moncholo, *Hoplias malabaricus* (2,6%) y Chipi, *Hoplosternum magdalenae* (1,5%). El Indice de importancia relativa resalta a los peces como un ítem con alta importancia relativa dentro de la dieta del Moncholo, lo que permite inferir que es una especie predatora, principalmente piscívora.

En las tallas mayores, 27,5 a 32,5 cm LT y 32,5 a 37,5 cm LT, los peces son el ítem más frecuentemente observado con 43,8 y 57,1%, respectivamente, registrándose la mayor diversidad de presas en el primero de los intervalos, con mayor ocurrencia de Cocobolo (74,2%), Mojarra amarilla (17,1%), Liseta (2,9%), Moncholo (2,9%) y Chipi (2,9%).

Palabras clave: *H. malabaricus*, Hábitos alimenticios, sitema Río Sinú.

Introducción

El Moncholo, *Hoplias malabaricus* Bloch, 1794, es una especie común en casi toda la cuenca del Río Magdalena (*e.g.* Miles 1947, Dahl 1971, Olaya-Nieto 1988), Río Sinú (Dahl & Medem 1964, Dahl 1971, Tordecilla, Sánchez & Olaya-Nieto 2003), Río Putumayo (Castro 1997), Río Catatumbo (Galvis, Mojica & Camargo 1997), Orinoquia colombiana (Cala 1977). Mientras que las demás especies de la familia Erythrinidae están restringidas a cuencas especiales y a pequeñas áreas, el Moncholo es especie única ampliamente distribuida en casi todas las cuencas de Suramérica (Oyakawa 2003).

Alcanza los 48,1 cm de longitud total (LT) en la Ciénaga Grande de Lorica con peso de 1380 g (Olaya-Nieto *et al.* 2004). Según diferentes autores, es un pez muy voraz, de hábitos diurnos y crepusculares, predador al acecho que prefiere las corrientes meuores, ciénagas, pantanos y charcas de poca profundidad (Dahl 1971, Godoy 1975, Castro 1997, Taphorn 1992, Nelsou 1994, Galvis, Mojica & Camargo 1997).

Soportando bajos niveles de oxígeno disuelto al respirar aire atmosférico mediante una vejiga gaseosa vascularizada (Driedzic, Phleger & Fields 1978, Welcomme 1985, Wootton 1990, Taphorn 1992, Salinas & Agudelo 2000). Muestra un desarrollo gonadal durante todo el año, desovando parcialmente 6 veces independientemente del ciclo de lluvias, con tallas medias de madurez sexual de 28,7 (hembras), 29,3 (machos) y 28,9 cm LT (sexos combinados) (Betancur-Vásquez *et al.* 2004), con cuidado parental a cargo del macho (Cogollo-Bula *et al.* 2001).

Entre marzo/1997 y febrero/2002 su pesquería y valor económico se estimaron en 768,4 toneladas (t) y $852´404.169, representando el 9,5 % y 6,8 % de la captura total y la actividad pesquera en la cuenca del Sinú, respectivamente (Valderrama 2002), considerándose la tercera especie en la composición de la captura y en importancia comercial, con talla media de captura de 30,0 cm LT (Tordecilla & Sánchez 2003, Tordecilla, Sánchez & Olaya-Nieto 2003).

El objetivo de este trabajo fue establecer los hábitos alimenticios del Moncholo en la Ciénaga Grande de Lorica, sistema Río Sinú.

Materiales y métodos

Se capturaron 30 individuos mensuales, en la Ciénaga Grande de Lorica, cuenca del Río Sinú. Las capturas se efectuaron a diferentes horas del día, en varios sitios, encontrándose individuos de diferentes tallas. A cada individuo se le midió la longitud total (LT) y longitud estándar (LS), al milímetro más cercano con un ictiómetro graduado y el peso total al gramo más cercano con una balanza eléctrica Ohaus de 5 kg (± 1 g) de capacidad.

Extracción de los estómagos. Aplicando las técuicas de Laevastu (1980) y Marrero (1994), una vez efectuada la disección de los peces se ubicaron las diferentes partes del tubo digestivo (esófago, estómago, intestino). Luego se procede a retirar el estómago para conservarlo en frascos cou formol buferado al 10%. Cuando un estómago era muy graude se le inyectaba formol para detener la digestividad. Todos los frascos se rotularon, indicando la especie, el número de la muestra, fecha. En un formato se colocó la información citada arriba más el sitio de captura, arte de pesca usado, talla, peso, sexo y estado de madurez sexual.

Análisis del contenido estomacal. El coutenido estomacal se colocó en una caja Petri y se examinó al estereoscopio y microscopio, separando, ideutificando y enumerando el alimento o presas presentes. La identificación se efectuó hasta el uivel taxonómico permitido por el grado de digestión del alimento, agrupándose en presas, ítems o categorías, y su peso fue registrado en una balanza eléctrica Ohaus de 1500 g (± 0,01 g)

de capacidad. El material animal que estaba totalmente digerido se identificó por los fragmentos, en lo posible (Lugo 1989).

Se utilizaron varios métodos para cuantificar el contenido estomacal, expresado en valores promedios mensuales y anuales: Frecuencia de ocurrencia (FO), Frecuencia numérica (FN) y Gravimetría (G) (Hynes 1950, Windell 1971, Windell & Bowen 1978, Hyslop 1980, Bowen 1983, Silva & Stuardo 1985), así:

Frecuencia de ocurrencia (FO) = 100 x ocurrencia de presas del ítem A/N total de estómagos con alimento.

Frecuencia numérica (FN) = 100 x N de presas del ítem A/N total de presas.

Gravimetría (G) = 100 x peso de las presas del ítem A/Peso de todas las presas.

El coeficiente de Vacuidad (CV) se obtuvo con la ecuación de Windell (1971): CV = 100 x N estómagos vacíos/N total de estómagos analizados.

El grado de digestión (GD) se evaluó con la escala de Laevastu (1980), la cual clasifica el estado de las presas así - fresco, medio digerido y digerido.

Se aplicó el **índice de importancia relativa** (IIR) de Yáñez-Arancibia, Curiel-Gómez & Leyton (1976), modificado por Olaya-Nieto *et al.* (2003): IIR = F x G/100, en donde IIR representa el índice de importancia relativa, F es el porcentaje de la frecuencia de ocurrencia y G es el porcentaje gravimétrico. Esta expresión porcentual presenta un rango de 0 a 100, donde el rango evaluativo del 0 a 10% representa items alimenticios de importancia relativa baja, de 10 a 40% grupos de importancia relativa secundaria y 40 a 100% grupos de importancia relativa alta.

Las preferencias alimenticias se evaluaron de acuerdo con las tallas que presenta la especie en estudio. Finalmente, la relación longitud intestinal–longitud total del pez se analizó de acuerdo con la escala de Brusle (1981). Se utilizó estadística descriptiva y las variables fueron expresadas como media ± desviación estándar. Finalmente, se estimaron los coeficientes de correlación entre las variables estudiadas.

Resultados

En el contenido estomacal de los 359 peces estudiados, se identificron 3 grupos alimenticios: peces, restos de peces y otros. Del total de estómagos analizados, el 69,6% se encontró vacío, oscilando entre 60% (mayo y junio) y 83,3% (marzo). El 39,7% del alimento consumido se encontró fresco, el 14% estaba medio digerido y el 46,3% digerido (Fig. 1). Marzo fue el único mes en que no se encontró alimento fresco, asociado con el mayor coeficiente de vacuidad observado. El buen porcentaje de presas frescas ayudó a su mejor identificación taxonómica, puesto que en la mayoría de los casos estaban enteras.

Lös peces (44%) estuvieron presentes en todos los meses, excepto marzo, siendo el ítem alimenticio más frecuente. La composición específica fue representada por Cocobolo, *Aequidens pulcher* (46,3%), Mojarra amarilla, *Caquetaia kraussii* (11%), Liseta, *Leporinus muyscorum* (2,9%), Moncholo, *Hoplias malabaricus* (2,6%) y Chipe, *Hoplosternum magdalenae* (1,5%). Restos de peces (30,3%), conformado por esca-

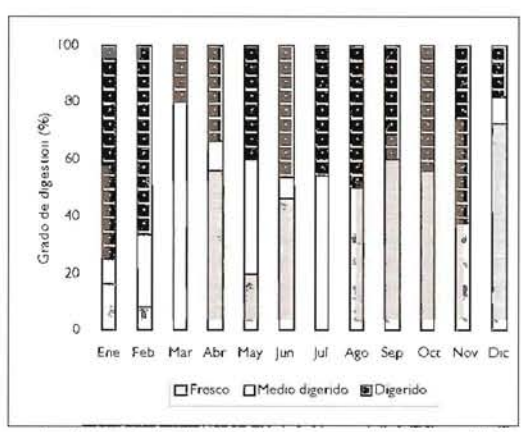

Fig. 1. Grado de digestión de presas en el estómago del Moncholo. Año 2001.

mas, espinas, aletas, estructuras esqueléticas y peces no identificados. Otros (36,7%), constituido por restos de alimentos y residuos de grasa, presente en todos los meses, excepto marzo. El ítem más numeroso fue peces con 39,7%, seguido por restos de peces (27,3%) y otros (33,0%) (Fig. 2).

La figura 3 muestra la distribución mensual por peso del contenido estomacal del Moncholo, en donde peces (69,4%) alcanzó la mayor participación anual, seguido por restos de peces (8,6%) y otros (22%). En la tabla 1 se observa la predominancia del ítem peces sobre los demás grupos alimenticios. La relación longitud intestinal (LI)/longitud total (LT) del pez fue estimada en

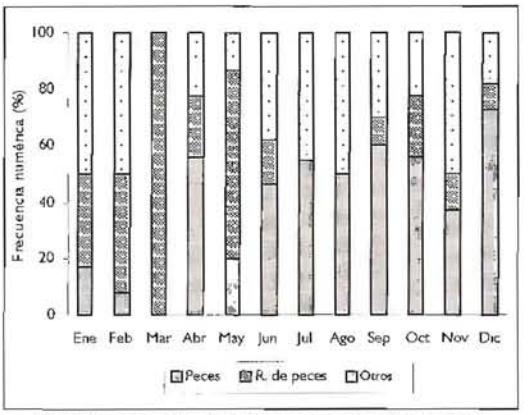

Fig. 2. Frecuencia numérica de presas en el estómago de *H. Malabaricus*. Año 2001.

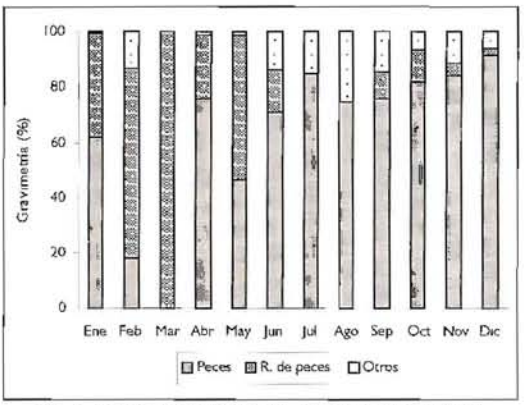

Fig. 3. Composición de presas en el estómago de *H. Malabaricus*. Año 2001.

Tabla 1. Valores anuales de la frecuencia de ocurrencia (FO), frecuencia numérica (FN) y gravimetría (G) de los contenidos estomacales del Moncholo (*H. Malabaricus*). Año 2001.

Ítems alimenticios	FO (%)	FN (%)	G (%)
Peces	44,0	39,7	69,4
Restos de peces	30,3	27,3	22
Otros	36,7	33	8,6
Total		100	100

0,8. El Indice de importancia relativa (IIR) resalta a los peces como un ítem con alta importancia relativa dentro de la dieta del Moncholo, lo que permite inferir que es una especie con dieta carnívora, principalmente piscívora.

En cuanto a las preferencias alimenticias de acuerdo con la talla, en los intervalos entre 17,5 a 22,5 y 22,5 a 27,5 cm LT predomina restos de peces, con el 66,7 y 38,7% respectivamente, mientras que entre 27,5 a 32,5 y 32,5 a 37,5 cm LT los peces son los más frecuentemente, con 43,8 y 57,1%, respectivamente (Fig. 4).

Teniendo en cuenta que el grupo alimenticio constituído por peces es el más consumido por el Moncholo, se presenta la composición por especie y talla así como la relación con la especie en estudio (Tabla 2). En el intervalo de 17,5 a 22,5 cm LT, los estómagos estaban vacíos; entre 22,5 a 27,5 cm LT, consumió dos especies de peces, Cocobolo (88,9%) y Mojarra amarilla (11,1%); entre 27,5 a 32,5 cm LT, se registra la mayor diversidad de presas, con mayor ocurrencia de Cocobolo (74,2%),

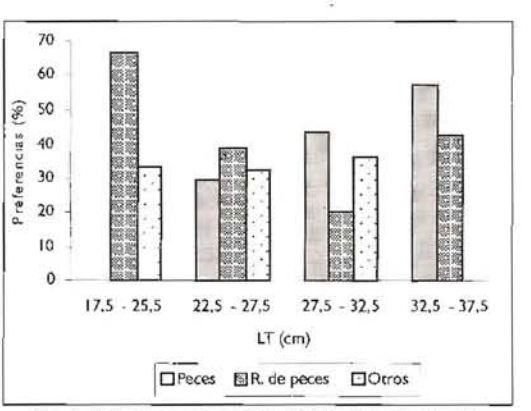

Fig. 4. Preferencias alimenticias del Moncholo de acuerdo con la talla. Año 2001.

Tabla 2. Composición y tamaño de las presas consumidas por *H Malabaricus* en la Ciénaga Grande de Lorica. Año 2001.

Moncholo		Presas consumidas					Tamaño presa (LT)		
LT Cm	n	Cocobolo (%)	M. amarilla (%)	Liseta (%)	Moncholo (%)	Chipe (%)	Mín. (cm)	Máx. (cm)	Prom. (cm)
22,5-27,5	9	88,9	11,1	-	-	-	3,9	10	7,1
27,5-32,5	34	74,2	17,1	2,9	2,9	2,9	4,5	14	8,4
32,5-37,5	4	50	-	25	25	-	7,5	9,2	8,1

Mojarra amarilla (17,1%), Liseta (2,9%), Moncholo (2,9%) y Chipi (2,9%); y en el intervalo 32,5 a 37,5 cm, las presas fueron Cocobolo (50,0%), Liseta (25%) y Moncholo (25%).

Discusión

El alto porcentaje de estómagos vacíos (69,6%) puede estar relacionado con factores como que el pez ya había digerido el alimento cuando fue capturado, o que lo regurgite en el momento de la captura como mecauismo de defensa (Anzola 1977, Pérez-Chaparro *et al.* 2001), concepto que es compartido por González (1981) quien expresa que la elevada proporción de estómagos vacíos podría deberse a una expulsión violenta de los organismos ingeridos a causa de una contracción de la musculatura estriada esofágica como respuesta del animal a la violencia de la captura. Aunque Prejs y Colomine (1981) afirman que dicho caso pudo ser estimulado por el uso de anzuelos y redes agalleras en la captura de los peces estudiados, por lo que no recomiendan su uso.

Varios autores en Brasil han encontrado también alto coeficiente de vacuidad en *H. malabaricus* (Paiva 1974, Caramaschi 1979, Winemiller 1979, Bistoni, Haro & Gutiérrez 1995, Loureiro & Hahn 1996, Alvim 1999, Carvalho, Fernández & Moreira 2002), lo que podría ser consecuencia de largos períodos de ayuno (Paiva 1974), o efecto de las estaciones, presentando un coeficiente de vacuidad más alto en la estación seca (Winemiller 1979).

En los peces piscívoros la frecuencia de estómagos vacíos es mayor que en los omnívoros (Resende *et al.* 2000), al alimentarse con menor frecuencia que los peces herbívoros y omnívoros debido a que consumen una cantidad mayor de alimento en cada comida, por lo que generalmente presentan estómago de mayor volumen (Rotta 2003). Posiblemente mas bien se debe a que cuando los peces cambian a una dieta exclusivamente piscívora, como el Moncholo, que tragan la presa de alto contenido proteico entera, luego de digerir la presa hacen un "ayuno" entre cada predación, caso parecido al de algunos reptiles (Cala, com. pers.)

El alto porcentaje de presas digeridas, al igual que en los estómagos vacíos, puede estar relacionado con factores como los expuestos por Lagler *et al.* (1984), García de Jalón *et al.* (1993), Zavala-Camin (1996), quienes señalan que todos los predadores, como el Moncholo, tienen un intestino mucho más corto, mientras que su estómago es más voluminoso o evolucionado, y presencia de jugos gástricos con pH ácido, favoreciendo una digestión mny rápida.

El proceso reproductivo es otro factor que pudo haber intervenido en el alto porcentaje de estómagos vacíos, debido a que el Moncholo, al igual que otros peces, no consume mucho alimento durante este período a pesar de ser un pez voraz y carnívoro (Dahl 1971, Godoy 1975, Taphorn 1992), lo cual fue confirmado por Cogollo Rodríguez (2001) y Cogollo-Bula *et al.* (2001), quienes observaron que los reproductores de

Moncholo consumen poco alimento durante su época reproductiva, ingiriendo solo aquellas presas que se les acercaban demasiado. Hynes (1950) y Godoy (1975) plantean que la presencia de altos porcentajes de estómagos vacíos puede obedecer a una reducción de la actividad alimentaría como consecuencia de la actividad reproductiva, lo que permite inferir que el alto porcentaje de estómagos vacíos en enero, marzo y agosto está asociado con los desoves de la especie, tal y como lo afirman Betancur y Humanez (2003).

Azevedo y Gomes (1943), afirman que a partir del estado juvenil el Moncholo pasa a ser ictiófago, Bistoni *et al.* (1995) lo describen como una especie zoófaga y eurífaga con fuerte tendencia a comer peces durante toda su vida, encontrando a las sardinas (*Astyanax* spp.) y al Bagre (*Pimelodus albicans*) dentro de sus presas preferidas, Galvis *et al.* (1997) concluyen que en sus estadios juveniles consume larvas de crustáceos e insectos y al crecer cambia su dieta hacia la ictiofagia, conformada principalmente por sardinas (*Astyanax* spp.), mojarritas (*Aequidens* spp) y viejitas (*Curimata* spp.), Alvim (1999) observó el consumo de insectos en las tallas menores y de peces en las mayores, Da Costa (2001) afirma que es exclusivamente piscívoro, y Carvalho *et al.* (2002) señalan el consumo de peces de las familias Characidae, Cichlidae y Lebiasinidae.

El cambio ontogénico en la mayoría de los peces se debe a la diferencia de talla entre las larvas, alevitos y adultos, y el principal cambio obedece al tamaño del ítem alimenticio, el cual puede estar asociado o no al cambio de naturaleza del alimento (Zavala-Camin 1996).

Según Zaniboni-Filho (1997), las especies del género *Hoplias* se alimentan principalmente de otros peces (Piscívoro), presentando un comportamiento de ataque bastante diverso, permaneciendo inmóvil y camuflándose con el ambiente, aguardando la aproximación de la presa; concepto que también es compartido por Taphorn (1992). Pueden ingerir peces enteros, sean grandes o pequeños (Lowe-McConnell 1987, Resende *et al.* 1996, Almeida *et al.* 1997), o camarones (*Macrobrachium* spp.) cuando son abundantes en el medio (Resende *et al.* 1996) y pueden adaptarse al medio de acuerdo con la competencia que exista con otros peces piscívoros (Pompeu & Godinho 2001). Investigadores como Loureiro & Hahn (1996) y Almeida *et al.* (1997) encontraron que aunque se de un aumento en la talla de las presas, y el Moncholo crezca o no, eran más consumidas las presas pequeñas.

La presencia de moncholos en su estómago permite señalar que este pez presenta cierta tendencia caníbal, lo que concuerda con Azevedo y Gomes (1943), Oliveros Rossi (1991) y Almeida *et al.* (1997), quienes observaron varias veces este fenómeno en los ríos Mogi Guassu y Paraná, respectivamente. Zaniboni-Filho (1997) reporta que durante el alevinaje pueden ocurrir grandes pérdidas causadas por el canibalismo, Kennedy *et al.* (2000) plantean que el canibalismo tiende a aumentar cuando las tallas de los individuos confinados son heterogéneas.

Lo anterior confirma lo reportado por Oliveros y Rossi (1991), quienes plantean que la dieta del Moncholo está asociada con la talla, pasando de microcrustáceos a insectos y finalmente a peces, concepto que es compartido por Galvis *et al.* (1997). De igual forma, en la tabla 2 se observa que la talla del Moncholo oscila entre 17,5 y 37,5 cm LT, mientras que la talla de los diferentes peces consumidos se encuentra entre 3,9 y 14 cm LT, concluyéndose que el tamaño promedio de la presa consumida muestra alternancia a medida que aumenta el tamaño del predador.

Generalmente los consumidores carnívoros muestran una tendencia a comer presas más grandes a medida que van creciendo, existiendo una relación entre la talla media máxima de la presa ingerida y el tamaño de la boca del pez (Shirota 1970, Keast 1985), relación que se incrementa hasta cierto punto en su ciclo de vida, decreciendo luego.

Agradecimientos

Los autores expresan sus agradecimientos al Centro de Investigaciones de la Universidad de Córdoba-CIUC, Montería, quien financió este trabajo.

Referencias

Almeida, V. L. L.; N. S. Hahn & A. E. A. M. Vazzoler. 1997. Feeding patterns in five predatory fishes of the high Paraná river floodplain (PR, Brazil). Ecol. Freshw. Fish, 6: 123-133.

Alvim, M.C.C. 1999. Composição e alimentação da ictiofauna em um trecho do alto Rio São Francisco, munícipio de Três Marias-MG. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação en Ecología e Recursos Naturais. Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal de São Carlos (UFScar). São Carlos, Brasil. 98p.

Anzola, E. 1977. Contribución al conocimiento biológico del Blanquillo (*Sorubim lima* Bloch, 1801). Trabajo de grado. Facultad de Biología Marina, Universidad Jorge Tadeo Lozano. Bogotá, Colombia. 126p.

Azevedo, P. & A.L. Gomes. 1943. Contribuçao ao estudo da biologia da traira *Hoplias malabaricus* (Bloch, 1794). Bol. Ind. Animal, 5 (4): 15-64.

Betancur, B. & J.C. Humanez. 2003. Biología reproductiva del Moncholo (*Hoplias malabaricus* Bloch, 1794) en la Cuenca del Río Sinú, Colombia. Trabajo de grado. Departamento de Acuicultura. Universidad de Córdoba. Montería, Colombia. 36p.

Betancur-Vásquez, B., J.C. Humanez, C.W. Olaya-Nieto, G. Tordecilla-Petro, S. E. Sánchez-Banda, F.F. Segura-Guevara & S.B. Brú-Cordero. 2004. Tallas y edades de madurez sexual del Moncholo (*Hoplias malabaricus* Bloch, 1794) en la Ciénaga Grande de Lorica (Colombia). CIVA 2004: 290-296.

Bistoni, M.A., J.G. Haro & M. Gutiérrez. 1995. Feeding of *Hoplias malabaricus* in the wetlands of Dulce River (Córdoba, Argentina). Hidrobiología. 1995; Vol. 316 (2): 103-107.

Bowen, S.H. 1983. Quantitative description of the diet. Chapter 17. In: L.A. Nielsen & D.L. Johnson (eds.). Fisheries techniques. American Fisheries Society. Bethesda, USA.

Brusle, J. 1981. Food and feeding in grey mullet, p. 185-217. In: O. H. Oren (ed.). Aquaculture of Grey mullet. Cambridge Univ. Press, Cambridge.

Cala, P.). 1977. Los peces de la Orinoquia Colombiana: Lista preliminar anotada. Lozania (Acta Zool. Col.) 24: 1-21.

Caramaschi, E.M.P. 1979. Reprodução e alimentação de *Hoplias malabaricus* (Bloch, 1794) na Represa do Rio Pardo (Botucatu, SP) (Osteichthyes, Cypriniformes, Erythrinidae). Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de São Carlos. Brasil. 144p.

Carvalho, L.N., C.H.V. Fernández & V.S.S. Moreira. 2002. Alimentação de *Hoplias malabaricus* (Bloch, 1794) (Osteichthyes, Erythrinidae) no rio Vermelho, Pantanal Sul Mato-Grossense. Rev. Bras. Zoociencias, 4 (2): 227-236.

Castro, D. 1997. Peces del río Putumayo: sector de Puerto Leguízamo. CORPOAMAZONIA. Mocoa, Colombia. 174p.

Cayón, R. & C.W. Olaya-Nieto. 1997. Diagnóstico del subsector pesquero del Municipio de Pinillos, Sur de Bolivar. Corfas. Cartagena, Colombia. 79p.

Cogollo, A. & B. Rodríguez. 2001. Estudio de algunos aspectos reproductivos del Moncholo (*Haplias malabaricus* Bloch, 1794) en condiciones experimentales. Trabajo de grado. Departamento de Acuicultura, Universidad de Córdoba. Montería, Colombia. 45p.

Cogollo-Bula, A.B. Rodríguez-Peroza, C.W. Olaya-Nieto & J. Mercado-Silgado. 2001. Conducta reproductiva del Moncholo (*Hoplias malabaricus*) en condiciones naturales. Memorias VI Simposio Colombiano de Ictiología. 28 (Resumen).

Da Costa, J.M.A. 2001. Actividade alimentar de *Hoplias malabaricus* (Osteichthyes, Erythrinidae) em três rios intermitentes do semi-árido paraibano. Mestrado. Ciencias Biológicas (Zoología), Universidade Federal da Paraíba. Brasil. 108p.

Dahl, G. 1971. Los peces del norte de Colombia. Inderena. Bogotá, Colombia. 391p.

Dahl, G. & F. Medem. 1964. Informe sobre la fauna acuática del Río Sinú. Corporación Autónoma Regional de los Valles del Magdalena y del Sinú. Departamento de Investigaciones Ictiológicas y faunísticas. Bogotá, Colombia. 160p.

Driedzic, W.R., C.F. Phleger, J.H.A. Fields & C. French. 1978. Alterations in energy metabolism associated with the transition from water to air breathing in fish. Can. J. Zool., 56 (4): 730-735.

Galvis, G., J.I. Mojica & M. Camargo. 1997. Peces del Catatumbo. Asociación Cravo Norte. Bogotá, Colombia. 118p.

García de Jalón, D., M. Mayo, F. Hervella, E. Barceló & T. Fernández T. 1993. Principios y técnicas de gestión de la pesca en aguas continentales. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. 247p.

Godoy, M. 1975. Peixes do Brasil. Subordem Characoidei, Bacia do Río Mogi Guassu. Editora Franciscana. Piracicaba. Brasil. Vol. 3.

González, L.W. 1981. Régimen alimentario del Corocoro, *Orthopristis ruber* (Cuvier, 1830) (Pisces: Pomadasyidae) en las zonas adyacentes a la Isla de Margarita, Venezuela. Bol. Inst. Oceanogr. de Venez. Univ. de Oriente, 20 (1-2): 23-32.

Hynes, H.B.N. 1950. The food of fresh-water sticklebacks (*Gasterosteus aculeatus* and *Pygosteus pungitius*) with a review of methods used in studies of the food of fishes. J. Anim. Ecol., 19 (1): 35-58.

Hyslop, E.J. 1980. Stomach contents analysis, a review of methods and their application. J. Fish Biol., 17: 411-429.

Keast, A. 1985. Development of dietary specializations in a summer community of juvenile fishes. Environ. Biol. Fish., 13 (3):211-224.

Kennedy, R.L., A. Salaro, E. Souto & E. E., Zaniboni-Filho. 2000. Avaliaçao de canibalismo e comportamento territorial de alevinos de trairão (*Hoplias lacerdae*). Rev. Acta Scientiarum, 22 (2): 465-469.

Laevastu, T. 1980. Manual de métodos de biología pesquera. Editorial Acribia. Zaragoza, España. 243p.

Lagler, K.F., J.E. Bardach, R.R. Miller & R. M. Passino. 1984. Ictiología. AGT. Mexico D.F. Mexico. 489p.

Lugo, R.L. 1989. Determinación de hábitos, madurez sexual y desove en tres especies ictícas de la cuenca del Río Tomo (Vichada) y consideraciones para el mantenimiento de los padrotes. Universidad Tecnológica de los Llanos Orientales – I. I. O .C. N° 2. Villavicencio, Colombia. 127p.

Loureiro, V. E. & N. S. Hahn. 1996. Dieta e atividade alimentar da traíra, *Hoplias malabaricus* (Bloch, 1794) (Osteichthyes, Erythrinidae), nos primeiros anos de formação do reservatório de Segredo - PR. Acta Limnol. Bras., 8: 195-205.

Lowe-McConnell, R.H. 1987. Ecological studies in tropical fish communities. Cambridge University Press, Cambridge.382p.

Marrero, C. 1994, Métodos para cuantificar contenidos estomacales en peces. Universidad de los Llanos. Caracas, Venezuela. 36p.

Miles, C. 1947. Peces del río Magdalena. Ministerio de Economía Nacional, Sección de Piscicultura, Pesca y Caza. Bogotá, Colombia. 214p.

Nelson, J.S. 1994. Fishes of the world. John Wiley and Sons. New York, USA. 600p.

Olaya-Nieto, C.W. 1988. Diagnóstico del subsector pesquero de la Ciénaga de Chilloa. Colombia. Corfas. Santa Marta. Colombia. 50p. Documento de trabajo.

Olaya-Nieto, C.W., E. Soto & H. Jiménez. 1988. Diagnóstico socioeconómico del subsector pesquero de la Ciénaga de Zapatosa. Colombia. Corpocesar. Valledupar, Colombia. 70p. Documento de trabajo.

Olaya-Nieto, C.W., S.B. Brú-Cordero, F.F. Segura-Guevara & G. Tordecilla-Petro. 2004. Estimación de los parámetros biológicos básicos de peces comerciales del Río Sinú–Fase I. Informe final. Laboratorio de Investigación Biológico Pesquera-LIBP. Departamento de Acuicultura, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad de Córdoba. Lorica, Colombia. Documento de trabajo.

Oliveros, O.B. & L.M. Rossi. 1991. Ecología trófica de *Hoplias malabaricus malabaricus* (Pisces, Erythrinidae). Rev. Asoc. Cienc. Nat. Litor. St. Tome, 22 (2): 55-68.

Oyakawa, O.T. 2003. Family Erythrrinidae (Trahiras), p. 238-240. In R.E. Reis, S.O. Kullander & C.J. Ferraris, Jr. (eds.). Checklist of the freshwater fishes of South and Central America. Editora da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul - EDIPUCRS. Porto Alegre, Brazil. 729p.

Paiva, M. P. 1974. Crescimento, alimentação e reprodução da traíra, *Hoplias malabaricus* (Bloch) no nordeste brasileiro. Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, Brasil. 32p.

Pérez-Chaparro, L., R.E. Ajiaco-Martínez & H. Ramírez-Gil. 2001. Aspectos biológicos de algunas especies de peces de interés ornamental en la baja Orinoquía colombiana, p. 155-210. En: H. Ramírez-Gil & R.E. Ajiaco-Martínez (eds.). La pesca en la baja Orinoquía colombiana: una visión integral. Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura-INPA. Bogotá, Colombia. 2001.

Prejs, A. & G. Colomine 1981. Métodos para el estudio de los alimentos y las relaciones tróficas de los peces. Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela. 129p.

Pompeu, P. S. & A. L. Godinho. 2001. Mudança na dieta da traíra *Hoplias malabaricus* (Bloch) (Erythrinidae, Characiformes) em lagoas da bacia do rio Doce devido à introdução de peixes piscívoros. Revta Bras. Zool., 18(4): 1219-1225.

Resende, E.K.; R.A.C. Pereira; V.L.L. Almeida & A.G. Silva. 1996. Alimentação de peixes carnívoros da planicie inundável do Rio Miranda, Pantanal, Mato Grosso do Sul, Brasil. Embrapa Pantanal. Corumbá, Brasil. Boletim do Pesquisa 03: 1-37.

Resende, E.K.; R.A.C. Pereira; V.L.L. Almeida & A.G. Silva. 2000. Peixes Onívoros da planicie inundável do Río Miranda, Pantanal, Mato Grosso do Sul, Brasil. Embrapa Pantanal. Corumbá, Brasil. Boletim do Pesquisa 16: 1-44.

Rotta, M.A. 2003. Aspectos gerais da fisiología e estrutura do sistema digestivo dos peixes relacionados à piscicultura. Embrapa Pantanal. Corumbá, Brasil. Documento 53: 1-48.

Salinas, Y. E. Agudelo. 2000. Peces de importancia económica en la cuenca Amazónica colombiana. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas-SINCHI. Leticia, Colombia. 140p.

Shirota, A. 1970. Studies on the mouth size of fish larvae. Bull. Japan. Soc. Sci. Fish., 36 (4): 353-368.

Silva, M. & J. Stuardo. 1985. Alimentación y relaciones tróficas generales entre algunos peces demersales y el bentos de Bahía Coliumo (Provincia de Concepción, Chile). Gayana Zool., 49 (3-4): 77-102.

Taphorn, D. 1992. The characiform fishes of the Apure River drainage, Venezuela. BioLlania, Edición Especial, 4: 1-537.

Tordecilla-Petro, G. & S.E. Sánchez-Banda. 2003. Crecimiento y mortalidad del Moncholo (*Hoplias malabaricus* Bloch, 1794) en la Cuenca del Río Sinú, Colombia. Trabajo de grado. Departamento de Acuicultura, Universidad de Córdoba. Montería, Colombia. 42p.

Tordecilla-Petro, G., S.E. Sánchez-Banda & C.W. Olaya-Nieto. 2003. Crecimiento y mortalidad del Moncholo (*Hoplias malabaricus* Bloch, 1794) en la Cuenca del Río Sinú, Colombia, p. 38. En: C.W. Olaya-Nieto & V.J. Atencio (eds.). Memorias VII Simposio Colombiano de ictiología. Montería, Colombia. (resumen).

Valderrama, M. 2002. Monitoreo y estadística pesquera en la cuenca del Río Sinú con participación comunitaria. Quinto año pesquero. Informe final período marzo 2001 - febrero 2002. Informe presentado a Urrá S.A. E.S.P. Montería, Colombia. 123p.

Welcomme, R.L. 1985. River fisheries. FAO, Fish. Tech. Paper, 262 :1-330.

Windell, J.T. 1971. Food analysis and rate of digestion, 215-226. In: W.E. Ricker (ed.). Fish production in freshwaters. Blackwell Scientific Publications. Oxford, England.

Windell, J.T. & S.H. Bowen. 1978. Methods for study of fish diets based on analysis of stomach contents, 219-226. In: T. Bagenal (ed.). Methods for the assessment of fish production in fresh waters. Blackwell Scientific Publications. Oxford, England.

Winemiller, K.O. 1989. Ontogenetic diet shifts and resource partitioning among piscivorous fishes in the Venezuelan Llanos. Environ. Biol. Fish., 26: 177-199.

Wootton, R.J. 1990. Ecology of teleost fishes. Chapman & Hall. London, England. 404p.

Yáñez-Arancibia, A., J. Curiel-Gómez & V. Leyton. 1976. Prospección biológica y ecología del bagre marino *Galeichthys caerulescens* (Günther) en el sistema lagunar costero de Guerrero, México (Pisces:Ariidae). An. Centro Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México, 3 (1): 125-180.

Zavala-Camin, L.A. 1996. Introdução aos estudos sobre alimentação natural em peixes. Editora da Universidade Estadual de Maringá-EDUEM. Maringá, Brasil. 129p.

Zaniboni-Filho E. Piscicultura das espécies nativas de água doce. Departamento de Aqüicultura/UFSC. Florianópolis, Brasil. 1997; sp.

ESTADO DEL CONOCIMIENTO DE LAS CONCENTRACIONES DE HIDROCARBUROS Y RESIDUOS ORGANOCLORADOS EN PECES DULCEACUÍCOLAS DE COLOMBIA

Néstor Javier Mancera-Rodríguez* & Ricardo Álvarez-León**

* Contraloría Delegada para el Medio Ambiente, Contraloría General de la República. Bogotá D.C.
mancera_rodriguez@hotmail.com

** Fundación GeoSur, Bogotá D.C. alvarez_leon@hotmail.com

Abstract

The hydrocarbons and persistent organochlorine compounds constitute some of the most dangerous pollutants in aquatic ecosystems. However, in Colombia the studies and monitoring on the polluting effects and origin of these compounds, as result of their indiscriminating use in the industry, agriculture, in destroying illegal opium poppy and coca fields, and dumping sewage, industrial and municipal wastes into the water bodies, and effusion of oil, mainly as result of terrorist acts causes by bombing oil pipers, are very few. Problem that is complicated because many of these chemical compounds are forbidding round the world, but still used in Colombia.

The knowledge of the contamination of hydrocarbons and organochlorine residues in fresh water fishes is reduced, being restricted in the case of hydrocarbons to the studies carried out in fish of the rivers Magdalena and low Cauca, especially in the area of influence of the pipeline Caño Limon-Coveñas. Regarding the pollution by organochlorine residues it has been carried out research on fish of the rivers Magdalena and Meta.

Further, it has been carried out biological experiments to check the effects of the aquatic contamination on fresh water fish with hydrocarbons, dispersants, phenols, and pesticides.

Key words: Pollution, hydrocarbons, organochlorine, fishes, Colombia.

Resumen

Los hidrocarburos y compuestos organoclorados constituyen unos de los más peligrosos contaminantes en ecosistemas acuáticos. No obstante en Colombia los estudios y monitoreo sobre los efectos y origen de la contaminación por estos compuestos químicos, como resultado del uso indiscriminado en actividades industriales, agropecuarias, destrucción de cultivos ilícitos, vertimiento de aguas servidas al medio ambiente sin el debido tratamiento, vertimiento de petróleo crudo principalmente causado por actos terroristas de voladuras de oleoductos, son muy escasos. Problema que se complica ya que muchos de estos químicos que son de uso prohibido alrededor del mundo, aún se siguen usando en Colombia.

Las investigaciones sobre la contaminación por hidrocarburos y productos organoclorados en peces son muy reducidas. En peces los estudios de hidrocarburos se han realizados en las cuencas de los ríos Catatumbo, Magdalena y bajo Cauca, especialmente en la zona de influencia del oleoducto Caño Limón-Coveñas, y con respecto a los residuos organoclorados, a los estudios realizados en peces de las cuencas de los ríos Magdalena y Meta.

Además, se han realizado algunos bioensayos con peces para evaluar efectos de la contaminación acuática en organismos de aguas dulces, con referencia a hidrocarburos, dispersantes, fenoles, pesticidas.

Palabras clave: Contaminación, hidrocarburos, organoclorados, peces, Colombia.

Introducción

En Colombia se han realizado varios estudios desde la década de los setenta tendientes a conocer la concentración de sustancias químicas en las aguas y sedimentos, luego en los peces y más recientemente en la vegetación acuática y en poblaciones de pescadores que consumen con frecuencia el recurso pesquero obtenido en los principales ríos del país. Los estudios pioneros han sido los realizados por investigadores del desaparecido Instituto de Investigaciones Tecnológicas (IIT). Por ejemplo, los trabajos sobre residuos de detergentes no biodegradables de Vargas y Ramírez (1969), Galiano-Sedano (1972), contaminación industrial Cardeñosa *et al.* (1973), contenido de alquil benceno sulfonado de Galiano-Sedano (1973), sobre fosfatos y alquil benceno sulfonado de Galiano-Sedano *et al.* (1977), contaminación por residuos industriales de Galiano-Sedano (1979) en aguas de ríos colombianos.

Cala (1997), Cala y Sodergren (1995, 1999), con técnicas modernas y específicas, reportan los resultados de la investigación más completa en Colombia, a la fecha, sobre compuestos organoclorados lipofílicos persistentes presentes en tejidos de peces pertenecientes a 32 especies de los ríos Magdalena y Meta. Además, Cala (2001) registra la problemática de la presencia de mercurio en peces de éstos dos ríos. Cala y Sodergren (1995) presentan un resumen sobre la contaminación por metales pesados, con especial atención a los efectos nocivos del mercurio.

El Río Magdalena presenta nn alto grado de contaminación y deterioro de la calidad de sus aguas provocado por el vertimiento diario de una extensa gama de productos químicos como hidrocarburos, pesticidas organoclorados y organofosforados y metales pesados, por parte de las diferentes actividades de tipo indnstrial, agrícola y aguas negras, proveniente en su cuenca de los 17 departamentos que se encuentran en sus riberas. Esto es altamente preocupante ya que buena parte del consumo de peces de agua dulce dentro de la dieta colombiana procede de este río, así como el uso directo de sus aguas por los habitantes ribereños en gran parte de la cuenca. Además de esto, esta cuenca presenta problemas resultantes de la aplicación excesiva de plagnicidas y fertilizantes (CEPIS 2001) que llegan hasta sus aguas.

Este proceso de contaminación en la cuenca del Magdalena ha generado un alto impacto sobre el recurso íctico, que junto con otros factores negativos como la sobrepesca, se ha reflejado en un descenso en las capturas de las principales especies comerciales durante las últimas décadas. La pérdida de especies y la acumulación de estas snstancias contaminates en sus tejidos puede llegar a generar problemas graves de salud pública, especialmente para los pescadores y habitantes de las poblaciones ribereñas que encuentran en este recurso su principal fuente de proteína.

De igual forma, otros ríos del país también están sometidos a la descarga de cantidades considerables de estos contaminantes, sin embargo son escasos los estudios realizados para determinar la concentración en los cuerpos de agua, los sedimentos y la fijación de estas sustancias en los tejidos de peces.

Hidrocarburos. La contaminación por hidrocarburos genera efectos nefastos sobre los ecosistemas. En la cadena alimenticia, el petróleo contamina el plancton, el cual es fuente de alimento de muchos organismos acuáticos, entre ellos los peces, quienes a sn vez sirven de alimento a peces más grandes, reptiles, aves, mamíferos y humanos. Los peces no sólo son contaminados por hidrocarburos al ingerir alimento contaminado, también cuando estas sustancias entran en su organismo a través de las agallas. Igualmente, puede destruir los huevos o contaminarlos produciendo descendencias deformes (AUPEC 1998).

La contaminación por hidrocarburos constituye un serio riesgo para el medio ambiente, ya que son snstancias altamente persistentes que presentan elevados niveles de bioacumnlación y alcan-

zan altas cotas de toxicidad. Las fracciones pesadas de los hidrocarburos son altamente persistentes debido a su baja solubilidad en el agua, lo que hace mas difícil su degradación.

En Colombia se ha presentado la contaminación de diversos cuerpos de agua, principalmente la zona alta de la llanura araucana, la cuenca del Catatumbo, la llanura del valle medio y medio bajo del de la cuenca del Magdalena y los departamentos de Putumayo y Nariño. Las causas han sido por el vertimiento directo de hidrocarburos de aguas aceitosas, por derrames accidentales de crudo o causados por actos terroristas de voladuras de oleoductos. Esto trae como consecuencia efectos nefastos sobre los ecosistemas contaminados en forma directa, a veces letalmente al afectar órganos vitales de los organismos al quedar impregnados por el petróleo derramado. Además, a largo plazo en ecosistemas acuáticos se altera la cadena alimenticia con consecuencias impredecibles a futuro.

Entre 1986 y 1998 se presentaron más de 700 atentados terroristas a los oleoductos colombianos, que generaron el derrame de cerca de 2 millones de barriles de petróleo sobre ciénagas, pantanos, ríos, quebradas y suelos. La mayoría de estos sistemas con vocación agrícola, pecuaria y pesquera. El estimativo de áreas afectadas por voladuras en el país es de más de 6.000 hectáreas de terrenos con potencial agrícola y pecuario, 2.500 kilómetros de ríos y quebradas, y 1.600 hectáreas de ciénagas y humedales (El Tiempo 1998).

La contaminación por hidrocarburos de grandes ciénagas producida por la explotación de pozos petroleros en los que no se aplicaron medidas mínimas de protección, mitigación, ni recuperación, a generado problemas críticos de contaminación, como el ocurrido en la Ciénaga de Palagua que en la actualidad presenta sedimentos constituidos por lodos altamente contaminados por sustancias químicas tóxicas (metales pesados como estroncio, plomo, mercurio, vanadio y otros como sales y óxidos).

El conocimiento de la contaminación por hidrocarburos en peces dulceacuícolas de Colombia es muy reducido, restringiéndose a los estudios realizados por Ecopetrol-ICP *et al.* (1993) en peces de las cuencas de los ríos Magdalena y Bajo Cauca, especialmente en la zona de influencia del oleoducto Caño Limón-Coveñas, contaminación con efluentes de refinería en dos sistemas lénticos del Valle del Magdalena Medio (Escobar-Ramírez, 1975).

Organoclorados. Los compuestos organoclorados forman un grupo muy diverso de productos con características físico-químicas y estructuras muy diversas, con aplicaciones industriales y agropecuarias. Son compuestos persistentes y muy hidrofóbicos, lo que los pone al mismo nivel de interés que los metales pesados o hidrocarburos, debido a su tendencia a bioacumularse y biomagnificarse dentro de la cadena trófica.

Gran parte de los contaminantes del medio ambiente son compuestos organoclorados, como los pesticidas que se pueden clasificar en tres grupos según su estructura química: compuestos derivados de la cloración del etano, como el DDT; los ciclodienos como el clordano, aldrin, dieldrin, y los hexaclorociclohexanos como el lindano. Estas sustancias generan efectos nefastos sobre la dinámica propia de los ecosistemas y debido a su estabilidad química ante los procesos de biodegradación, preseutan una alta permanencia en el medio ambiente por lo que los seres vivos son incapaces de metabolizarlos. Otro grupo de organoclorados de gran importancia en la industria de los plásticos han sido los PCB.

Los pesticidas han provocado severos problemas ambientales, como el DDT que ha originado disminución en la fertilidad y en ocasiones la muerte de aves de presa. Diversos productos bifenilos policlorinados (PCB) han provocado baja en la fertilidad de focas, nutrias y peces teleósteos, riesgos sanitarios y de enfermedades en humanos a través de alimentos, especialmente el pescado, y pueden tener efectos tóxicos agudos, ser cancerígenos o producir alergia y afectar el sistema

nervioso (Cala 1997, Cala & Sodergren 1999). Es por lo anterior que muchos de estos compuestos han sido prohibidos, o restringido su uso, en un gran número de países.

Los compuestos organoclorados se caracterizan por:

– Baja solubilidad en agua, lo que hace que estos compuestos tengan una alta afinidad para acumularse en los tejidos grasos. Siendo los compuestos más persistentes a la degradación los que suelen tener mayor capacidad de bioacumulación.

– Estos compuestos pueden adherirse a algún sólido disponible, con lo que se incrementa su poder contaminante debido a la mayor superficie hábil. Así ocurre en los sedimentos, encontrándose que a menor tamaño de partícula mayor poder de acumulación, afectando a los organismos filtrantes de sedimentos, sobre todo moluscos.

– Alto poder de bioamplificación a través de la cadena trófica, pudiendo llegar a alcanzar niveles de varios cientos de miles e incluso millones de veces el valor de referencia en el agua que le rodea. En términos aproximados se dice que cada vez que subimos un eslabón de la cadena trófica, la concentración de contaminante en el nuevo huésped se multiplica por diez.

Dentro de los organoclorados se encuentran sustancias de interés industrial como los bifenilos policlorados (PCBs) y el hexaclorobenceno (HCB) y los pesticidas (herbicidas, fungicidas, insecticidas), muchos de ellos de alta toxicidad y cuyo uso ha producido la contaminación ambiental a escala mundial tanto de ecosistemas terrestres como acuáticos.

Los PCBs tienen una gran variedad de aplicaciones industriales como fluido dieléctrico, fluido hidráulico, plastificados, en transformadores y capacitadores o condensadores de energía eléctrica, pinturas, plásticos, aceites lubricantes, cables eléctricos y sellantes. Se encuentran ampliamente distribuidos en el medio ambiente, tienen alta persistencia y se acumulan en los organismos produciendo efectos tóxicos agudos y crónicos como desórdenes hepáticos, inmunológicos y reproductivos, problemas respiratorios, así como efectos teratogénicos y cancerígenos.

Estudios realizados en animales indican que los PCBs son oncogénicos (causan tumores) y también en las personas se ha determinado la probabilidad de que algunos compuestos de PCB y mezclas que contienen PCB sean carcinogénicas (Anónimo s.f.).

El hexaclorobenceno es un subproducto en procesos industriales de fabricación y combustión de compuestos clorados, aunque también ha sido utilizado como fungicida en el tratamiento de semillas y preservante de maderas. Al igual que los PCB, tienen efectos tóxicos y son muy persistentes en el medio ambiente.

Dentro de los organoclorados utilizados como plaguicidas se destacan el DDT el cual es un potente insecticida que fue muy empleado en los 50-60's, cuyo uso en el país fue prohibido por el Decreto 704 de 1986 del Ministerio de Salud Pública, excepto para programas de control de vectores en el control de la malaria. El Hexaclorociclohexano (HCH) que es un producto utilizado ampliamente como insecticida, y sus isómeros que se encuentran en diferentes proporciones en los productos comerciales como el caso del Lindano, cuyo uso fue prohibido en 1991. El endosulfano, que es un insecticida y acaricida muy utilizado en todo el mundo en gran variedad de cultivos (frutas, verduras, patatas, cereales, algodón). El Aldrín, Dieldrín y heptaclor, fueron prohibidos a través del Decreto 305 de 1988.

El Aldrín y el Dieldrín son plaguicidas que han sido fabricados comercialmente desde 1950. Los dos compuestos han sido usados como insecticidas en la agricultura para el control de pestes en el suelo y en el tratamiento de semillas y el dieldrin también ha sido usado en salud pública para el control de la mosca tse tse y otros vectores de enfermedades tropicales. A principios de la década de 1970 se restringió el uso de estos compuestos

en varios países, especialmente en el campo de la agricultura. En Colombia, el decreto 1594 de 1984 en su artículo 20 se estipula la prohibición de sustancias nocivas para el medio ambiente y para la salud humana, entre las cuales se encuentran plaguicidas como el Aldrín.

En el ámbito nacional, el Ministerio de Salud (mediante Resolución 010255 de diciembre 9 de 1993) prohibió la importación, producción, comercialización y aplicación de Aldrín, DDT, Heptacloro y otros organoclorados, lo que permite suponer que estos tóxicos se han estado aplicando hasta muy recientemente en Colombia (Gómez-García, 2003).

En Colombia, se utiliza un gran numero de compuestos organoclorados y pesticidas en industrias, actividades agrícolas en cultivos como el arroz, algodón y caña de azúcar, en programas de control de vectores y en programas de erradicación de cultivos ilícitos como la marihuana, la amapola y la coca mediante aspersión aérea. En este último caso se ha llegando a asperjar cerca de 130.000 ha de cultivos durante 2002 (CGR 2003).

Los estudios sobre la distribución, concentración y destino de compuestos organoclorados en peces de agua dulce en el país son escasos, desconociéndose la concentración de éstas en la mayoría de especies de las diferentes cuencas. Estudios puntuales han sido los de Donato (1987, 1991), Donato y González (1990) quienes determinaron concentraciones de Aldrín, Dieldrín, DDT, Lindano y Metilparation en peces en tributarios de la parte alta de los ríos Meta y Ariari, Villa (1990) registra en el sur del Departamento del Tolima la presencia de DDT, Lindano, Dieldrín, B-BHC, Endosulfan, Aldrín, Dimetoato, Clorpirifos, Malatión, Dazinon, Giraldo *et al.* (1996) registraron en la Mojana la presencia del metabolito más común del DDT (pp-DDE) en peces.

Cala (1997), Cala y Södergren (1995, 1999) reportan los resultados de la investigación más completa en Colombia, a la fecha, sobre compuestos organoclorados lipofílicos persistentes presentes en tejidos de peces pertenecientes a 32 especies de los ríos Magdalena y Meta. Ellos realizaron los primeros estudios para Colombia con cromatografía de gases de alta eficiencia y técnicas específicas para peces, determinando las concentraciones de DDT y sus metabolitos alfa, beta y gama-HCH (Hexaclorociclohexano), Hexaclorobenzeno (HCB), Aldrín, Dieldrín, Endrín, Heptaclor, Heptacloroepoxido, así como las primeras investigaciones en Colombia y Suramérica de 30 congéneres de bifenilos policlorados (PCB) en músculos y ovarios de 33 especies de peces en las cuencas de los ríos Magdalena y Meta.

Bioensayos. Uno de los criterios más usados en la actualidad para comprobar los efectos de la contaminación acuática, son los bioensayos, pues a través de ellos se puede evaluar y estimar el efecto tóxico en las agnas receptoras y la respuesta de los organismos que habitan en ellas. Durante la última década, los bioensayos en Colombia se han constituido en una valiosa herramienta en las evaluaciones ambientales de los recursos hídricos.

Los estudios pioneros han sido los realizados por la Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, Universidad Nacional de Colombia, Pontificia Universidad Javeriana y el HIMAT. Entre estos estudios podemos citar A Escobar-Ramírez (1975, 1983), Escobar-Ramírez *et al.* (1978), Ramírez-González (1986, 1988, 1992).

En Colombia las experiencias se iniciaron en la década de los años setenta con trabajos sobre los peces ornamentales y de consumo del centro del país con ensayos estáticos y evaluando las concentraciones que ocasionan detrimento en las especies. En cuanto a capacitación, entre 1987-1989, se llevaron a cabo tres cursos internacionales en relación directa con los bio-ensayos, los cuales han proporcionado una valiosa experiencia y un impulso definitivo, por capacitación, infraestructura que se adquirió y las investigaciones que se generaron.

– Curso Regional CPPS/PNUMA/COI/FAO/AIEA: Técnicas Analíticas para la Determinación de Metales Pesados y Pesticidas en Organismos y Sedimentos Marinos en el Pacífico Sudeste. Cartagena, agosto de 1987.

– Curso Regional CPPS/PNUMA/COI: Bioensayos y Pruebas de Toxicidad para la Evalnación del Efecto de los Contaminantes sobre Organismos Marinos en el Pacífico Sudeste. Cartagena, abril de 1988.

– Curso Regional Inderena/PAC/PNUMA/FAO/COI: Entrenamiento sobre Ensayos Biológicos y Pruebas de Toxicidad como Bases Técnicas para formular un Criterio de Calidad de Agua en el Gran Caribe. Cartagena, junio de 1989.

Con las normas vigentes (Ley 23 de 1973, Decreto 2811 de 1974, Decreto 1594 de 1984), y teniendo en cuenta que los bioensayos son el criterio más utilizado para comprobar los efectos de la contaminación acuática, cada vez son más frecuentes los ensayos con organismos dulceacnícolas.

Es prioritario hacer bioensayos sobre especies tropicales, ya que su comportamiento es significativamente diferente a la de las especies de zonas templadas, las cuales han sido tomadas como base de la legislación para los niveles de tolerancia a los diferentes tóxicos, bajo el supuesto de que estas cifras puedan perfectamente hacerse extensibles a lo largo y ancho de la biósfera (*e.g.* Ramírez-Gónzalez 1988).

Discusión

Contenido de hidrocarburos. Ecopetrol-ICP *et al.* (1993) analizaron las concentración de hidrocarburos en peces, encontrando qne las menores concentraciones promedio de hidrocarburos totales se registran en la Poza Don Alonso (recibe aguas del Río Nechí) y las Ciénagas de Ayapel y Bija con valores menores a 7 µg/g.

De los sitios estudiados se observaron valores máximos altos en el sector de cuatro Bocas (confluencia del Río Cimitarra en el Magdalena) con 74,57 µg/g, las ciénagas de San Marcos con 71,43 µg/g, el Río Ité (Remedios, Antioquia) con 42,64 µg/g, la Ciénaga de Cuenca con 37,49 µg/g, Cuatro Bocas (conflnencia del Río Cimitarra en el Magdalena) con 25,10 µg/g (Tabla 1).

Para las ciénagas de la Cuenca y San Marcos, donde se encontraron altos niveles de hidrocarburos en peces estos no están relacionados con derrames de crudo, sino con el vertimiento de hidrocarburos in situ de origen diferente, evidenciando un problema local de contaminación por mala disposición de los desechos de combustibles y lubricantes por parte de los pobladores del área. Mientras que en las regiones de Cnatro Bocas, Río Ité y Quebrada Las Mercedes, con altos valores de concentración de hidrocarburos en peces, son zonas en las cuales se han presentado derrames de crudo del Oleoducto de Colombia provocados por atentados dinamiteros.

Los hidrocarburos en tejidos de peces de ejemplares capturados en el Río Cimitarra (sector de Cuatro Bocas), se asocian a derrames recientes de crudo provenientes del Oleoducto de Colombia. Por su parte en el caso de las ciénagas de San Marcos y Cuenca las causas son de origen antrópico por vertimientos propios de las actividades allí desarrolladas (Ecopetrol-ICP *et al.* 1993).

En el Río Cimitarra (sector Cnatro Bocas), las especies de peces estudiadas presentaron un mayor nivel de contaminación por hidrocarburos totales, especial en *Triportheus magdalenae* (Arenca), *Prochilodus magdalenae* (Bocachico) y *Pimelodus clarias* (Nicuro), con ejemplares que presentaron acumulación de más de 45 µg/g. En las ciénagas de San Marcos y Cnenca, donde la contaminaeión es puntual y de origen antrópico por mal manejo de residuos, se observaron los valores más altos en los ejemplares de Nicuro y valores medios en Arenca y bocachico. También se encontraron valores altos en *Sorubim cuspicaudus* (Blanquillo) en la Quebrada las Merce-

Tabla 1. Contenido de hidrocarburos (µg/g), registrados en peces dulceacuícolas de Colombia (1 = alifáticos resueltos, 2 = alifáticos no resueltos, 3 = envolventes, 4 = aromáticos, 5 = totales); fuentes: Ecopetrol-ICP et *al.* 1993.

Especies	Localidad	1	2	3	4	5
Brycon moorei	Cuatro Bocas	8,2	9,03	Si	0,01	17,24
Caquetaia kraussii	Poza Don Alonso	2,16	-	No	0,38	2,54
Leporinus muyscorum	Río Ité	21,21	20,08	Sí	1,35	42,64
Pimelodus clarias	Cga de Cuenca	8,54-21,32	13,6	C7-C11	1,99-2,57	10,53-37,49
	Cuatro Bocas	21,81	24,09	Sí	2,65	48,55
Prochilodus magdalenae	Cga. de Ayapel	1,91-2,29	-	-	2,36-4,87	4,65-6,78
	Cga. Bijá	1,63-3,34	-	-	1,84-3,32	3,47-6,66
	Cga. de Lorica	2,88-7,57	-	-	2,54-3,14	5,42-10,71
	Cga. de San Marcos	1,2-39,77	28,33	C7-C12	2,1-3,33	3,3-71,43
	Cuatro Bocas	4,83-41,68	7,9-26,81	Leve-Si	1,6-7,49	17,05-70,09
Roeboides magdalenae	Cuatro Bocas	11,69	16,67	Sí	0,85	29,21
Sorubim cuspicaudus	Quebrada Las Mercedes	6,68	7,57	Sí	1,08	15,33
Triportheus magdalenae	Cga. De Cuenca	1,07-5,29	-	No	3,42-3,79	4,49-9,08
	Cga. de San Marcos	3,5-7,4	8,29	C10-C12	1,45-2,58	6,08-17,14
	Cuatro Bocas	50,22	23,54	Sí	0,81	74,57

des (vía Puerto Berrio–Remedios) y en *Leporinus muyscorum* (Comelón) en el Río Ité (Ecopetrol-ICP *et al.* 1993).

Contenido de organoclorados. Donato (1987) evaluó concentraciones de Aldrín, Dieldrín, DDT, Lindano y Metilparation en peces (*Aequidens* sp., *Astyanax* cf. *bimaculatus, Astyanax* sp., *Cichla* sp., *Crenicichla* sp., *Curimata* sp., *Farlowella* cf. *vittata, Loricaria* spp., *Pimelodus* spp., *Prochilodus mariae*), en 11 estaciones en los caños Guayanas, Tigre, Lechemiel Quetame y los ríos Ariari, Guayuriba, Guayuraba, Humea, Meta y Upía, tributarios del Orinoco (Tabla 2). Este estudio estableció que los efectos letales son más evidentes en aguas ácidas blandas, porque pH ácido asociado a la dureza de las aguas analizadas, magnifican la acción letal de los plaguicidas sobre las comunidades de peces.

Donato y González (1990), hallaron pesticidas en peces del Río Ariari, sistema Río Guaviare (Tabla 3). Donato (1991), confirmó Aldrín, Dieldrín, DDT, Lindano y Metilparation en peces en seis tributarios de la parte alta de los ríos Ariari, Guayuriba, Humea y Meta (Tabla 3).

Villa (1990), registró en el sur del Departamento del Tolima la presencia de DDT, Lindano Dieldrín, B-BHC, Endosulfan, Aldrín, Dimetoato, Clorpirifos, Malatión, Dazinon, en el 50,4% de las muestras estudiadas. Giraldo *et al.* (1996), detectaron en la Mojana la presencia del metabolito más común del DDT (pp-DDE) en peces, en concentraciones que variaron entre 0,6-1,6 ppb.

Tabla 2. Contenido de pesticidas en algunos peces del Departamento del Meta en 1980, 1986 y 1987, según Donato (1987).

Pesticida	Concentración (ppm)
Aldrín Dieldrín	0,10–3,00
DDI	0,10-8,70
Endrín	0,00–6,00
Lindano	0,05-0,10
Metilparation	0,00–0,20

Tabla 3. Contenido de pesticidas (ppm) en peces del Caño Chocho, Puerto López (Meta), según Donato (1991).

Pesticida	Concentración (ppm)
Aldrín	0,004–3,00
Dieldrín	0,004–3,00
DDT	0,100–8,70
Lindano	0,020–0,10
Metilparation	0,100–0,20

Cala (1997) menciona que en peces del Embalse de Betania (alto Magdalena), en Barrancabermeja (medio Magdalena) y en la parte alta del Río Meta se detectaron diferentes concentraciones de DDT y metabolitos en todos los ejemplares muestreados, en unos pocos se encontró Aldrín, con frecuencia Heptacloro y con mayor frecuencia los a, b, y g-HCH (hexaclorociclohexanos). Los PCB (bifenilos policlorados) y congéneres fueron hallados en un 90% de los peces examinados.

Cala y Södergren (1995, 1999), encontraron niveles altos de DDT y PCB en peces en las zonas medio y bajo del Río Magdalena, indicando una contaminación de la comunidad de peces en estas áreas. Los resultados muestran que éste río, sobre todo en su parte baja, después de la unión con el Río Bogotá tiene una alta incidencia de compuestos persistentes de origen antrópico. De 32 especies estudiadas por estos autores, el Aldrín fue detectado únicamente en dos de ellas *Prochilodus magdalenae* (Bocachico) con 95 ng/g de peso graso y *Curimata magdalenae* (Viejita) con 35 ng/g de peso graso, en la zona de Barrancabermeja, por su parte el Dieldrín fue detectado solo en *Pimelodus grosskopfii* (Capaz) con 85 ng/g de peso graso, en la zona del Embalse de Betania.

Cala y Södergren (1999), también encontraron presencia de heptaclorepoxido y HCH (hexaclorociclohexanos) en peces del Embalse de Betania, en Barrancabermeja y en la parte alta del Río Meta (Tabla 4). Por otro lado, la concentración de DDT y PCB encontrada en tejido muscular de las especies estudiadas presentaron un rango entre 55–10700 y 5–5600 ng/g de peso graso respectivamente. En general, la concentración de estos compuestos en los huevos de estas especies de peces fue más baja que otros tejidos con excepción de *Sorubim cuspicaudus* (Blanquillo) en Barrancabermeja, *Hydrolicus scomberoides* (Payara) en la parte alta del Río Meta.

En la investigación de Cala y Sodergren (1999), las especies que presentaron mayor concentración de DDT en los tejidos musculares fueron *Pseudoplatystoma fasciatum* (Bagre), *Hypostomus tenuicauda* (Coroncoro), *Prochilodus magdalenae* (Bocachico), en la zona de Barrancabermeja, y *Pimelodus clarias* (Nicuro) en la parte alta del Río Meta con concentraciones superiores a 5000 ng/g de peso graso. En huevos, la concentración de DDT fue más alta para *Sorubim cuspicaudus* (Blanquillo), *P. magdalenae* en Barrancabermeja, y para *Brachyplatystoma juruense* (Apuy), *P. clarias* y *Hydrolicus scomberoides* (Payara) en la parte alta del Meta con concentraciones superiores a 2500 ng/g de peso graso.

Las especies que presentaron mayor concentración de PCB en el tejido muscular fueron *Hypostomus tenuicauda* en la zona de Barrancabermeja, con concentraciones superiores a 5000 ng/g de peso graso. En huevos la concentración de PCB más alta fue detectada en *Pseudodoras niger* (Sierra) en la parte alta del Meta con concentraciones superiores a 2500 ng/g de peso graso (Cala & Sodergren 1999).

Estos mismos autores mencionan que la ocurrencia de residuos organoclorados en peces de la parte alta del Río Meta refleja la influencia de poblaciones grandes, incremento de la industrialización y uso de pesticidas en la región. Por su parte, los niveles de residuos organoclorados en peces de la zona de Betania son más bajas que las encontradas en Barrancabermeja, indicando baja influencia antrópica en esta región. Los peces predadores por estar en la cima de la cadena trófica presentan los niveles más altos de estos contaminantes persistentes. Sin embargo, los peces de-

Tabla 4. Niveles de pesticidas organoclorados en huevos y tejido muscular de peces colectados en ríos colombianos (tomado de Cala & Sodergren 1999). nd: no detectado.

Especies	Localidad	Item principal alimentario	Heptachlorepoxide (ng/g lipid wt.)		HCH (ng/g lipid wt.)	
			Huevos	Músculo	Huevos	Músculo
Sternopygus macrurus	Barrancabermeja	Invertebrados, peces	nd	nd	nd	nd
Pseudoplatystoma fasciatum	Barrancabermeja	Peces	nd	nd	nd	450
Sorubim cuspicaudus	Barrancabermeja	Peces	123	20	365	20
Hypostomus tenuicauda	Barrancabermeja	Detritos	nd	1060	30	620
Panaque gibbosus	Barrancabermeja	Detritos	10	nd	nd	nd
Prochilodus magdalenae	Barrancabermeja	Detritos	4	nd	24	620
Curimata magdalenae	Barrancabermeja	Detritos	nd	nd	nd	nd
Curimata mivartii	Barrancabermeja	Detritos	6	nd	nd	nd
Cyrtocharax magdalenae	Barrancabermeja	Invertebrados, peces	4	nd	nd	nd
Triportheus magdalenae	Barrancabermeja	Zooplancton	7	nd	nd	nd
Leporinus muyscorum	Barrancabermeja	Invertebrados, detritos	4	nd	nd	nd
Pimelodus grosskopfii	Aguas abajo E. Betania	Insectos, plantas	nd	nd	nd	nd
Prochilodus magdalenae	Aguas abajo E. Betania	Detritos	nd	nd	nd	nd
Caquetaia kraussii	Aguas abajo E. Betania	Insectos, peces	nd	nd	nd	nd
Pimelodus clarias	Embalse de Betania	Insectos, plantas	nd	nd	nd	nd
Pimelodus grosskopfii	Embalse de Betania	Insectos, plantas	nd	nd	11	205
Oreochromis niloticus	Embalse de Betania	Detritos, algas	nd	nd	43	263
Oreochromis rendalli	Embalse de Betania	Plantas	nd	nd	nd	nd
Oreochromis spp. Hibrido	Embalse de Betania	Concentrado (acuicultura)	nd	nd	nd	nd
Ctenolucius hujeta	Embalse de Betania	Peces	nd	nd	nd	nd
Sorubim lima	Puerto López	Peces	21	nd	nd	48
Pseudoplatystoma fasciatum	Puerto López	Peces	nd	nd	nd	830
Pseudoplatystoma tigrinum	Puerto López	Peces	nd	nd	nd	nd
Branchyplatystoma juruense	Puerto López	Peces	nd	nd	80	nd
Paulicea lutkeni	Puerto López	Peces	nd	nd	nd	90
Leiarius marmoratus	Puerto López	Peces	nd	nd	nd	nd
Pimelodus clarias	Puerto López	Invertebrados, plantas	nd	nd	470	700
Pinirampus pinirampu	Puerto López	Peces	nd	nd	nd	nd
Pseudodoras niger	Puerto López	Invertebrados	nd	nd	390	790
Piaractus brachypomus	Puerto López	Plantas	nd	nd	nd	nd
Hydrolicus scomberoides	Puerto López	Peces	nd	nd	8	50
Prochilodus mariae	Puerto López	Detritos	nd	nd	nd	140
Mylossoma duriventris	Puerto López	Plantas	nd	nd	nd	nd

tritivoros presentaron niveles similares a los encontrados en los predadores, esto debido posiblemente a la estrategia de obtención de alimento del fondo ingiriendo sedimentos con altas concentraciones de estas sustancias.

Bioensayos con peces dulceacuícolas. En la tabla 5 se presenta la síntesis de los trabajos realizados en cuanto a bioensayos que involucran evaluaciones ambientales de cinco parámetros (hidrocarburos, dispersantes, pesticidas, temperatura y fenoles). Los trabajos incluyen 11 especies de peces, de las cuales *Prochilodus magdalenae* en seis estudios, *Oreochromis niloticus* en cuatro y *Poecilia sphenops* en tres, han sido las más utilizadas.

La periodicidad y continuación de las evaluaciones no ha seguido un programa nacional o regional a corto y mediano plazo, sino que se han formulado para evaluar problemas accidentales o persistentes en áreas hasta el momento bastante localizadas en Bogotá, Cali, Medellín (debido en parte a la presencia en dichas ciudades de laboratorios idóneos) y los Llanos Orientales. En general se utilizan los métodos sugeridos por APHA, EPA, FAO, IMCO, PAC, PNUMA.

Tabla 5. Síntesis de estudios en bioensayos realizados en Colombia con peces dulceacuícolas (a = hidrocarburos, b = dispersantes, c = pesticidas, d = temperatura, e = fenoles), según Alvarez-León (1998). Fuentes: (1) Escobar-Ramírez (1975), (2) Lara et al. (1977), (3) Montoya (1981), (4) Cabrales et al. (1982), (5) Paredes (1982), (6) Vergara (1982), (7) Barreto (1984), (8) Cabrales et al. (1984), (9) Pedraza (1988), (10) Alvarez-Barrero (1991), (11) Castillo & Nuñez (1991), (12) Martínez & Pérez (1991), (13) Reyes & Cano (1991), (14) Rodríguez & Salazar (1992), (15) Vallejo-Isaza *et al.* (2003).

Especies	a	b	C	d	e	Fuente
Aequides pulcher	X					1
Caquetaia kraussii	X	X	X			1, 3
C. umbrifera	X					2
Dormitator maculatus	X				X	4, 8
Grundulus bogotensis				X		9
Oncorhynchus mykiss			X			2
Oreochromis niloticus			X			6, 11, 12, 13
Oreochromis rendalli		X				5
Pimelodus clarias	X					1
Poecilia sphenops			X			7, 11, 13
Prochilodus magdalenae	X		X			1, 5, 6, 10, 14, 15

Cala y Sodergren (1999), utilizaron métodos estandarizados para el análisis de organoclorados en tejidos de peces por cromatografía de gases de alta eficiencia – detección de captura con electrón (*with electron capture detection*) sobre una columna capilar de cuarzo (DB 5, 60m).

Conclusiones

A partir de la década de 1970 tomaron fuerza consensos a nivel mundial para proponer y acordar mecanismos para controlar serios impactos ambientales, como el aumento sensible de la contaminación de los cuerpos de agua. En Colombia, no obstante que durante las ultimas décadas se ha incorporado en la legislación una visión integral de la gestión del Estado, la cual contempla acciones específicas en materia de control de la contaminación que ha permitido iniciar planes de ordenación ambiental con las industrias, las empresas públicas y las alcaldías municipales, los compromisos institucionales se orientaron principalmente a la solución de deficiencias en la potabilización de aguas y la ampliación de la cobertura de servicios de acueducto y saneamiento básico, con pleno descuido del control y saneamiento ambiental en medios naturales.

El país muestra significativas deficiencias en materia de manejo de los residuos y sus impactos ambientales, que permitan disminuir los daños resultantes del inadecuado manejo de vertimientos y la disposición de residuos a los cuerpos de agua. A pesar que la ley estipula claramente que se debe realizar nn manejo integral de los residuos sólidos y peligrosos dentro de su gestión y deja abierta la posibilidad de implementar instru-

mentos económicos como los tributos o tasas ambientales para propender por un uso racional de los recursos naturales, el tratamiento y la disposición final son los componentes menos desarrollados y en los que menos recursos se invierten, y a su vez los instrumentos económicos tendientes a regular las emisiones de contaminantes provenientes de la actividad industrial, principal causa de contaminación de las aguas del país, no han sido implementados.

La creciente industrialización y rual manejo de las tierras y bosques, sin el debido control y manejo de los residuos y usos químicos, ha comenzado a generar problemas ambientales muy diversos. Se calcula que en 20 años la colonización sólo en la cuenca del Río Magdalena ha destruido 3,5 millones de hectáreas de bosqnes, el transporte de sedimento alcanza las 133.000 ton/año, y en varias áreas del río la concentración por metales pesados (cadmio, hierro, mercurio, plomo, zinc) superan altamente los niveles permitidos en aguas naturales (DNP 1995).

El conocimiento de los niveles de concentración de hidrocarburos en peces es escaso y se ha limitado a los estudios en peces de los ríos Magdalena y bajo Canca, en la zona de influencia del oleoducto Caño Limóu-Coveñas. El mayor aporte de hidrocarburos a los cuerpos de agua y a los peces es generado por derrames de crudo en las actividades propias de explotación petrolera y por la voladura de los oleoductos, consecuencia de actos terroristas. Sin embargo, también existe un alto impacto por contaminación puntual y de origen antrópico por mal manejo de sus residuos.

Los estudios que describen la distribución, concentración de compuestos organoclorados en peces de agua dulce en el país son escasos. Cala (1997), Cala y Sodergren (1995, 1999) presentan los resultados de la investigación más completa en Colombia, quienes determinaron su concentración en ovarios y tejido muscular de peces del Río Magdalena y en la parte alta del Río Meta. Cala y Sodergren (1999) detectaron diferentes concentraciones de pesticidas, como el DDT y sus metabolitos, Aldrín, Heptacloro, y con mayor frecuencia los a,b,g-HCH (hexaclorociclohexanos), y el Heptaclorepoxido. Por otra parte, los PCBs (bifenilos policlorados) y congéneres fueron reportados en un 90% de los peces examinados pertenecientes a 32 especies. Las mayores concentraciones de DDT y PCBs se registraron en peces en las zonas medio y baja del Magdalena, justamente luego de recibir aguas contaminadas de afluentes provenientes de las zonas de mayor concentración industrial y humana de la cuenca como el caso de Río Bogotá, donde se vierten aguas residuales domésticas e industriales de toda clase sin el debido y previo tratamiento (Cala & Sodergren 1999).

Las concetraciones de DDT y PBCs encontradas por éstos autores en tejido muscular de peces variaron entre 55-10.700 y 5-5600 ng/g de peso lípido, respectivamente, siendo mayores en la parte media y baja del Río Magdalena. Para un detallado examen de los resultados de los contenidos de pesticidas y PCBs, por especie y tejido (músculo y oocitos maduros), se recomienda ver Cala y Sodergren (1999).

Cala y Sodergren (1999), mencionan que en ambientes de zonas templadas, los peces predadores, por estar en la cima de la cadena trófica, presentan los niveles más altos de concentración de residuos organoclorados. Sin embargo, este patrón no fue claro en los resultados presentados por estos autores para el Magdalena, ya que peces detritivoros presentaron niveles similares a los encontrados en los predadores.

Estos mismos autores mencionan que asumiendo una estrategia alimentaria cercana al fondo y la ingestión de sedimentos contaminados con estos compuestos, explicaría los niveles iguales o mayores de contaminantes de peces de hábitos alimentarios bentónicos y detritívoros de ríos tropicales, puesto que éstas corrientes periódicamente transportan grandes cantidades de partículas y

detritos, y que la sedimentación y distribución de contaminantes es probablemente diferente a la de los ríos de zonas templadas.

Es necesario revisar la legislación y reglamentación existente a nivel nacional, que permita tener una mejor regulación del uso de los metales pesados y compuestos químicos tóxicos y persistentes utilizados en explotaciones mineras, así como la utilización de plaguicidas y organoclorados (PCBs) en el país. Se debe estudiar la posibilidad de crear impuestos y sanciones económicas por concepto de emisiones y residuos de estas sustancias, buscando incentivar el uso de tecnologías modernas que permitan la introducción de mejores técnicas en el proceso de producción industrial, en la explotación minera, la exploración y explotación de hidrocarburos y en la producción agrícola.

Es prioritario eliminar todo tipo de incentivos o exoneraciones a la importación y/o formulación de plaguicidas altamente tóxicos, la prohibición total de compuestos químicos prohibidos en el país de origen. diseñar y ejecutar un plan para garantizar el manejo adecuado de los empaques y envases de plaguicidas y demás compuestos químicos tóxicos y persistentes. El tratamiento de la contaminación industrial debe comenzarse desde el mismo inicio del proceso productivo, tratando de incorporar los residuos generados al proceso mismo de producción, buscando tener una máxima rentabilidad con un mínimo impacto ambiental.

Es urgente llevar a cabo investigaciones para monitorear hidrocarburos y químicos en ambientes naturales y identificar las fuentes de contaminación hídrica del país, para así poder tomar medidas apropiadas que permitan controlar el vertimiento y mal uso de estos compuestos. La responsabilidad del uso y control de químicos industriales y agrícolas es hoy compartida entre diferentes órganos estatales regionales, por lo que se requiere del establecimiento de un departamento de control de químicos de alta tecnología y nivel gubernamental y con entero poder decisorio que inicie acciones para aliviar la situación presente, como lo proponen Cala y Sodergren (1999).

Es necesario establecer los riesgos que existen en el ambiente por la persistencia durante años de estas sustancias, para lo cual se debe tener información acerca de la distribución y sus concentraciones en aguas, sedimentos y peces, que permita obtener un mejor conocimiento de la dinámica de estas sustancias en los ecosistemas y realizar estudios que determinen como la exposición a estas sustancias afecta los diferentes procesos biológicos de los organismos.

Por ultimo, varios organismos son adecuados para los bioensayos, permitiendo una amplia y heterogénea gama de respuestas dentro de la estructura y dinámica de los ecosistemas, no obstante deberá tenerse especial cuidado, en reducir el número de variables a fin de que las condiciones de la experiencia sean lo más cercanas a la realidad y no existan errores apreciables a la hora de realizar las interpretaciones.

Agradecimientos

A Plutarco Cala, Departamento de Biología de la Universidad Nacional de Colombia, por su crítica y oportuna revisión del manuscrito.

Referencias

Alvarez-Barrero, J. 1991. Pruebas de toxicidad aguda con los efluentes industriales de la empresa Alcalis de Colombia Ltda. sobre crustáceos y peces. Inderena-Regional Bolívar/UNIGA-LB/ ACUATOXIC Ltda. Cartagena. Inf. Técnico. 113p.

Alvarez-León, R. 1998. Los bioensayos con organismos acuáticos y la protección ambiental en Colombia. Rev. AINSA 31: 10-15.

Anónimo, s.f. Bifenilos policlorados. Http://www.monografias.com/trabajos15/bifenilos-policlorados/bifenilos-policlorados.shtml.

AUPEC. 1998. En Gorgona, contaminación por petróleo. Ciencia al día 18-03-1998 Agencia Universitaria de Periodismo Científico. Universidad del Valle, Cali, Colombia. Http://aupec.univalle. Edu. c o/ informes/marzo98/gorgona.html

Barreto, J.F. 1984. Pruebas de toxicidad con un pesticida clorinado policíclico (Aldrin) en la forma cartagenera del complejo *Poecilia sphenops*, Valenciennes 1846. Trabajo de grado, Fac. Biol. Marina, Univ. de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. 76 p.

Cabrales, O.R., S. García, P. Del Valle & M. Ocaña. 1982. Estudio ecológico de las áreas de influencia de Ecopetrol sobre la Bahía de Cartagena Fase IV, Parte I: bioensayos con compuestos cíclicos y efluentes de Ecopetrol en la Bahía. Inderena/Ecopetrol. Cartagena. Inf. final. 57p.

Cabrales, O.R., S. García., P. Del Valle & S. Rojas. 1984. Bioensayos y pruebas de toxicidad con crudos utilizados en Ecopetrol, dispersantes (Corexit 9527 y Corexit 7664) y sus mezclas respectivas. Proy. Ecopetrol/Inderena. Cartagena. Inf. final. 52p.

Cala, P. 1997. Contaminantes organoclorados persistentes en el medio ambiente, con énfasis en peces de agua dulce de Colombia. P: 31. In: Resúmenes de Conferencias y Exposiciones IV Simp. Colomb. de Iciología. Santa Marta, Colombia, agosto 7-10. 103p.

Cala, P. 2001. Occurrence of mercury in some commercial fish species from the Magdalena and Meta rivers in Colombia. Dahlia (Rev. Asoc. Colomb. Ictiol.) 4: 15-19.

Cala, P. & A. Sodergren. 1995. Datos preliminares sobre contaminantes persistentes lipofílicos en peces de agua dulce de Colombia, pp. 25-26 In: Programas y Resúmenes II Encuentro Científico del Depto. de Biol. Univ. Nal. de Colombia, Bogotá D. C.

Cala, P. & A. Sodergren. 1999. Occurrence and distribution of organochlorine residues in fish from the Magdalena and Meta rivers in Colombia. Toxicological and Environmental Chemistry 71: 185-195.

Cardeñosa, J., D. Kanasewich, R. Mendoza, L.E. Rodríguez, V. Rojas, F. Galiano & L.P. de Cristancho. 1973. Evaluación de la contaminación actual en la hoya hidrográfica del Río Magdalena. Proy. IIT/COLCIENCIAS 30026-1-01-70. Vol. 1-2. Bogotá D. C. Inf. final, 200p.

Castillo, E. & L.A. Nuñez. 1991. Bioacumulación y ensayos de toxicidad aguda del cloruro de cadmio en macrocrustáceos y peces. Trabajo de grado, Fac. Química y Farmacia, Univ. de Cartagena. 72 p.

CEPIS (Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente). 2001. Manual de evaluación y manejo de sustancias tóxicas en aguas superficiales. Sección 1. Perspectiva. Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente.OPS/CEPIS/PUB/01.65.

CGR (Contraloría General de la República). 2003. Cuarto informe de evaluación del Plan Colombia. Contraloría General de la República. Bogotá D.C. 83p.

Donato, J. Ch. 1987. Análisis limnológico y concentración de biocidas en peces de los ríos Ariari, Guayuriba, Humea y Meta. Rev. Fac. Cienc. U. Javeriana 1 (1): 29-54.

Donato, J. Ch. 1991. Determinación de aldrin, metilparation en aguas, sedimentos del caño Chocho. Puerto López. Meta. Trianea (Acta Científica Tecnológica Inderena) 4: 437-458.

Donato, J. Ch. & L. E. González. 1990. Estudio de pesticidas en peces, aguas y sedimento en el Río Ariari. Convenio Inderena - Reg. Llanos Orientales/AZOBIONAL. Villavicencio.

DNP (Departamento Nacional de Planeación). 1995. CONPES-2764. Bogotá D.C. Inf. técnico. 20p.

Ecopetroll-CP, Oleoducto de Colombia S.A., Biología Aplicada, Ecology Ltda. & A. Ramírez-González. 1993. Oleoducto Vosconia–Coveñas: estudio de línea base, componentes biológicos y fisicoquímicos de los ecosistemas acuáticos. Empr. Col. Petróleos-Inst. Col. Petróleo. Bogotá D.C. Inf. final. 171p, anexsos.

El Tiempo. 1998. Cuatro graves delitos ambientales. El Tiempo. Semana del 11 al 17 de mayo de 1998.

Escobar-Ramírez, J. J. 1975. Contribución al conocimiento de la contaminación con efluentes de refinería en dos sistemas lénticos del Valle del Magdalena Medio. Trabajo de grado. Fac. Biol. Marina, Univ. de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. 50p.

Escobar-Ramírez, J.J. 1983. Bioensayos y pruebas de toxicidad para evaluar el efecto de la contaminación acuática en los organimos hidrobiológicos y los efectos tóxicos de los derrames de hidrocarburos. 4º Curso Teórico Práctico sobre Control de Derrames de Hidrocarburos, Ecopetrol/ Inderena, Barrancabermeja, abril 25-29. 24p.

Escobar-Ramírez, J.J., H. Arango & C. Fonseca. 1978. Parámetros de calidad de agua para la vida acuática, su toxicidad, con referencia especial en peces: Priemra revisión. Inderena-CIP/Lab. Ensayos Biológicos. Cartagena. Inf. Técnico. s.p.

Galiano-Sedano, F. 1972. Evaluación de los residuos de detergentes no biodegradables en Colombia. Parte experimental, Fase II. Proy. IIT/Ecopetrol. Bogotá D. C.. Inf. técnico.

Galiano-Sedano, F. 1973. Contenido de aquil benceno sulfonado en aguas de los ríos colombianos. Rev. IIT Tecnol. 85: 40-55.

Galiano-Sedano, F. 1979. Estudios sobre la contaminación de residuos industriales en aguas de ríos colombianos. Rev. IIT Tecnol. 11740-47.

Galiano-Sedano, F., N. Sánchez, A, Sánchez & L. D. Melo. 1977. Investigación sobre fosfatos y alquil benceno sulfonado (abs) en aguas de ríos colombianos. Proy. IIT/COLCIENCIAS 30026-1- 05-75-02. Bogotá D.C.. Inf. Técnico. 197p.

Giraldo, E., O. Gómez, G. Lozano & A. Rodríguez. 1996. Grado de contaminación de los recursos hídricos e ictiológicos en la región de la Mojana. Convenio CORPOICA/ICA/UDLA. Bogotá D.C. Inf. Final. 35p, anexos.

Gómez-García M.L. 2003. Selección de un consorcio bacteriano aeróbico de la Ciénaga Grande de Santa Marta con capacidad degradadora del plaguicida organoclorado (Aldrín). Tesis M.Sc. Microbiología, Fac. Ciencias. Universidad Nacional de Colombia. 121p.

Lara, C., J. Valderrama & M. Valderrama. 1977. Ensayos de toxicidad aguda sobre algunas especies ícticas colombianas mediante sistemas estáticos. Trabajo de grado, Fac. Biol. Marina, Univ. de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. 92p.

Martínez, D. & E. A. Pérez. 1991. Pruebas de toxicidad aguda y bioacumulación del DDT en algunos organismos acuáticos. Trabajo de grado, Fac. Química y Farmacia, Univ. de Cartagena. 77p.

Montoya, D. F. 1981. Pruebas de toxicidad aguda LC_{50} con algunos organoclorados en dos especies continentales: Mojarra amarilla (*Petenia kraussii*, Steindeachner 1878) y la Tilapia (*Tilapia rendalli* Boulenger 1898) a partir de ensayos exploratorios. Trabajo de gardo. Fac. Biol. Marina, Univ. de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. 81p.

Paredes, Y. 1982. Determinación de la concentración letal media (LC50) del insecticida Lorsban, sobre dos especies ícticas de la cuenca del Magdalena: *Petenia kraussii* (Mojarra amarilla) y *Prochilodus reticulatus magdalenae* (Bocachico). Trabajo de grado, Fac de Ciencias, Univ. Nal. de Colombia. Bogotá D.C.

Pedraza, G.S. 1988. Evaluación del acondicionamiento y adaptación de la guapucha *Grundulus bogotensis* en condiciones de laboratorio. Empr. Acueducto y Alcantarillado de Bogotá. Bogotá D. C. Inf. contrato 733/88. 62p.

Ramírez-González, A. 1986. Introducción a la ecología matemática aplicada. Fac. Biol. Marina. Univ. de Bogotá Jorge Tadeo Lozano/Sec. del Caribe. Cartagena. 301p.

Ramírez-González, A. 1988. Lineamientos y estadísticas para estudios biológicos de impacto ambiental. Inderena/Infotec Ltda. Bogotá D. C. 498p.

Reyes. N. de las M. & B. Cano. 1991. Ensayos de bioacumulación y determinación de la LC50 a las 96 horas, del fenantreno sobre *Penaeus* sp., *Mugil brasiliensis* y *Orechromis niloticus*. Trabajo de grado, Fac. Química y Farmacia, Univ. de Cartagena. 75p.

Rodríguez, K. & S. Salazar. 1992. Bioensayos y pruebas de toxicidad acuática con cromo hexavalente sobre tres niveles tróficos: *Tetraselmis chuii* (Butcher, 1959), *Penaeus schmitti* (Burkenroad, 1936) y *Prochilodus reticulatus* Steindachner, 1878. Trabajo de grado. Fac. Biol. Marina, Univ. de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. 134p.

Vallejo-Isaza, A., G. Lozano & S. Pérez. 2003. Concentración letal media del triclorfon en bocachico *Prochilodus magdalenae* Steindachner, 1878. p:33. In: Resúmenes VII Simposio Colombiano de Ictiología: Peces y Desarrollo Sostenible. Universidad de Córdoba/ACICTIOS. Montería.

Vargas, A. & M.A. Ramírez. 1969. Evaluación de residuos de detergentes no biodegradables en aguas negras de Bogotá. Rev. IIT Tecnol. 62: 38-46.

Vergara, V. H. 1982. Determinación de la concentración letal media LC50 del herbicida Stam sobre dos especies ícticas de la cuenca magdalénica Tilapia (*Tilapia nilotica*) y Bocachico (*Prochilodus reticulatus magdalenae*). Trabajo de grado, Fac. Biol., Pontificia Univ. Javeriana. Bogotá D.C.

Villa, F. 1990. La variable ambiental en el contexto de la pesquería de la cuenca del Magdalena. Fundación Río Magdalena. Mem. Sem. Presente y Futuro del Río Magdalena. Honda (Tol.), Colombia.

NUEVOS DATOS EXPERIMENTALES SOBRE LA VELOCIDAD DE NATACIÓN DE *CICHLASOMA FACETUM* (PISCES, CICHLIDAE)

Sergio E. Gómez & J. González Naya

Museo Argentino de Ciencias Naturales "Bernardino Rivadavia", Av. Angel Gallardo 470 (1405), Buenos Aires, Argentina.

Abstract

New experimental data about swimming speed in *Cichlasoma facetum* (Pisces, Cichlidae). *Cichlasoma facetum* is a Neotropical freshwater fish recognized like a maneuver specialist, in a functional-morphology plane, by compressed body form and very low cruising speed smaller than one $SL.s^{-1}$, used for maneuver in a complex habitat.

In this paper the maximum swimming speed (VMN), which can be maintained only by 20 seconds, was calculated using a single empirical model. Experiments were carried out in a swimming chamber under laboratory conditions (T = 24.45 °C) at a constant water velocity (V) of 15.43 cm s^{-1}, using 10 specimens of different sizes, with a total range of standard length (LS) between 33.8 and 91.0 mm.

The fatigue time (TA) varied between 0.17 and 24.5 min. The TA was correlated positively with the LS and total weight (P). The relative swimming speed ($VR = V.LS.s^{-1}$) varied between 1.69 and 4.59 (average = 2.79) and correlated negatively with TA (r = -0.8228), the relationship between both variables is TA = exp(6.05782-1.71336.RS); R^2 = 95.80 %.

The VMN was calculated in 4.18 $LS.s^{-1}$ (confidence limits 3.95–4.55). C. facetum used this low acceleration capacity to capture small prey.

Key words: *C. facetum*, swimming speed.

Resumen

Cichlasoma facetum es un pez de agua dulce neotropical que en un plano de morfología funcional es reconocido como un especialista en maniobra. Se caracteriza por la forma orbicular de su cuerpo y su muy baja velocidad de crucero, menor a una longitud estándar por segundo, cualidades que utiliza para maniobrar en un hábitat complejo.

En este trabajo se calculó la velocidad máxima de natación (VMN), que es aquella que solo puede ser mantenida por 20 segundos, utilizando un simple modelo empírico. Los experimentos se llevaron a cabo en un túnel de corriente en condiciones de laboratorio (T = 24,45 °C) con una velocidad constante de corriente de agua (V) de 15,43 cm s^{-1}, se utilizó diez ejemplares de diferentes tallas, con un rango total de longitudes estándar (LS) entre 33,8 y 91,0 mm.

El tiempo de fatiga o arrastre (TA) varió entre 0,17 y 24,5 min. El TA se correlacionó positivamente con la LS y el peso (P). La velocidad relativa de natación ($VR = V.LS.s^{-1}$) varió entre 1,69 y 4,59 (promedio = 2,79) y se correlacionó negativamente con TA (r = -0,8228), la relación entre ambas variables es TA = exp (6,05782–1,71336.VR); R^2 = 95,80.

La VMN fue calculada en 4,18 $LS.s^{-1}$ (intervalos de confianza = 3,95–4,55), valor próximo a estimaciones previas bajo otras condiciones de experimentación. *C. facetum* utiliza esta baja capacidad de aceleración para capturar pequeñas presas.

Palabras clave: *C. facetum*, velocidad de natación.

Introduction

Cichlasoma facetum es un pez euritópico muy abundante en las lagunas pampásicas, conocido como Chanchita. Su distribución incluye sur de Brasil, norte de Argentina y Uruguay, es el cíclido más Austral del mundo. La capacidad de natación es considerada un importante factor de supervivencia, tiene alto interés en un marco ecofisiológico porque determina las interacciones predador-presa y la relación con el hábitat.

En términos generales los peces de la familia Cichlidae presentan un modo de natación que los ubica como "especialistas en maniobra". Aunque existen datos experimentales sobre natación en algunas especies pampásicas de pequeña talla, se ha indicado la necesidad de estudiar a los especialistas en maniobra.

Para *C. facetum* los principales datos biológicos y morfológicos se encuentran en Ringuelet *et al.* (1967), cou amplia distribución en ambientes lénticos se caracteriza por ser carnívoro, cuerpo comprimido de contorno orbicular y hábitos sedentarios. Recientemente (Gómez *et al.* 2003) determinó que esta especie tiene baja velocidad de crucero (<1 LS. s^{-1}), confirmando que los maniobradores tienden a navegar a velocidades bajas (Webb 1984), característica necesaria en ambientes estructuralmente complejos.

El objetivo de este trabajo es determinar la velocidad máxima de natación con un modelo empírico en condiciones controladas de laboratorio.

Materiales y métodos

Se utilizaron 10 ejemplares de *C. facetum* capturados en la Laguna Salada de Monasterio (Chascomús), mantenidos en laboratorio con agua corriente declorada (salinidad = 0,26 g l^{-1}, pH = 6,8 y conductividad = 352 µS). Antes de los ensayos los individuos fueron aclimatados durante siete días a una temperatura entre 23,3 y 25,4 °C, todas las experiencias se realizaron dentro del rango indicado.

Para las mediciones del "tiempo de arrastre" (TA en min) se utilizó la metodología y túnel de corriente de agua descriptos por Trenti *et al.* (1999). El túnel está compuesto por un tubo de acrílico de 105 cm de longitud y 5,6 cm de diámetro por donde el agua circula, impulsada por bomba a una velocidad constante. La técnica básicamente consiste en introducir un ejemplar en el túnel sin circulación de agua, se aumenta la velocidad de corriente muy rápidamente hasta un valor prefijado y constante (V) de 15,43 cm s^{-1} (DE = 0,0818; rango: 15,32-15,53) y se mide el tiempo que transcurre hasta que el animal es arrastrado fuera del túnel.

Para cada individuo, además del TA, se registró la longitud total (LT en mm), longitud estándar (LS en mm), peso fresco en gramos (g), altura del cuerpo como porcentaje de la longitud estándar (AC%), longitud de la cabeza como porcentaje de la longitud estándar (LC%), y el índice de condición ($K = [P.\ 10^5].\ LS^{-3}$). Los TA obtenidos se analizarou en función de las variables morfométricas y de la velocidad relativa de natación (VR) donde para cada ejemplar VR = V/LS

Resultados

Con 10 ejemplares de longitud estándar entre 33,8 y 91 mm, se obtuvieron tiempos de arrastre (TA) comprendidos entre 0,17 y 24,5 minutos. Las variables morfométricas, tiempos de arrastre y velocidades relativas de cada individuo se muestran en la tabla 1. En la tabla 2 se indican los coeficientes de correlación entre los distintos pares de variables en su forma lineal. Los mayores coeficientes positivos significativos corresponden a los pares de variables TA-P, TA-LS y TA-LT, y los negativos significativos a VR-LS, VR-LT y VR-P.

Tabla 1. Tiempo de arrastre (TA) en *C. facetum*. Para cada individuo se indica: longitud total (LT), longitud estándar (LS), peso (P), altura del cuerpo como porcentaje de la longitud estándar (AC%), longitud de la cabeza como porcentaje de la longitud estándar (LC%), índice de condición (K) y velocidad relativa de natación (VR). Se señalan los valores medios (x) y desvíos estándares entre paréntesis.

LT (mm)	LS (mm)	P (g)	TA (min)	AC%	LC%	K	VR ($LS.s^{-1}$)	V ($cm.s^{-1}$)
44	33,8	1,3	0,1667	39,35	23,08	3,367	4,59	15,53
54	40,5	2,3	1,0000	39,51	32,59	3,462	3,78	15,32
63	48,0	5,1	1,7667	46,25	33,33	4,612	3,23	15,53
68	49,8	6,5	0,9167	49,20	32,93	5,263	3,12	15,53
74,5	57,3	7,8	3,7500	43,98	31,59	4,146	2,69	15,45
77	58,1	9,9	6,2500	47,33	32,70	5,048	2,64	15,32
89	67,5	13,4	8,4166	44,74	30,82	4,357	2,28	15,41
97	71,5	17,2	10,4166	45,18	35,94	4,705	2,15	15,38
112	84,5	26,3	22,0	44,02	33,61	4,359	1,82	15,41
123	91,0	40,1	24,5	50,00	30,11	5,321	1,69	15,38
x=80,15 (25,137)	x=60,2 (18,484)	x=12,99 (12,119)	x=7,919 (8,7858)	x=44,95 (3,5555)	x=31,67 (3,4188)	x=4,464 (0,6769)	x=2,799 (0,9052)	x=15,426 (0,0818)

Con uu modelo multiplicativo de regresión, se estableció una relación positiva y significativa ($p < 0,01$) entre tiempo de arrastre (TA) y Longitud estándar (Fig. 1):

$$TA = 8,57.10^{-9} . LS^{4,8927}, R^2 = 94,48\%.$$

Con el mismo tipo de análisis se obtuvo una relación positiva y significativa ($p < 0,01$) entre tiempo de arrastre y peso (Fig. 2):

$$TA = 0,162 . Peso^{1,4432}, R^2 = 92,15\%.$$

En ambos casos el análisis de correlación fue significativo con valores de $r = 0,9721$ y $r = 0,9599$ respectivamente ($n = 10$).

Tabla 2. Matriz de correlación entre las ocho variables indicadas. Abreviaturas como en tabla 1. *: significativo con $p < 0,05$; **: $p < 0,01$; $n = 10$.

	TA	LT	LS	P	AC%	LC%	K	VR
TA	1	0,9489**	0,9505**	0,9737**	0,4075	-0,3149	0,4216	-0,8228**
LT		1	0,9988**	0,9540**	0,5690	-0,3757	0,5882	-0,9512**
LS			1	0,9491**	0,5527	-0,3860	0,5690	-0,9537**
P				1	0,5389	-0,3924	0,5396	-0,8295**
AC%					1	-0,4419	0,9870**	-0,6374*
LC%						1	-0,3474	0,4402
K							1	-0,6596*
VR								1

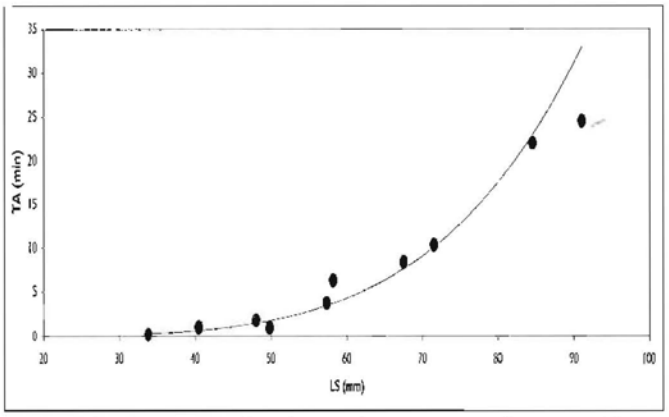

Fig. 1. Diagrama de dispersión y curva de regresión multiplicativa entre el tiempo de arrastre (en minutos) y la longitud estándar (en milímetros) para *Cichlasoma facetum*.

La velocidad relativa de natación (VR) varió entre 1,69 y 4,59 LS.s^{-1} (promedio = 2,79) y se correlacionó negativamente con el tiempo de arrastre (r = - 0,8228; tabla 2). En base a esta correlación negativa se determinó la relación:

TA = exp (6,05782 – 1,71336.VR), R^2 = 95,80%.

Error estándar de la pendiente = 0,1269; Error estándar de la intercepción = 0,3715.

Esta relación y los diez puntos experimentales se muestran en el diagrama de dispersión en escala logarítmica (Fig. 3).

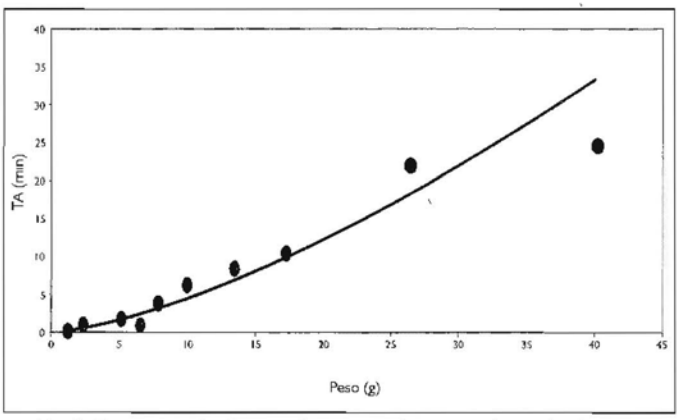

Fig. 2. Diagrama de dispersión y curva de regresión multiplicativa entre tiempo de arrastre (en minutos) y peso (en gramos) para *Cichlasoma facetum*.

Discusión y conclusiones

En cuanto a la forma de natación de los peces se reconocen, en un plano de morfología funcional, especialistas en aceleración, maniobra y natación de crucero, aunque la mayor parte de ellos son generalistas. En *C. facetum*, como en todos los peces, a mayor tamaño corporal (longitud o peso) corresponde una mayor capacidad de natación que usualmente se mide a través del "tiempo de arrastre" y de la "velocidad relativa" en condiciones experimentales. Sin embargo por el momento no hay una única técnica directa para medir la capacidad de maniobra, ésta es una mezcla de cualidades locomotoras relacionadas con la morfología comprimida y posición de las aletas.

Diversos autores (*e.g.* Beamish 1978, Jobling 1995) han indicado que la velocidad máxima de natación es aquella que solo puede ser mantenida por 20 segundos, aplicando este criterio y la relación aquí obtenida (exponencial negativa, Fig. 3), la velocidad máxima de natación fue calculada en 4,18 LS s^{-1} (intervalos de confianza = 3,95-4,55), valor muy próximo a estimaciones previas bajo otras condiciones experimentales (Gómez *et al.* 2003).

C. facetum es un especialista en maniobra, caracterizado por su morfología corporal y la combinación de una baja velocidad de crucero con una baja velocidad de aceleración, utilizada para la captura de pequeñas presas.

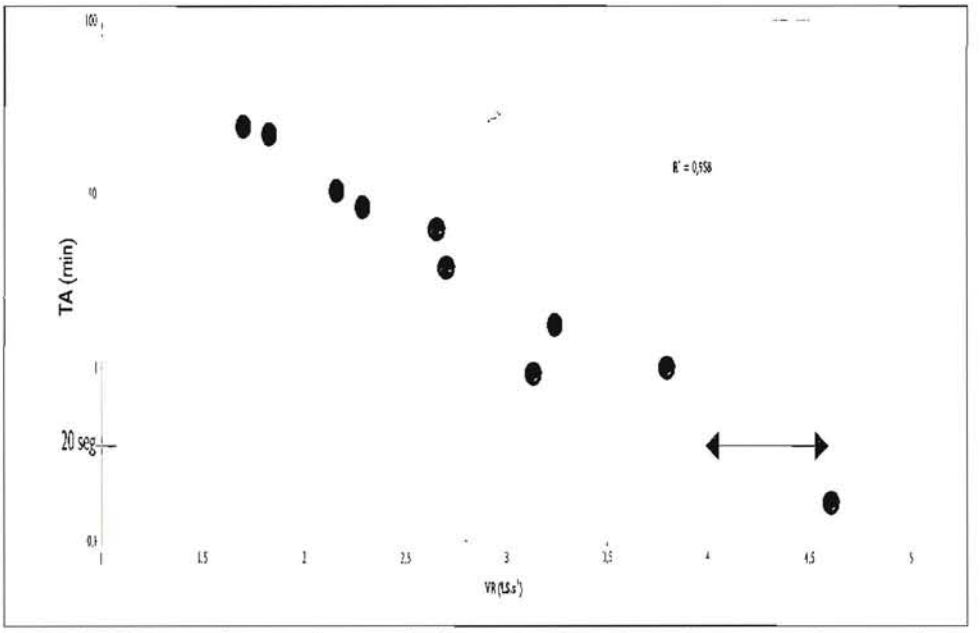

Fig. 3. *Cichlasoma facetum*, diagrama de dispersión y línea de tendencia entre el tiempo de arrastre y la velocidad relativa. La flecha indica el intervalo de confianza para la velocidad máxima de natación (TA= 20 segundos).

Referencias

Beamish, F.W.S. 1978. Swimming capacity. p. 101-187. In W.S. Hoar & D. J. Randall (eds.) Fish Physiology. Academic Press, New York.

Gómez, S., N. J. Gonzalez & A. Giusto. 2003. Velocidad de natación de un especialista en maniobra, *Cichlasoma facetum* (Jenyns) (Pisces, Cichlidae), en condiciones experimentales. Rev. Mus. Argentino Cienc. Nat., n.s. 5(1): 87-92.

Jobling, M. 1995. Environmental biology of fishes. Chapman and Hall. London. 455p.

Ringuelet, R.A., A. Alonso de Aramburu & R. H. Aramburu. 1967. Los peces de agua dulce de la República Argentina. CIC, La Plata. 602p.

Trenti, P.S., S.E. Gómez & R.A. Ferriz. 1999. Capacidad de natación en tres peces Pampásicos, APRONA 13 (38): 2-9.

Webb, P.W. 1984. Form and function in fish swimming. Scientific American 251(1): 72-82.

DIET AND REPRODUCTION ASPECTS OF *ASTYANAX AUROCAUDATUS* (TELEOSTEI: CHARACIDAE) FROM THE UPPER PART OF THE RÍO CAUCA, COLOMBIA

César Román-Valencia & Raquel I. Ruiz C.
Department of Biology, laboratory of ichthyology, University of Quindío, P.O. Box 460, Armenia, Quindío, Colombia
croman@uniquindio.edu.co; astyanax1@tutopia.com

Abstract

Diet and reproductive studies of the characid A. aurocaudatus from alto Río Cauca were carried out. The species reproduces in the rainy and dry season and is nonmigratory. Sexual maturity is achieved at 25 mm standard length as well in males as in females fiches. Fecundity is low (181 oocytes), and sex ratio is 2:1, with predominance of females. A significantly positive correlation was observed between total weight and length. The diet consisted of insects and seeds. A permanent sexual dichromatism is described, and the physical and chemical data of habitat of the species.

Key words: *A. aurocaudatus*, diet, reproduction, Colombia.

Resumen

Este trabajo describe la dieta y la reproducción de la Sardinia A. aurocaudatus del alto Cauca. Esta especie se reproduce en la época seca y al inicio de las lluvias. El pez registró en machos y en hembras una talla mínima de maduración sexual de 25 mm de longitud estándar, la talla de maduración para el 50% de la población fue de 40 mm para machos y de 35 mm de longitud para hembras. La fecundidad fue baja (promedio ponderado de 181 ovocitos). Se observó un predominio de las hembras de 2:1. La dieta consistió de insectos y semillas. Finalmente, se describe el dicromatismo sexual permanente en esta especie y se incluyen datos físicos y químicos de su ambiente.

Palabras claves: *A. aurocaudatus*, dieta, reproducción.

Introduction

In this study we maintain the initial classification of *Astyanax aurocaudatus* given by Eigenmann (1913), Since the observed characters coincide with the description of Eigenmann (1913), and not accepted the monotypic genus *Carlastyanax* aroused by Géry (1972) on the type species *Astyanax aurocaudatus*.

Studies on the ecology of *Astyanax* spp. have been conclusive for *A. bimaculatus* by Pearse (1920), Blanco y Cala (1974) in the Río Meta basin, *A. eigenmanniorum* (Arcifa *et al.* 1991), (Gutiérrez *et al.* 1983, Barlá *et al.* 1988), *A. fasciatus* (Nomura 1975 a,b, López 1978, Hoenicke 1983, Huppop 1986, Arcifa *et al.*1991, Huppop & Wilkens 1991, Barbieri *et al.* 1996, Mora *et al.* 1997, Cala 2005 – in this publication), *A. intiger* (Winermiller & Taphorn 1989) in Venezuela, *A. metae* (Pearse 1920), *A. schubarti* (Nomura 1975 a,b). Taphorn (1992) reported biological data for six species of *Astyanax* from the Río Apure in Venezuela.

Ecological studies of *A. aurocaudatus* are few being limited to some general comments related regional distribution (Román-Valencia 1988), abundance, frequency (Román-Valencia 1993), possible reproduction in January and coloration in males and females (Roman-Valencia 1993, 1995). *A. aurocaudatus* is abundant and have an extensive distribution in the basin. The purpose of this research is to provide data on some ecological aspects of *A. aurocaudatus*.

Materials and methods

719 specimens adult and juvenile fishes (14.67-77.41 mm SL) of *A. aurocaudatus* were collected from three localities in which was the fish species abundant - La Siria (4°35'19"N, 75°42'39"W), La Soledad (4°35'44", 75°42' 03"W), both at 1470 m altitude, along 1 km stretch of stream, situated in La Siria, Río Roble basin, municipality of Circasia 6 km from Armenia, and Boquia (4°38'35", 75° 75'11"W), 1819 m altitude, along a 14 km stretch of Soledad and Siria creeks, situated in Boquia, municipality of Salento, 10 km from Armenia; a tributary of the Río Quindío. Both rivers Qnindío and Roble are tributaries of the upper part of Río Cauca.

Fishes were captured using a seine (size 3.3 x 1.2 m and mesh nice 5.20 mm) during day time, from September 2001 to September 2002, one day per month, with five minutes of collection at each sampling station. The fishes were preserved *in situ* with ice and taken to laboratory the same day. Standard length (SL) and total length (TL) was measnred with digital calipers to 0.01 mm precision, total weight of body (Wt), stomach and gonads (Wo) were weighed with a balance to 0.002 g.

Stomach content analysis was conducted on 303 individuals. Data are expressed as following the numeric (number of food items in stomach), frequency of occurrence (number of stomach with respective food item) methods of Hynes (1950) and Hyslop (1980), and the volumetric according to Pedley and Jones (1978) and Capitoli (1992). The importance index (I) (Oda & Parrish 1981) was used to determinate the importance of each food item, where I=(% occurrence x % volume)/ 100.

The analysis of feeding activity (R) was based on the coefficient of stomach content (Ghazai *et al.* 1991), calculated with the equation:

R = 100xSW/TW, where SW=stomach weight and TW=total weight.

The gonosomatic relationship (GSR) (Vazzoler 1996) was calculated with the equation:

GSR = Wo/Wcx100. Wc = Wt-Wo, where Wo = gonad weight, Wt= fish total weight and Wc = body weight.

The condition factor (K) has often been used to investigate seasonal and habitat differences in condition, fatness, or general well-being (Ricker 1971).

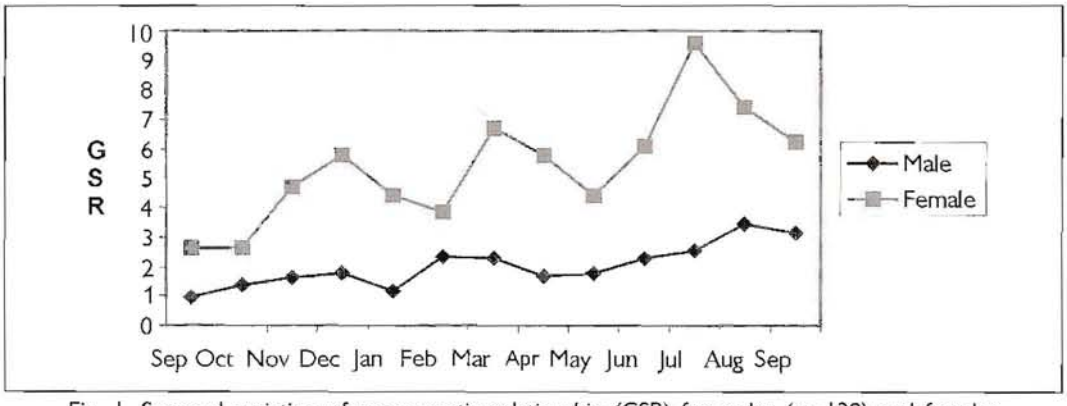

Fig. 1. Seasonal variation of gonosomatic relationship (GSR) for males (n=139) and females (n=151) of *A. aurocaudatus* from the creecks La Siria , Soledad and Boquia. September 2001-September 2002.

The statistical analysis was carried out using the computer software package Statgraphics, vers. 2.6-DOS, according to the methods outlined in Sokal and Rohlf (1995).

Physical and chemical data were recorded (Once per month at each sampling station) as follows: coloration and substrate type by direct observations, dissolved oxygen and temperature with oxygen electrodes, pH with a electrometric method (pH meter), conductivity by way of electrometric method. The width and depth of the sampling sites with the decameter. Other variable such as hardness, alkalinity, chemical oxygen demand (COD), biochemical oxygen demand (BOD.), and chlorides were determined according to the methods outlined in Wetzel and Likens (2000).

Some specimens were deposited in Unidad de Ictiología, Instituto de Ciencias Naturales-Museo Historia Natural (ICN-MHN), Universidad Nacional de Colombia, Bogotá D.C. and Laboratorio de Ictiología, Departamento de Biología, Universidad del Qnindío, Armenia, Colombia.

Results

Habitat. *Astyanax aurocaudatus* inhabits creek secondary type ponds with a width of 1-2 m, withont aquatic macrophytes. The marginal vegetation of the creeks was highly disturbed, canopied with arboreal vegetation and shrubs, dominated by *Guadua angustifolia,* coffee plants, and grasses (Poaceae). *A. aurocaudatus* prefers typically clean and transparent with total visibility water, over a substrate of stones and detritus.

The temperature at the surface varied between 18 and 25 °C; dissolved oxygen of water and humidity of the littoral environment was high; while conductivity, hardness, alkalinity, acidity, COD, BOD, chlorides are low, pH was neutral, the solids were low in Quebrada Soledad and high in Quebrada La Siria (Table 1, 2).

Five other fish species, *Astroblepus cyclopus*, *Bryconamericus caucanus*, *Cetoposorhamdia boquillae*, *Hemibrycon boquiae*, and *Trichomycterus caliense* were found to coexist with *A. aurocaudatus*.

Stomach contents. *A. aurocaudatus* has an elongate sack-like stomach located in the anterior part of the body cavity. It is longer (mean length 5.8 mm) than wider (means width 3.60 mm), and 2-6 blind pyloric caeca attached at the end of the stomach. A strong positive correlation was found between the standard length and stomach length ($r = 0.6$). But the wider stomach is independent on body size ($r = 0.25$).

About 55.93% of the stomach contents consisted of insects with a frequency of 67.2%, 68.66% of the volume and with an importance of 17.73%, which indicates the importance of the items in the diet of *A. aurocaudatus*. Larvae of Diptera from the families Chironomidae, Tipulidae, Muscidae and Brachycera were the most abundant of the insects and represented 9.16% of the consumed food (Table 3). About 40.25% stomach content was plant material, and 1.6% were Annelida, Arachnidae and Nematoda. The vegetable items were fragments of seeds, leaves, stems and fruits of *Siparuna aspera* (Monimiaceae, 25.50%). About 40.25% of the ingested plant are allochtonous.

No significant differences were observed in the composition of the diet between the dry (January-March, June-Augnst) and rainy periods (April-May, September-December). However, annelids were the main food resource of *A. aurocaudatus* at the end of both the dry (March) and wet seasons (May), whereas fruits of *S. aspera* were consumed primarily during the rainy season (October). Furthermore, there were no significant differences observed in the composition of the diet between the sizes of the examined specimens. 11 (3.86%) stomachs were empty.

Table 1. Physical and chemical data of creecks La Siria and La Soledad, tributaries of the Río Roble, alto Cauca.

Variables	La Soledad Station 1	La Soledad Station 2	La Siria		Station 1		Station 2	
	Dry season	Rainy season	Dry season	Rainy season	Dry Season	Rainy season	Dry season	Rainy season
Substrate	Detritus	Detritus	Detritus	Detritus and sand	Detritus and stone	Detritus	Detritus	Detritus
Width (m)	2.9	3	2.6	3	1.9	2.5	3.4	2
Depth (m)	0.3	0.3	0.1	0.2	0.6	0.6	1.2	0.6
pH	6.6	7.2	6.7	7.3	6.5	7.1	6.4	7.2
Surface temperature (°C)	18.5	18.9	19.1	18.9	18.3	19.3	18.3	18
Air temperature (°C)	25.4	19.4	21.1	18.9	18.5	19.4	21.9	18.8
Dissolved oxygen (mg/l)	6.6	6.6	7.2	7.2	7	7.9	7.4	7.7
Saturation (%)	85	98	96	100	97	98	93	106
Relative humidity (%)	70	76	55	70	95	99	95	98
COD (mg/l)	49.9	64.8	55	92	-	74.4	66.4	90.4
BOD (mg/l)	5.2	2.6	5.2	3.7	-	3.9	6	3.7
Total hardness (mg/l)	26	70	22	90	-	40	32	80
Magnesium hardness (mg/l $CaCO_3$)	6	10	2	10	-	36	12	20
Calcium hardness (mg/l $CaCO_3$)	20	60	20	100	-	4	20	100
Alkalinity (mg/l $CaCO_3$)	25	23	25	22	-	25	27	23
Acidity (mg/l)	20	10	20	11	-	11	30	9
Conductivity (µS/cm)	46.4	-	47.3	-	45.8	-	44.5	-
Total solid (mg/l)	118	130	116	160	-	133.3	142	240
Suspended solids (mg/l)	33	6	36	8	-	4	31	6
Dissolved solids (mg/l)	85	124	80	160.3	-	129.3	111	234
Chlorine (mg/l)	13.8	5	22.6	6	-	5.5	21.8	5.8

A strong positive correlation was found between both the SL and TW (3.26+0.10X), r=0.61, n=697, significance (F) 406.58, p=0.01. A strong positive correlation was found between the standard length and intestine length in pooled males and females (r=0.6, n=236). Condition factor varied between 0 (0.029) and 4, and hence it is difficult to infer about the status of this population.

Table 2. Monthly variation (n=14) of physic and chemical variables of creecks La Siria and La Soledad, tributaries of the Río Roble, system alto Río Cauca. August 2001-September 2002. Dissolved oxygen (mg/l), oxygen saturation (%), conductivity (µS/cm), pH and superficial temperature (°C).

	Siria	Soledad	Siria	Soledad	Siria	Soledad	Siria	Soledad	Siria	Soledad
	mg/l		%		µS/cm		pH		°C	
Aug	7.4	6.6	95	85	44.8	46.4	6.3	6.6	18.3	18.5
Sep	6.7	8	86	98	-	-	6.5	7.9	19.3	19.4
Oct	7.2	6.6	94	85	47	48.4	7.8	7.8	19.2	19.2
Nov	7.2	6.1	93	63	58	59	7.8	7.8	19.6	19.6
Dec	7	7.3	90	94	57	59	7.8	7.8	19.6	18.6
Jan	7	6.3	90	82	59	58	7.8	7.8	19.9	19.8
Feb	7.2	3.3	113	54	46.4	48	7.8	7.8	19.4	18.8
Mar	3.6	3.8	68	66	58	65	7.8	7.8	20.2	19.4
Apr	4.4	4.6	65	65	57	62	7.8	7.8	20.3	18.9
May	3.1	2.7	43	37	58	60	7.7	7.8	20.8	19.7
Jun	7.6	7.3	99	93	47.9	60	7.4	8.2	19.9	19.4
Jul	6.8	7.2	89	92	43.7	50.3	-	-	19.6	18.6
Aug	7.5	7.2	37	91	47.3	70	-	-	19.8	18.3
Sep	5.6	6.5	72	84	-	-	-	-	19.8	18.5

Table 3. Stomach contents of *Astyanax aurocaudatus* from the Río Roble, system alto Río Cauca. N: numerical, F: frequency, V: volume, I: importance index. A: adult, L: larvae.

Food items	%N	%F	%V	%I
Chironomidae (L)	8.02	17.47	10.61	1.85
Tipulidae (L)	0.13	0.8	1.1	0.01
Cyclorrapha, Brachicera (L)	0.85	3.61	2.32	0.08
Muscidae (L)	0.16	0.4	0.3	0
Corixidae (L)	0.13	0.4	0.23	0
Corixidae	0.03	0.2	0.09	0
Coleoptera, Gyrinidae & Otilodactylidae (L)	0.26	1.2	1.03	0.01
Ephemeroptera	0.13	0.8	0.38	0
Trichoptera, Odontoceridae & Leptoceridae (L)	1.37	5.62	5.08	0.29
Hymenoptera	0.03	0.2	0.19	0
Neuroptera (L)	0.3	1.2	4.23	0.05
Insect parts (wing, head, leg)	44.52	35.34	43.7	15.44
Arachnidae	1.14	1.81	1.02	0.02
Mollusca: Gastropoda, Pleurocera and Pelecipoda	0.23	1	0.36	0
Nematoda	0.49	2	0.3	0.01
Annelida	0.07	0.2	0.14	0
Stem, leaf	0.68	2.81	2.33	0.07
Seed parts	40.54	22.49	24.05	5.4
Fruits	0.03	0.2	0.46	0
Scales of Characidae	0.59	1.41	2.4	0.03
Stones	0.42	1.41	0.26	0

Reproduction. The maximal development of testes was observed during November-December, February-March and June-September (Fig.1); including both the dry and the rainy season. In October, January and May the GSR was low. The maximal development of ovaries occurred during November-December, March-April, July-September. No correlation was observed between physical and chemical variables (Table 1,2) and the GSR. Our sample contained significantly ($\chi^2 = 93.93$, P=0.001, gl=1) more females (n=465, 68.5%) than males (214, 31.5%), resulting in a sex ratio of 2:1.

The mean number of oocytes per female was 181 during the oviposition period. The highest number of oocytes was observed in May (996 approximately) and the lowest in October (42). The diameter of the mature eggs ranged between 0.50-0.67 mm with a mean diameter of 0.56 mm. No relationships was observed between fecundity and SL (r=0.43). The smallest sexually mature individuals measured 25 mm standard length. Sexual mature individuals of both sexes represented 50% of the population. Males reached larger sizes than females (43.3 mm versus 36.6 mm SL, Fig. 2).

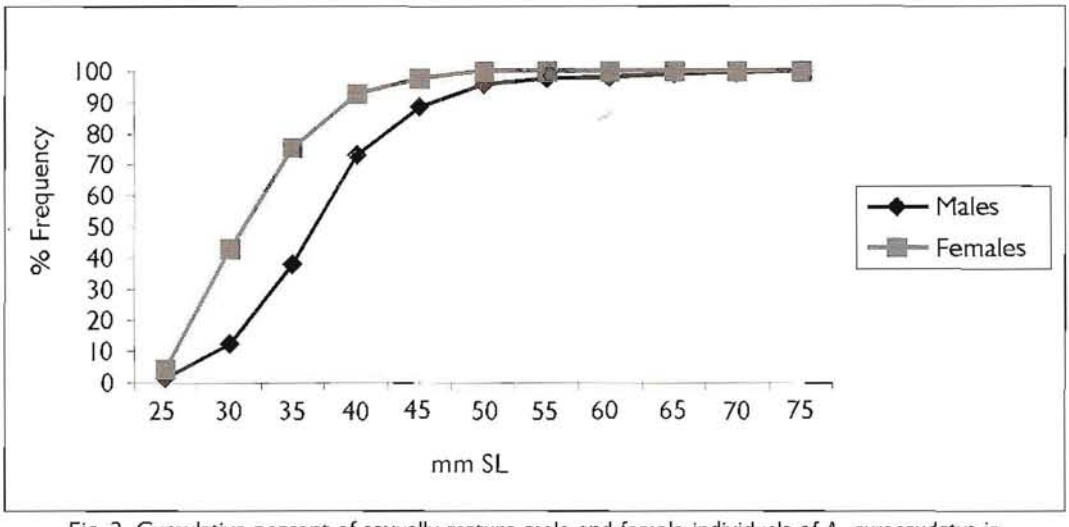

Fig. 2. Cumulative percent of sexually mature male and female individuals of *A. aurocaudatus* in different size classes (SL). September 2001-September 2002.

Sexual dichromatism and dimorphism. Distinctly different coloration patterns were observed in males and females of *A. aurocaudatus*. Males have red pigmentation over the anal and caudal fins, caudal peduncle. The caudal fin lobes are reddish or gray, some times pink and the pectoral and pelvic fins are pink or red with dark margins. The dorsal fin is yellow to pale basely and dark distally region. The predorsal region is green to yellow. The lateral region silver, sometimes gray to blue and the ventral region of the body is white to silver from the snout to the pelvic fin insertion. The humeral spot is blue and vertically elongated. In females a yellow or yellowish-gray pigmentatiou is found on the anal fin base, the caudal peduncle and caudal fin. The dorsal fin is dark yellow basely and deed distally. The rest of the body pigmentation is similar in males and females.

The sexual dichromatism appears wheu individuals reach the reproductive stage and remains for the rest of their life cycle. Males are significantly larger (mean SL 43.3 mm) than female (mean 36.6 mm SL) - F=22.92, P=0.01, gl=1, n=284.

Discussion

Some studies of the feeding behavior in Neotropical fishes indicate that they have trophic specialization. Neotropical species of fish are euritrophic and change their diet according with habitats or season changes (Lowe-McConnel 1987, Sabino and Castro 1990, Gerking 1994). In contrast, this conclusion not concurs with our observations on *A. aurocaudatus*, either with the cougeners *A. bimaculatus* (Blanco & Cala 1974) and *A. fasciatus* (Cala 2005 – in this publication) in which their diet not change according with season changes. *A. aurocaudatus* is parasited by nematode species, which ean not be accounted as part of their food.

The fecundity of *A. aurocaudatus* is lower than that of most species of *Astyanax* (Blanco and Cala 1974, Nomura 1975a,b, Taphorn 1992). The condition factor of *A. aurocaudatus* did not coincide with the model length-weight thus, we were unable to describe the condition on this population. Román-Valencia and Muñoz (2001) reported also the same case for *B. caucanus*.

We suggest that *A. aurocaudatus* spawns during the rainy (April-May, September-October) and dry seasons (January-February). Mora *et al.* (1997) reported that *A. fasciatus* spawns during the entire year, with a maximum between June to September, and Barbieri *et al.* (1996) reported the spawning of this species between October and December. Blanco and Cala (1974) reported that *A. bimaculatus* spawns between March-May. *A. aurocaudatus* males are significantly larger than females. In contrast *A. fasciatus* (Mora *et al.* 1997), *A. bimaculatus* (Nomura 1975b), *A. eigenmanniorum* (Barlá *et al.* 1988) the females are larger than males.

The permanent sexual dimorphism registered for *A. aurocaudatus* may represent the first documented case for freshwater fishes in the Andean region. Reports of permanent sexual dichromatism have been made on cichlids from African lakes and some marine species from the temperate waters (Kodric-Brown 1998).

Kodric-Brown (1998) reported that bird predation may probably constitute an important selective factor that might have allowed the evolution of permanent sexual dichromatism in fishes, especially in tropical or subtropical zones. In such environments predation by species such as kingfishers, herons, and anhingas, can be substantial (Kodric-Brown 1998).

In general, only species that are below the size that is profitable for avian predators (*e.g.* male Poeciliidae), or that can take advantage of shelters (*e.g.* Gobiidae), tend to be permanently dichromatic (Kodric-Brown 1998). Birds prefer or avoid colorful fishes. Although, there were no observations of bird predation in the area, the same observation was reported by Román-Valencia (2001), an observation that concurs with Reznick *et al.* (1992), who stated that there are no avian predators in creeks of Andean mountains.

Acknowledgements

Lara Gasser and Walter D. Van Sickle III (IDEA WILD) provided field equipment. We thank Alvaro Botero (IUQ) for the help during the laboratory and fieldwork. Felipe Castaño G. (HUQ) identified the fruit of Monimiaceae. Richard P. Vari, Horst Wilkens, William A. Bussing, Oakley Forbes, Ricardo Ferriz and Uriel Buitrago-Suárez enriched the paper with language corrections and comments.

References

Arcifa, M.S., T.M. Northcote & O. Froehlich. 1991. Interactive ecology of two cohabiting characin fishes (*Astyanax fasciatus* and *Astyanax bimaculatus*) in an eutrophic Brazilian reservoir. J. Trop. Ecol. 7: 257-268.

Barbieri, G., S.M. Hartz & J.R. Verani. 1996. O fator de condição e indice hepatosomatico 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., J.L.R Freyre, L.M. Giraudoi, M. Gutierrez & E.D. Sendra. 1988. Age and growth of *Astyanax eigenmanniorum* (Cope) (Pisces, Characiformes) from San Roque lake, Argentina. Stud. Neotrop. Fauna & Environm. 23: 177-188.

Blanco, M.C. & P. Cala. 1974. Contribución al conocimiento de la sardina, *Astyanax bimaculatus* (Characidae: Pisces) del caño Pachiaquiarito, Meta, Colombia. Ecología Tropical 1: 3-44.

Cala, P. 2005. Diet and ecological notes of *Astyanax fasciatus* and *Cyphocharax magdalenae* (Pisces: Characiformes), in the Betania Resorvoir, upper part of the Río Magdalena system, Colombia. Dahlia (Rev. Asoc. Colomb. Ictiol.) 8: 3-7.

Capitoli, R.R. 1992. Método para estimar volúmenes do conteúdo alimentar de peixes e macroinvertebrados. Atlántica, Rio Grande 4:117-120.

De Martini, EE. 1985. Social behavior and coloration changes in Painted Greenling, *Oxylebius pictus* (Pisces: Hexagrammidae). Copeia 1985: 966-975.

Eigenmann C. H. 1913. Some results from an ichthyological reconnaissance of Colombia, South America. Part II. Indiana Univ. Studies (131): 1-31

Géry, J. 1972. Contribution à l'étude des poissons characoides de l'Équateur. Avec une révision du genre Pseudochalceus et la desciption d'un nouveau genre endémique du Río Cauca en Colombie. Acta Humboldt. (Ser. Geol. Palaeontol. Biol.) 2: 1-110, pls. 1-8.

Gerking, D.S. 1994. Feeding ecology of fish. Academic Press, N.Y. 416p.

Ghazai, A.M., V. Benech & D. Paugy.1991. L'alimentation de *Brycinus leuciscus* (Teleostei: Characidae) au Mali: aspects qualitatifs, quantitatifs et comportementaux. Ichthyol. Explor. Freshwaters 2: 47-54.

Gutiérrez, M., M.J. Barlá & L.M. Giraudo. 1983. Alimentación de la población de *Astyanax eigenmanniorum* (Cope) (Pisces, Characiformes) del Lago San Roque. Rev. 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 epigean and hypogean populations. Environ. Biol. Fishes 17: 299-308.

Huppop, K. & H. Wilkens. 1991. Bigger eggs in subterranean *Astyanax fasciatus* (Characidae, Pisces) their significance and genetics. Zool. Syst. Evolut-forsch. 29: 208-288.

Hynes, H.B.N. 1950. The food of fresh-water Sticklebacks (*Gasterosteus aculeatus* and *Pygosteus pungitius*), with a review of methods used in studies of the food of fishes. J. Anim. Ecol. 19: 36-58.

Hyslop, E. J. 1980. Stomach contents analysis- a review and methods and their application. J. Fish. Biol. 17: 411-429.

Kodric-Brown, A. 1998. Sexual dichromatism and temporary color changes in the reproduction of fishes. Amer. Zool. 38: 70-8.

López, M.I. 1978. Migración de la Sardina *Astyanax fasciatus* (Characidae) en el Río Tempisque, Guanacaste, Costa Rica. Rev. Biol. Trop. 26: 261-275.

Lowe-McConnel, R.H. 1987. Ecological studies in tropical fish community. Cambridge Univ. Press. 382p.

Mora, J.M., P. Cabrera & W. Alvarado Bogantes. 1997. Crecimiento y maduración sexual de *Astyanax fasciatus* (Pisces: Characidae) en el embalse Arenal, Guanacaste, Costa Rica. Rev. Biol. Trop. 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 Guacu River, Sao Paulo (state). Rev. Bras. Biol. 35: 595-614.

Nomura, H. 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 Guaçcu, SP. Rev. Bras. Biol. 35: 31-547.

Oda, D.K & J.D. Parrish. 1981. Ecology of commercial snappers and groupers introduced to Hawaiian reefs. Proc. of the Fourth Intern.Coral Reef Symp.1: 59-67.

Pearse, A. 1920. The fishes of Lake Valencia, Venezuela. Univ. Wisconsin Stud. Sci. 1: 1-51.

Pedley, R.B. & J.W. Jones. 1978. The comparative feeding behaviour of brown trout, *Salmo trutta* L. and Atlantic salmon, *Salmo salar* L. in Llyn Dwythwch, Wales. J. Fish. Biol. 12: 239-256.

Reznic, D.N., F.H. Rood & M. Cardenas. 1992. Life-history evolutions in guppies (*Poecilia reticulata*: Poecilidae) IV. Parallelism in life-history phenotypes. Amer. Natur. 147: 319-338.

Ricker, W. (ed.). 1971. Methods for assessment of fish production in fresh water. London. Backwell. 326p.

Román-Valencia, C. 1988. Clave taxonómica para la determinación de peces nativos del departamento de Quindío, subsistema alto Río Cauca, Colombia. Actual. Biol. 17: 107-114.

Román-Valencia, C. 1993. Composición y estructura de las comunidades de peces en la cuenca del Río La Vieja, Alto Cauca, Colombia. Biol. Educ. 5: 8-19.

Román-Valencia, C. 1995. Lista anotada de los peces de la cuenca del Río La Vieja, alto Cauca, Colombia. Bol. Ecotrop. 19: 11-20.

Román-Valencia, C. 1998. Alimentación y reproducción de *Creagrutus brevipinnis* (Pisces: Characidae) en alto Cauca, Colombia. Rev. Biol. Trop. 46: 783-789.

Román-Valencia, C. 2001. Ecología trófica y reproductiva de *Trichomycterus caliense* y *Astroblepus cyclopus* (Pisces: Silurifor- mes) en el Río Quindío, alto Cauca, Colombia. Rev. Biol. Trop. 49: 657-666.

Román-Valencia, C & A. Muñoz. 2001. Ecología trófica y reproductiva de Bryconamericus caucanus (Pisces: Characidae). Boll. Mus. Reg. Sci. Nat. Torino 18: 459-467.

Sabino, J. & R.M.C. Castro. 1990. Alimentação, período de atividade e distribuição espacial dos peixes de um riacho da floresta atlântica (Sudeste do Brazil). Rev. Brasil. Biol. 50: 23-36.

Sokal, R.R. & J.F. Rohlf. 1995. Biometry.W.H. Freeman and Co., N.Y. 887p.

Taphorn, D.C. 1992. The characiform fishes of the Apure River drainage, Venezuela. Monografías Científicas del Museo de Ciencias Naturales UNELLEZ - Guanare, Estado Portuguesa, Venezuela .537p.

Vazzoler, A. E. A. de M. 1996. Biología da reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática. Eduem, Maringá, São Paulo. 169p.

Wetzel, R.G. & G.E. Likens. 2000. Limnological analyses. 3rd ed. Springer-Verlag, N.Y. 429p.

Winermiller, k. & D.C. Taphorn. 1989. La evolución de las estrategias de vida en los peces de Los Llanos Occidentales de Venezuela. Biollania 6.

NEW RECORDS OF *APTERONOTUS ESCHMEYERI* (GYMNOTIFORMES: APTERONOTIDAE), IN THE MAGDALENA-CAUCA HYDROGRAPHIC REGION, COLOMBIA

Javier A. Maldonado-Ocampo* & Carlos David de Santana**

*Instituto Alexander von Humboldt, Programa de Inventarios, Claustro de San Agustín, Villa de Leyva, Boyacá, Colombia. jamaldonado@humboldt.org.co

**Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Laboratório de Biologia Evolutiva de Peixes Eletrosensitivos, Manaus AM, Brazil. dsantana@inpa.gov.br

Abstract

The new localities reported here for *A. eschmeyeri* include the lower and upper part of the rivers Cauca and Magdalena (Fig. 2). Thus, now we can say that this species is not only present in the upper Magdalena as was mentioned in the original description.

One of the males found at El Hormiguero, Río Cauca (locality 4, Fig. 2), measured 368 mm total length, which is now the maximum length registered for the species.

Key words: *A. eschmeyeri*, new records.

Resumen

Las nuevas localidades aquí registradas para *A. eschmeyeri*, incluyen la parte baja y alta de los ríos Cauca y Magdalena, así podemos decir que ésta especie no solo está presente en la parte alta del Magdalena, como se mencionó en la descripción original.

Un ejemplar macho capturado en El Hormiguero, Río Cauca (localidad 4, Fig. 2), midió 368 mm de longitud total, la cual es ahora la máxima longitud registrada para la especie.

Palabras clave: *A. eschmeyeri*, nuevos registros.

Introducción

Apteronotidae is the most species-rich gymnotiform family, with 46 species currently recognized as valid (Mago-Leccia 1994, Albert 2001, Albert 2003, de Santana 2003). This family is widely distributed through South America and is most diverse in the Amazon Basin (Albert & Campos-da-Paz 1998).

Currently, eight endemic species of Apteronotidae are known from trans-Andean drainages: Meek and Hildebrand (1913) described *Apteronotus rostratus* from the Río Grande in Panamá; Eigenmann and Fisher (1914), and Regan (1914) described, respectively, *A. mariae* from Girardot, Río Magdalena Basin, and *A. spurrellii* from the Río Condoto, near the town of Condoto, Río San Juan Basin, Pacific drainage in Colombia; *A. jurubidae* was described by Fowler (1944) from the Río Jurubidá, which drains directly to the Pacific Ocean, near the town of Nuquí, Colombia; Miles (1945) described *Ubidia magdalenensis* (= *A. magdalenensis*, Albert & Campos-da-paz 1998) from the Río Magdalena at the town of Honda, in the Magdalena Basin; *A. cuchillo* and *A. cuchillejo* were described by Schultz (1949), both from the Lake Maracaibo Basin in Venezuela. In 2004, de Santana, Maldonado, Severi y Mendes (2004) described *Apteronotus eschmeyeri* (Fig.1) from the upper Magdalena Basin.

In the original description of *A. eschmeyeri* de Santana *et al.* (2004), registered the species at Departamento Cundinamarca, in 1 (Fig.2). Juction of the Río Apulo and Río Bogotá, along railway between Girardot and Facatativá; 2. Girardot; 3. Apulo; Departamento de Tolima, iu 4. Honda; and 5. Rio Luisa. All localities in the Río Magdalena System (Fig. 2).

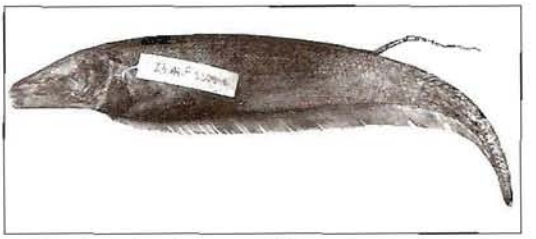

Fig. 1. Lateral view of *Apterontus eschmeyeri* IAvHP (3304) male.

The new localities reported here for *A. eschmeyeri* include the lower and upper part of the Río Cauca and Río Magdalena (Fig. 2). With these new records we can say that this species is not only present in the upper Magdalena as was explained in the original description. However, if we consider that the Magdalena and Cauca Systems as a unique unit, the Magdalena-Cauca hydrographic region (IDEAM 2004), the species continues as endemic to the Trans-Audean region.

One of the males found at El Hormiguero, Río Cauca (locality 4, Fig. 2), measured 368 mm total length, which is now the maximum length registered for the species. In the original description of *A. eschmeyeri* the biggest individual was 303.7 mm.

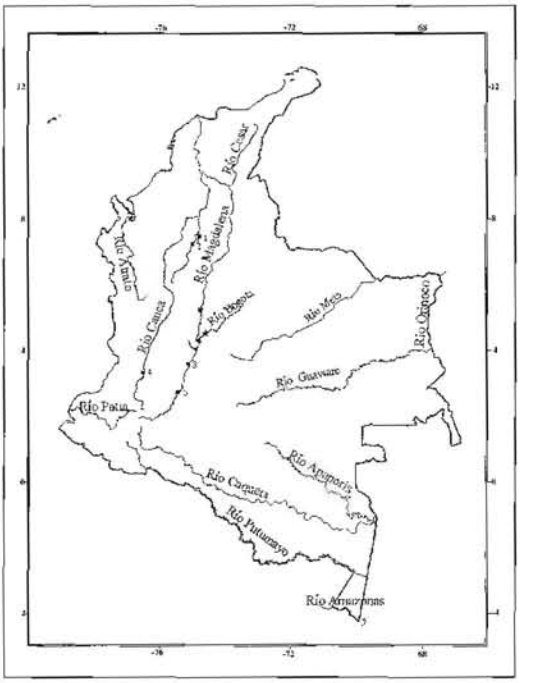

Fig. 2. Distribution of *Apteronotus eschmeyeri* in Colombia. Star showing type locality at Apulo; circle, triangle and asterisk showing localities at Río Luisa, Girardot and Honda, respectively, the pattern of distribution described in the original description. Squares, new registers: 1 - Antioquia, Río Pocuné; 2 - Antioquia, Municipio de Anorí, Río Porce; 3 - Tolima, Municipio de Natagaima, Río Anchique; 4 - Valle del Cauca, Cali, El Hormiguero, Río Cauca; 5 - Huila, junction of Río Yaguará in the Embalse de Betania, Magdalena system

Examine material

California Academy of Science, CAS 72115 (IU 13377), Colombia, Departamento Cundinamarca, Río Magdalena basin, Las Juntas de Apulo, Río Bogotá, along railway between Girardot and Facatativá, M. Gonzales, 1913. Field Museum of Natural History, FMNH 56775, 2 specimens, Colombia, at Girardot, C. H. Eigenmann, 01.02.1912. FMNH 56776, 1 specimen, Colombia, Apulo, M. Gonzales. Instituto de Ciencias Naturales-Museo de Historia Natural (ICNMHN 1732), 1 specimen, Colombia, Huila, lower part of the Río Yaguará, Balneario el Tomo, Río Magdalena system, Plutarco Cala, 1991. ICNMHN 2023 (4), Colombia, Antioquia, Río Pocuné, J. Iván Mojica, 1992. ICNMHN 2495 (1), Colombia, Antioquia, Municipio de Anori, Río Porce, Fernanda Jiménez, 1997. ICNMHN 3412 (2), Colombia, Huila, lower part of the Río Yaguará at the junction in the Embalse de Betania, Plutarco Cala, 1991. ICNMHN 6741 (3), Colombia, at Honda, J.A. Maldonado-Ocampo, 2003. Iustituto Alexander von Humboldt, Colección de Peces Dulceacuícolas. IAVHP 3304 (8), Colombia, Honda, J.A. Maldonado-Ocampo, 2003. IAvHP 4001 (2), Colombia, Tolima, Municipio de Natagaima, Río Anchique, 3°34'34.8 N–75°7'13 W, 366 m altitud, Francisco Villa, 2004. Museo de Ciencias Naturales, Instituto para la Investigación y Preservación del Patrimonio Cultural y Natural del Valle

del Cauca, IMCN 2000 (3), Colombia, at Honda, J.A. Maldonado-Ocampo, 2003. IMCN 2933 (1), Colombia, Valle del Cauca, Cali, El Hormiguero, Río Cauca, Armando Ortega, 2002. United States National Museum, USNM 120473 (1), Colombia, Río Luisa, N. María.

Acknowledgments

Part of this research was supported by grants to JAM and CDS of the Instituto Alexander von Humboldt. Thanks to Armando Ortega of the INCIVA, Museo de Ciencias Naturales, Instituto para la Investigación y Preservación del Patrimonio Cultural y Natural del Valle del Cauca (IMCN), J. Iván Mojica; Instituto de Ciencias Naturales-Museo de Historia Natural, Universidad Nacional de Colombia (ICNMHN) for loan of specimens, to Sergio Córdoba and C. R. Aadland for comments to the manuscript. CDS is indebted for grants got by RONEX/UNISOL/Projeto Piaba, provided by L. N. Chao.

References

Albert, J.S. 2001. Species diversity and phylogenetic systematics of American knifefishes (Gymnotiformes, Teleostei). Miscellaneous Publications, Museum of Zoology, University of Michigan 190: 1-129.

Albert, J.S. 2003. Gymnotiformes: Apteronotidae – ghost knifefishes. P: 497-502. In: E. Reis, S.O. Kullander & C.J. Ferraris Jr. (organizers). Check list of the freshwater fishes of South and Central America. Edipucrs, Porto Alegre, Brazil.

Albert. J.S. & Campos-da-Paz, R. 1998. Phylogenetic systematics of Gymnotiformes with diagnoses of 58 clades: a review of avaliable data. P: 419-446. In: L.R. Malabarba, R.E. Reis, R.P. Vari, Z.M.S. Lucena & C.A.S. Lucena (eds.) Phylogeny and classification of Neotropical fishes. Edipucrs, Porto Alegre, Brazil.

Eigenmann, C.H. & H.G. Fisher. 1914. The Gymnotidae of Trans-Andean Colombia and Equador. Indiana Univ. Stud. 25: 235-237.

Fowler, H.W. 1944. Fresh-water fishes from northwestern Colombia. Proc. Acad. Nat. Sci. Philadelphia 96: 227-248.

Mago-Leccia, F. 1994. Electric fishes of continental waters of America. Fundación para el Desarrollo de las Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales. 207p.

Meek, S.E. & S.F. Hildebrand. 1913. New species of fishes from Panamá. Field Mus. Nat. Hist., Series Zoology, 166, 10 (8): 77-91.

Miles, C. 1945. Some newly recorded fishes from the Magdalena River system. Caldasia 3(15): 453-464.

Regan, C.T. 1914. Fishes from the Condoto River, Colombia, collected by Dr. H.G.F. Spurrell. The Annals and Magazine of Natural History 14 (8): 31-33.

de Santana, C.D., J.A. Maldonado-Ocampo, W. Severi & G.N. Mendes. 2004. *Apteronotus eschmeyeri*, a new species of ghost knifefish from the Magdalena Basin, Colombia (Gymnotiformes: Apteronotidae). *Zootaxa* 410: 1-11.

Schultz, L.P. 1949. A further contribution to the ichthyology of Venezuela. Proc. US Nat. Mus. 99: 1-211.

LA COLECCIÓN DE PECES DEL INSTITUTO ALEXANDER von HUMBOLDT (IAvH), NUEVOS REGISTROS Y REPRESENTATIVIDAD. PARTE I: ORINOQUIA

Juan David Bogotá Gregory* & Javier A. Maldonado-Ocampo**

*Facultad de Biología Marina, Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. Bogotá D.C., juandavidbogota@hotmail.com

**Programa de Inventarios de Biodiversidad, Instituto Alexander von Humboldt, Claustro de San Agustín, Villa de Leyva, Colombia, jamaldonado@humboldt.org.co

Abstract

This paper discusses results of the revision of the fish collection of the Instituto de Investigaciones de Recursos Biológico Alexander von Humboldt (IAvH) corresponding to the Colombian Orinoquia.

Of the 322 fish species identified, 58 are new reports for the region and 35 for the country. The most representative group in the collection are the Characiformes 50.32%, Siluriformes 25.79% and Perciformes 18.84%. These species represent 49.91% of the fishes reported up today to the Colombian Orinoco basin.

The systems that are less represented in the collection are the main channel of the Río Orinoco and Río Tomo, on the contrary, the systems best represented are the Meta and Vichada rivers.

Key words: Fishes IAvH, Orinoquia.

Resumen

Se presenta el resultado de la revisión del material de la colección de peces del Instituto Alexander von Humboldt (IAvH-P) correspondiente a la región de la Orinoquia colombiana.

De las 322 especies de peces determinadas, 58 corresponden a nuevos reportes para la región y 35 para el país. El grupo más representativo dentro de la colección fueron los Characifores 48,8%, Siluriformes 22,7% y Perciformes 18,84%. Este número de especies representan el 49,91% de los peces reportados hasta hoy para la cuenca del Orinoco colombiano.

Los sistemas menos representados dentro de la colección son el cauce principal del Río Orinoco y el Río Tomo, por el contrario, los sistemas mejor representados son los ríos Meta y Vichada.

Palabras clave: Peces IAvH, Orinoquia.

Introducción

En Colombia hay 21 colecciones de peces dulceacuícolas (Ministerio del Medio Ambiente 2000). La colección de peces del IAvH-P es una de las heredadas del Instituto Nacional de Desarrollo de los Recursos Naturales Reuovables – INDERENA, iniciadas en 1971 por el Naturalista Jorge Ignacio Hernández Camacho. Incluye ejemplares de gran parte del territorio nacional, existiendo 4000 registros de catálogo en la actualidad y un número apreciable de especímenes por incluir en la colección. 69,21% de los ejemplares han sido colectados en la Orinoquia colombiana.

La cuenca del Río Orinoco recibe las aguas de una zona muy extensa, cubriendo aproximadamente 1.123.000 km². Sus principales tributarios son: Apure, el cual drena 167.000 km² cerca del 15% del área total del Orinoco; Guaviare, con 159.000 km² y el Meta, el cual drena 103.000 km². Entre los principales tributarios colombianos se encuentran los ríos Arauca, Meta, Cusia-

na, Tomo, Tuparro, Vichada, Ariari, Guaviare, Inírida, los cuales aportan la mayor parte del caudal del alto Orinoco (IGAC 1999).

Actualmente, la cuenca de la Orinoquia colombiana presenta el mayor registro de peces para el país, con 627 especies (Bogotá 2004, Maldonado-Ocampo 2004). Sin embargo, se espera que esta cifra aumente considerablemente ya que esta región debido a su gran extensión presenta sistemas en los cuales no se ha llevado a cabo ningún tipo de estudio. Para mayor información de trabajos en ictiología para la región y estado actual del tema, consultar, por ejemplo: Eigenmann (1922), Géry (1963), Cala (1977, 1987a, 1987b, 1990, 199Ia, 1991b), Kullander (1983), Galvis *et al.* (1989).

El presente trabajo busca determinar con base en parte del material depositado en la colección ictiológica del IAvH-P nuevos registros para el sistema hidrográfico de la Orinoquia, y determinar la representatividad de la colección teniendo en cuenta la composición de especies registradas hasta ahora para la región y para cada uno de los subsistemas que las conforman.

Metodología

El trabajo comprendió cuatro etapas:

1. Digitación de la base de datos de la colección, la cual se realizó en una plantilla de Excel.

2. Revisión taxonómica de los registros de la base de datos de la colección de peces dulceacuícolas colectados en la Orinoquia colombiana, utilizando los trabajos de Eigenmann (1912, 1914, 1925), Collette (1966), Géry (1966, 1977), Mees (1974), Weitzman (1978), Vari (1982, 1984, 1989a, 1989b, 1989c, 1992, 1995), Vari y Goulding (1985), Castro (1986), Burgess (1989), Taphorn (1992), Fink (1993), Ferraris y Vari (1998), Toledo-Piza *et al.* (1999) Lasso y Machado-Allison (2000), Toledo-Piza (2000), Vari y Harold (2001), López y Winemiller (2003), Lucena (2003); además de documentos electrónicos publicados por diferentes especialistas. Debido a la escasa documentación y acceso a claves de identificación de grupos conflicto (p.e. Characidae, Loricariidae), para algunos géneros no se pudo llevar a cabo la determinación a nivel de especie (p. e. *Charax, Cynopotamus, Ancistrus, Rineloricaria, Astroblepus.*).

Debido a que parte de la bibliografía utilizada para la determinación taxonómica no son trabajos recientes y pueden presentarse conflictos nomenclaturales, se ntilizó la Check list of the freshwater fishes of South and Central América organizada por Reis *et al.* (2003), para confirmar la validez de cada una de los nombres determinados. Simultáneamente, algunos especialistas que visitaron la colección colaboraron con la revisión de parte del material que se referencia en este trabajo.

3. Elaboración de un listado taxonómico de los nuevos registros, incluyendo su distribución. Para determinar los nuevos reportes obtenidos de la revisión de los ejemplares de la base de datos de la colección del IAvH-P, para cada una de Ios snbsistemas y la Orinoquia y para Colombia, se tuvo como referencia pnblicaciones anteriores (*e. g.* Cala 1977, 1991b, 1991b, Maldonado-Ocampo 2004, Fish Base, Reis *et al.* 2003).

4. Para fijar la representatividad específica en la colección de peces del IAvH para la Orinoquia y sus subsistemas, básicamente se tuvo en cuenta las especies que hasta el momento han sido reportadas por investigadores citados en el párrafo anterior y compiladas por Maldonado-Ocampo (2004).

Para la presentación de los resultados se sigue la zonificación hidrográfica presentada por el IGAC (1999) para la Orinoquia. La clasificación taxonómica que se sigue en este listado, corresponde a la propuesta en el Check list of the freshwater fishes of South and Central América organizada por Reis *et al.*(2003).

Resultados

De la elaboración de la base de datos de los ejemplares determinados de la colección de peces dulceacuícolas del Instituto Humboldt (IAvH-P), se obtuvo un 69,21% que corresponden a ejemplares colectados en la Orinoquia colombiana (Tabla 1), los cuales representan 322 especies, agrupadas en 10 órdenes, 40 familias y 166 géneros (Tabla 2). El orden Characiformes agrupa la mayor cantidad de especies (167), clasificadas en 78 géneros y 14 familias. Le sigue el orden Siluriformes, con 93 especies distribuidas en 63 géneros y 11 familias. Estos dos ordenes agrupan el 81% de las especies registradas en la colección del IAvH.-P (Fig. 1).

Tabla 1. Porcentaje de registros de peces en la base de datos de la colección del IAvH para los principales subsistema de la Orinoquia colombiana.

Subsistema	Porcentaje
Orinoco (canal principal)	0,05
Inárida	3,17
Guaviare	1,15
Vichada	6,65
Tomo	0,05
Meta	56,67
Arauca	1,47
Total	69,21

Tabla 2. Número de familias y especies por órdenes en la colección del IAvH para la Orinoquia colombiana.

Orden	Familia	Especies
Clupeiformes	1	2
Characiformes	14	167
Siluriformes	11	93
Gymnotiformes	5	23
Ciprinodontiformes	2	3
Beloniformes	1	1
Synbranchiformes	1	1
Perciformes	3	30
Pleuronectiformes	1	1
Lepidosireniformes	1	1
Total	40	322

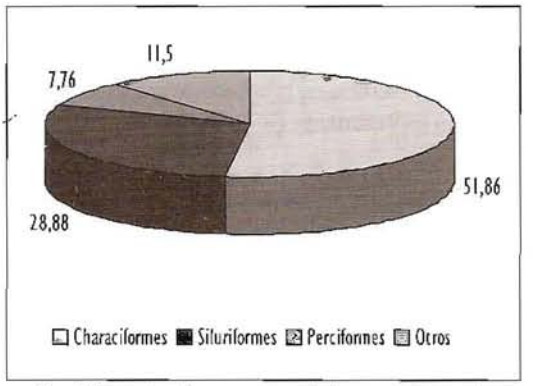

Fig. 1. Porcentaje de especies por órdenes presentes en la colección IAvH-P para la Orinoquia colombiana.

De las 322 especies registradas, 58 son nuevos reportes para la región, de éstos 35 son nuevos registros para Colombia. Así mismo, se registran 4 géneros no reportados con anterioridad para la región (*Dentectus, Aphyocheirodon, Paralloricaria* y *Cetopsorhamdia*). Igualmente, se hace un nuevo registro para la Orinoquia a nivel de orden (Lepidosireniformes) con la única especie *Lepidosiren paradoxa*, la cual fue colectada en el PNN El Tuparro (Tabla 3).

En cuanto al número de registros para cada uno de los subsistemas de la Orinoquia, se puede observar que existe una gran diferencia en cuanto a la procedencia de los ejemplares dentro del área. Por ejemplo, para el subsistema del Meta se reportan 1228 registros que corresponde al 82 % de los registros de la Orinoquia y por el contrario hay subsistemas con un solo registro, como para los ríos Tomo y Orinoco. Para los sistemas restantes, Inírida, Guaviare, Vichada y Arauca, el registro no es tan bajo pero no es significativo con respecto al total de los registros de la colección del IAvH-P (Fig. 2). Una vez más se demuestra que el subsistema del Río Meta es el mas estudiado en la cuenca.

Teniendo en cuenta el número de registros que conforman la colección, existe una alta representatividad taxonómica 49,91% del total de las especies reportadas para la Orinoquia colombiana, y del 63,67% de los géneros reportados hasta

ahora (Fig. 3). A uivel de familia la ictiofauna de la Orinoquia colombiana se encuentra representada en un 93,02% en la colección y a nivel de orden está representada en un 100% (Fig. 3).

A diferencia de la alta representatividad que se demuestra para la región de la Orinoquia en la colección, a nivel de subsistemas se registra nna baja representatividad. Hay subsistemas que se

Tabla 3. Nuevos reportes en la colección IAvH-P para cada uno de los subsistemas principales de la Orinoquia colombiana.

TAXON	Subsistema							Catálogo No. IAvH-P
	Orinoco	Inírida	Guainía	Vichada	Tomo	Meta	Arauca	
Clupieformes								
Engraulidae								
Anchoviella guianensis (Eigenmann, 1912)						x		0822
Characiformes								
Prochilodontidae								
Prochilodus rubrotaeniatus Jardine & Schomburgk, 1841						x		3209
Semaprochilodus cf. *brama* (Valenciennes, 1850)						x		0839
Anostomidae								
Leporinus pearsoni Fowler, 1940						x		1943, 3224
Crenuchidae								
Characidium steindachneri COPE, 1878						x		1897, 1908, 2137, 2791, 2809, 3026
Hemiodontidae								
Bivibranchia fowleri (Steindachner, 1908)		x				x		2305, 2841
Hemiodus microlepis Kner, 1858						x		3183
Characidae								
Creagrutus melanzonus Eigenmann, 1909						x		3233
Creagrutus peruanus (Steindachner, 1875)						x		2734
Creagrutus taphorni Vari & Harold, 2001						x		2005, 2939, 3580, 3584, 3586, 3601, 3602, 3603, 3607
Ctenobrycon hauxwellianus (Cope, 1870)						x		0981
Hemibrycon decurrens (Eigenmann, 1913)						x		2940, 3322, 3323, 3324
Hemigrammus cylindricus Durbin, 1909		x						2555
Hemigrammus micropterus Meek, 1907						x		3150
Hemigrammus cf. *tridens* Eigenmann, 1907						x		2814
Hyphessobrycon albolineatum Fernández-Yépez, 1950						x		0760
Hyphessobrycon bentosi Durbin, 1908						x	x	1265, 2187, 2191, 2468, 3661
Knodus breviceps (Eigenmann, 1908)						x		2538, 2575
Knodus orteguase (Fowler, 1943)						x		3617
Salminus affinis Steindachner, 1880						x		1940, 3333, 3675
Brycon cf. *hilarii* (Valencinnes, 1850)						x		3554
Pristobrycon calmoni (Steindachner, 1908)						x		0933, 2192, 2723
Acestrocephalus boehlkei Menezes, 1977			x			x		1184, 2516, 2619, 3490, 3618
Acestrocephalus ginesi Lasso & Taphorn, 2000						x		2020, 2702
Charax cf. *condei* (Géry & Knöppel, 1976)				x				2268
Cynopotamus tocantinensis Menezes, 1987						x		3238
Aphyocheirodon cf. *hemigrammus* Eigenmann, 1915						x		3164
Saccoderma melanostigma Schultz, 1944						x		1865
Acestrorhynchidae								
Acestrorhynchus heterolepis (Cope, 1878)						x		0834, 0918, 2157

Tabla 3. Continuación.

Cynodontidae						
Cynodon septenarius Toledo-Piza, 2000				x		1043, 1053, 3237
Hydrolicus armatus (Jardine & Schombrgk, 1841)				x		0998, 1759, 2143, 2678
Hydrolicus cf. *wallacei* Toledo-Piza, Menezes & Santos, 1999	x					2754
Lebiasinidae						
Nannostomus harrisoni (Eigenmann, 1909)		x	x			1149, 2311
Piabucina erythrinoides Valenciennes,			x	x		3227, 3228, 3297, 3481, 3482, 3483, 3484, 3485, 3486, 3487, 3488
Ctenoluciidae						
Ctenolucius beani (Fowler, 1907)			x			0387
Siluriformes						
Cetopsidae						
Pseudocetopsis gobioides (Kner, 1858)				x		2459
Pseudocetopsis Orinoco Schultz, 1944				x		0731, 2927, 3002
Trichomycteridae						
Trichomycterus stramineus (Eigenmann, 1917)				x		3337
Callichthyidae						
Corydoras cf. *esperanzae* Castro, 1987			x			0532
Astrobleppidae						
Astroblepus boulengeri (Regan, 1904)				x		3247
Astroblepus cf. *homodon* (Regan, 1904)				x		2018
Loricariidae						
Dentectus barbarmatus Mártin, Isbrücker & Nijssen, 1982				x		2672, 3252
Loricarichthys cf. *Acutus* (Valenciennes, 1840)				x		1947
Paraloricaria vetula (Valenciennes, 1836)				x		3956
Hypostomus ventromaculatus Boeseman, 1968				x		3249
Ancistrus bodenhameri Schultz, 1944				x		3338, 3339
Chaetostoma dupouii Fernández-Yépez, 1945				x		3369
Chaetostoma milesi Fowler, 1941				x		1829, 1998, 2907, 3344, 3345, 3347, 3348, 3350, 3351, 3352, 3353, 3354, 3356, 3357, 3358, 3359, 3360, 3367, 3843, 3952
Chaetostoma nudirostre Lütken, 1874				x		1984
Chaetostoma tachiraense Schultz, 1944				x		3362, 3363, 3364, 3365
Heptapteridae						
Cetopsorhamdia cf. *Pickiei* Schultz, 1944				x		3648
Pimelodidae						
Hypophthalmus marginatus Valenciennes, 1840					x	3775
Pimelodus coprophagus Schultz, 1944				x		0809, 0928,1939, 3733, 3734, 3735, 3736, 3739
Doradidae						
Pterodoras rivasi (Fernández-Yépez, 1950)				x		2462
Perciformes						
Scianidae						
Pachypops fourcroi (La Cepède, 1802)				x		3200, 3294
Cichliidae						
Aequidens chimanranus Inger, 1956		x	x			0884, 1581
Geophagus abalios López-Fernández & Taphorn, 2004		x				1195
Lepidosireniformes						
Lepidosirenidae						
Lepidosiren paradoxa Fitzinger, 1837			x			3995

encuentran poco o nada representados en la colección. Los subsistemas mejor representados son los ríos Vichada y Meta con el 32,8% y el 35,8%, respectivamente (Fig. 4). Estas cifras de representatividad siguen un patrón general de lo que ha sido el estudio de la ictiofauna en la Orinoquia colombiana ya que uno de los subsistemas mejor estudiados son los del Meta y Guavia-

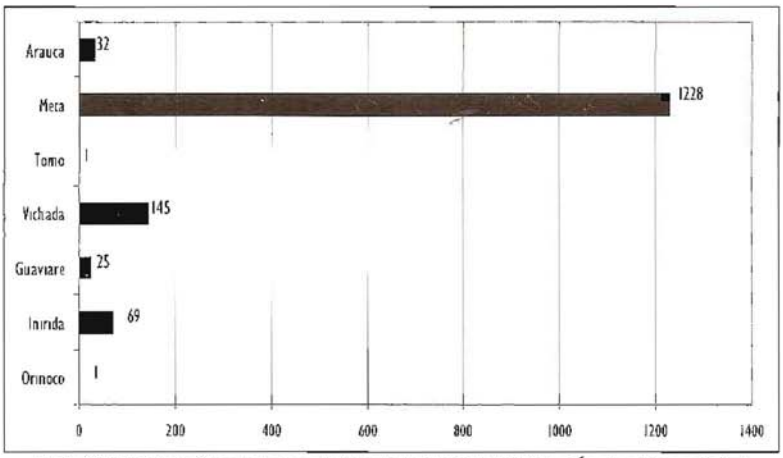

Fig. 2. Número de registros en la base de datos de la colección del IAvH por cada sistema principal de la Orinoquia colombiana.

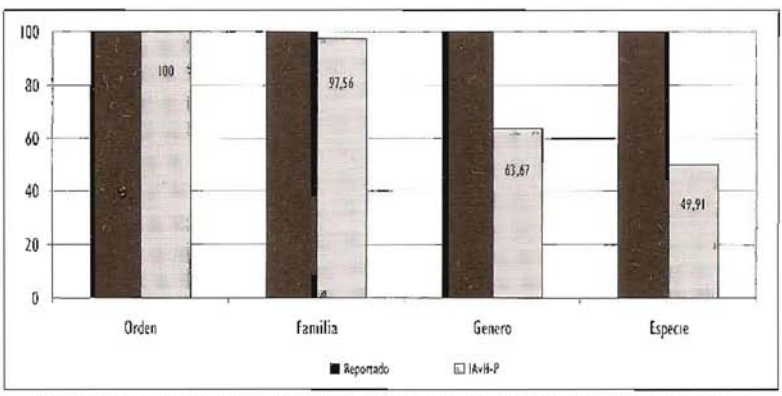

Fig. 3. Representatividad taxonómica de peces en la colección IAvH-P para la Orinoquia colombiana.

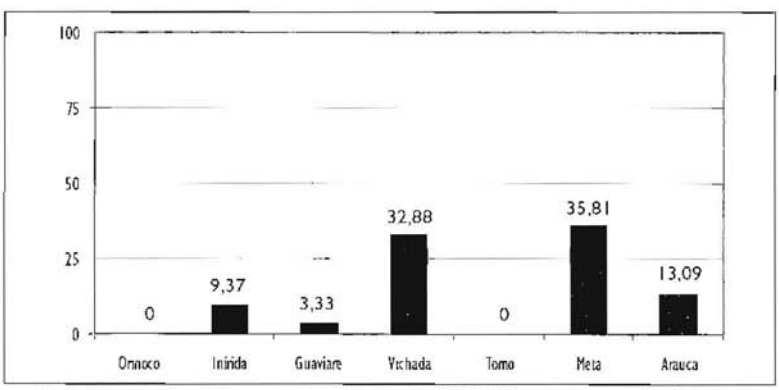

Fig. 4. Representatividad porcentual en la colección del IAvH de peces para cada subsistema principal de la Orinoquia colombiana.

re, contrariamente los subsistemas del Arauca, Tomo, Tuparro, Vichada y Inírida son los menos explorados.

A pesar de que hay subsistemas con una pobre representatividad en la colección IAvH-P, se presentaron nuevos reportes de especies para los principales subsistemas de la Orinoquia colombiana. Por ejemplo para el Río Meta se registran 79 nuevos reportes, 28 para el Río Inírida, 24 para Río Vichada y 12 para el Arauca, 5 para el Guaviare, 1 para el Tomo y canal principal del Orinoco respectivamente.

Al revisar y actualizar las identificaciones taxonómicas de los ejemplares de la colección del IAvH-P se corrigieron más de 800 determinaciones, lo que significa que más de una tercera parte de los ejemplares revisados se encontraban mal identificados o sus determina- ciones no estaban actualizadas.

Agradecimientos

Queremos agradecer a la Agencia de Cooperación Alemana GTZ, quién a través del proyecto diversidad biológica y desarrollo en regiones ecológicas de importancia estratégica para Colombia - Orinoquia, del IAvH financió parte de éste trabajo. Al IAvH por la cooperación y apoyo brindado en el desarrollo de todo el trabajo. A Mauricio Álvarez, coordinador del programa de inventarios de biodiversidad del IAvH y a José Enrique Castillo administrador de colecciones del IAvH, quiénes apoyaron desde un principio el trabajo con la colección. A Donald Taphorn, Francisco Provenzano, Carlos Lasso, Saulo Usma, Armando Ortega, Lucena Vásquez, Francisco Villa, Miryan Lugo y Carlos Ardila quiénes colaboraron en la identificación de algunas especies. A Plutarco Cala por su revisión crítica del manuscrito final.

Referencias

Bogotá, J.D. 2004. Contribución al conocimiento de la Amazonia y Orinoquia clombiana: Colección Íctica del Instituto de Investigaciones de Recursos Biológico Alexander von Humboldt. Trabajo de grado, Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, Bogotá D.C.

Cala, P. 1977. Los peces de la Orinoquia colombiana: Lista preliminar anotada. Lozania (Acta Zool. Col) 24: 1-24.

Cala, P. 1987. The fish fauna and the aquatic milieu of the Llanos of Colombia (Orinoco basin) with special regard to respiratory patterns of fishes inhabiting extreme hypoxic waters. Proc. V Congress Europ. Ichthyiol., Stockholm 1985. P: 117-126.

Cala, P. 1990. Diversidad, adaptaciones ecológicas y distribución geográfica de las familias de peces de agua dulce de Colombia. Revista Acad. Colomb. Cienc. 17 (67): 725-740.

Cala, P. 1991a Nuevos registros de peces para la Orinoquia Colombiana: I. Los Rajiformes, Cluppeiformes, Characiformes y Gymnotifor- mes. Revista Unellez Cienc. y Tecnol. 4(1-2): 89-99.

Cala, P. 1991b. Nuevos registros de peces para la Orinoquia Colombiana: II. Los Siluriformes, Atheriniformes, Perciformes y Pleuronectifor- mes. Revista Unellez Cienc. y Tecnol. 4(1-2):100-112.

Castro-Espinosa, D.M. 1986. Los bagres de la subfamilia Sorubiminae de la Orinoquia y Amazonia colombiana (Siluriformes - Pimelodidae). Boletín Ecotrópica 13: 1-40.

Burgess, W.E. 1989. An atlas of freshwater and marine catfishes. T.F.H. Publ., Neptune, N.J. 783 p.

Collette, B.B. 1966. *Belonion*, a new genus of freshwater needlefishes from South America. Amer. Mus. Novit 2274: 1-22.

Eigenmann, C.H. 1912. The freshwater fishes of British Guiana, including a study of the ecological grouping of species and the relation of the fauna of the plateau to that of the lowlands. Mem. Carnegie Mus. Vol. V(67). 578 p.

Eigenmann, C.H. 1914. On new species of fishes from Río Meta basin of eastern Colombia and albino or blind fishes from near Bogotá. Ind. Univ. Studies. 23: 229-230.

Eigenmann, C.H. 1925. A review of the Doradidae, a family of south American Nematognathi catfish. Contrib. Zool. Lab. Indiana Univ. 198: 1-365.

Eigenmann, C.H. 1922. The fishes of western South America, part 1. The fresh-water fishes of northwestern South America, including Colombia, Panamá, and the Pacific slopes of Ecuador and Perú, together with an appendix upon the fishes of the Río Meta in Colombia. Mem. Carnegie Mus. 9(1): 1-347.

Ferraris, C.J. & R.P. Vari. 1998. The South American catfish genus *Auchenipterus* Valenciennes, 1840 (Ostariophysi: Siluriformes: Auchenipteridae): monophyly and relationships, with a revisory study.

Fink, W.L. 1993. Revision of Piraña genus *Pygocentrus* (Teleostei: Characiformes). Copeia 3: 665-687.

Fish Base.

Galvis, G., J.I. Mojica & F. Rodríguez. 1989. Estudio ecológico de una laguna de desborde del Río Metica. Fondo Fen Colombia & Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. 164 p.

Géry, J. 1963. Preliminary desciptions of seven new species and two new genera of characoid fishes from the upper Río Meta in Colombia. Contribution No. 3. Trop. Fish. Hobby 12 (5): 25-32, 41-48.

Géry, J. 1966. *Axelrodia riesei*, a new characoid fish from upper Río Meta in Colombia. (With remarks concerning the genus *Axelrodia* and description of similar, sympatric, *Hyphessobrycon*-species). Ichthyologica 33: 111-120.

Géry, J. 1977. Characoids of the world. T.H.F. Public., Neptune, N.J. 672 p.

IGAC (Instituto Geográfico Agustín Codazi). 1999. Paisajes fisiograficos de Orinoquia-Amazonia (ORAM) Colombia. Análisis Geográficos27-28.

Kullander, S.O. 1983. Species of *Apistogramma* (Teleostei, Cichlidae) from the Orinoco drainage basin, South America, with description of four new species. Zoologica Scripta 8: 69-79.

Lasso, C.A. & A. Machado-Allison. 2000. Sinopsis de las especies de peces de la familia Cichlidae presentes en la cuenca del Río Orinoco. Clave diagnosis, aspectos bio-Ecológicos e ilustraciones. Instituto de Zoología Tropical, Universidad Central de Venezuela. Caracas.

López, H. & K. Winemiller. 2003. Morphological variation in *Acestrorhynchus microlepis* and *A. falcatus* (Characiformes: Acestrorhynchidae) reassessment of *A. apurensis* and distribution of *Acestrorhynchus* in Venezuela. Ichthyol. Explor. Freshwaters 14 (3): 193-208.

Lucena, C.A.S. 2003. Revisao taxonômicae relacoes filogeneticas das espécies de *Roeboides* grupo-*Microlepis* (Ostariophysi: Characiformes: Characidae). Iheringia, Sër. Zool., 93(3): 283-308.

Maldonado-Ocampo, J.A. 2004. Peces de la Orinoquia colombiana: una aproximación al estado actual de su conocimiento. En: Estudios en fauna Silvestre en ecosistemas Acuáticos de la Orinoquia Colombiana. Facultad de estudios Ambientales y Rurales, Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá D.C. En prensa.

Mees, G. 1974. The Auchenipteridae and Pimelodidae of Suriname (Pisces, Nematognathi). Rijksmuseum Ntuurlijke Historie, Leiden, The Netherlands. 256 p.

Ministerio del Medio Ambiente. 2000. Res. 1115 (febrero): registro nacional de colecciones biológicas.

Reis, R.E., S.O. Kullander, C.J. Ferraris (organizers). 2003. Check list of the freshwater fishes of South and Central America. EDIPUCRS, Porto Alegre, Brasil. 742 p.

Taphorn, D.C. 1992. The characiform fishes of the Apure River drainnage, Vnezuela. Monografías Científicas del Museo de Ciencias naturales, UNELLEZ-Guanare. Venezuela.

Toledo-Piza, M. 2000. The Neotropical fish subfamily Cynodontinae (Teleostei: Ostariophysi: Characiformes): a pPhylogenetic study and a revision of *Cynodon* and *Raphiodon*. Published by American Museum of natural History, N.Y.

Toledo-Piza, M., A.N. Menezes & G. Mendes dos Santos. 1999. Revision of the Neotropical fish genus *Hydrolycus* (Ostariophysi: Cynodontinae) with the description of two new species. Ichthyol. Explor. Freshwaters 10 (3): 255-280.

Vari, R.P. 1982. Systematics of the Neotropical characoid genus *Curimatopsis* (Pisces: Characoidei). Smith. Contrib. Zool. 373.

Vari, R.P. 1984. Systematics of the Neotropical characiform genus *Potamorhina* (Pisces: Characiformes). Smith. Contrib. Zool. 400.

Vari, R.P. 1989a. Systematics of the Neotropical characiform genus *Curimata* Bosc (Pisces: Characiformes). Smith. Contrib. Zool. 474.

Vari, R.P. 1989b. Systematics of the Neotropical characiform genus *Psectrogaster* Eigenmann & Eigenmann (Pisces: Characiformes). Smith. Contrib. Zool. 481.

Vari, R.P. 1989c. Systematics of the Neotropical characiform genus *Pseudocurimata* Fernández-Yépez (Pisces: Ostariophysi). Smith. Contrib. Zool. 490.

Vari, R.P. 1992. Systematics of the Neotropical characiform genus *Cyphocharax* Fowler (Pisces: Ostariophysi). Smith. Contrib. Zool. 529.

Vari, R.P. 1995. The Neotropical fish family Ctenolucidae (Teleostei: Ostariophysi: Characiformes): supra and infrafamilial phylogenetic relationships, with a revisionary study. Smith. Contrib. Zool. 564.

Vari, R.P. & M. Goulding. 1985. A new species of *Bivibranchia* (Pisces: Characiformes) form the Amazon River basin. Proc. Biol. Soc. Wash. 98(4): 1054-1061.

Vari, R.P. & A.S. Harold. 2001. Phylogenetic study of the Neotropical fish genera *Creagrutus* Günther and *Piabina* Reinhardt (Teleostei: Ostariophysi: Characiformes), with a revision of the Cis-Andean species. Smith. Contrib. Zool. 613.

Weitzman, S.H. 1978. Three new species of fishes of the genus *Nannostomus* from the Brazilian states of Pará and Amazonas (Teleostei: Lebiasinidae). Smith. Contrib. Zool. 263.

DISTRIBUCIÓN ALTITUDINAL Y DIVERSIDAD DE LA FAMILIA ASTROBLEPIDAE (*PISCES, SILURIFORMES*), EN LA CUENCA DEL RÍO COELLO, TOLIMA

Giselle N. Briñez-Vásquez*, Francisco A. Villa-Navarro*, Armando Ortega-Lara, Gladys Reinoso-Flórez* & Jorge Enrique García-Melo***

* Grupo de Investigación en Zoología, Facultad de Ciencias, Universidad del Tolima. guiselle@colombia.com; favilla@ut.edu.com; greinosol@hotmail.com; bio_photonature@hotmail.com

** FUNINDES (Fundación para la Investigación y Desarrollo Sostenible). ictiologo@hotmail.com.

Abstract

This study is a contribution to the study of the ichthyofauna and its altitudinal distribution and abundance, with special reference to the family Astroblepidae, in the Río Coello. A total of 1681 specimens were captured belonging to 13 species of the genus *Astroblepus: A. frenatus, A. chotae, A. grixalvii, A. homodon, A. longifilis, A. micrescens, A. chapmani, A. cirratus, A. guentheri, A. trifasciatus, A. unifasciatus,* and two indetermined species - *Asroblepus* sp.1 & *A.* sp.2. *A. chapmani, A. cirratus, A. guentheri, A. trifasciatus and A. unifasciatus* constitute the first report to the alto Río Magdalena basin.

These fish species represented 24.52% of the species of *Astroblepus* reported to Colombia, and 20.63% of the fish species collected in the Río Coello basin.

The family presented an ample distribution in Coello river basin, from 470-2073 m altitude. The highest diversity index values were to Tributary River Combeima (1.798) and Cocora (1.764).

Key words: Astroblepidae, distribution, diversity, system Río Coello, Colombia.

Resumen

Este estudio es un aporte al conocimiento de la fauna íctica en la cuenca del Río Coello, con especial atención a la distribución altitudinal y abundancia de la familia Astroblepidae. Se capturaron 1681 individuos pertenecientes a 13 especies del género *Astroblepus* - *A. fenatus, A. chotae, A. grixalvii, A. homodon, A. longifilis, A. micrescens, A. chapmani, A. cirratus, A. guentheri, A. trifasciatus* y *A. unifasciatus*, y dos indeterminadas especies - *Astroblepus* sp.1 & *A.* sp.2. *A. chapmani, A. cirratus, A. guentheri, A. trifasciatus* y *A. unifasciatus* constituyen el primer reporte para la cuenca del alto Magdalena.

Estas espcies representan el 24,52% de las especies de *Astroblepus* reportadas para Colombia y el 20,63% del total de las especies ícticas capturadas en la cuenca del Río Coello.

La familia presentó una amplia distribución en la cuenca del Coello a partir de los 479 hasta los 2073 msnm. Los valores más altos del índice de diversidad fueron para las subcuencas del Combeima (1,798) y Cocora (1,764).

Palabras clave: Astroblepidae, distribución, diversidad, sistema Río Coello, Colombia.

Introducción

En la mayoría de las comunidades ícticas se observa una relación inversamente proporcional en cuanto a su distribución, diversidad y abundancia con respecto a la altitud (*e.g.* Margalef 1983). En Colombia son pocos los estudios en este sentido, particularmente en la familia Astroblepidae se desconoce cual es la relación de los gradientes físicos y químicos con la distribución y abundancia de sus especies.

Astroblepidae incluye un género, *Astroblepus*, descrito por Humboldt, 1805, con 54 espcies nominales, de las cuales 22 son reportadas para Colombia (Schaefer 2003). Dos especies, *A. pholeter* y *A. riberae*, habitan cavernas y carecen de picmentación, la primera con ojos diminutos y la

segunda con ojos completamente ausentes. La mayoría de las espcies se conocen solo por su descripción original, las cuales en muchos casos son breves y carentes de detalles desciptivos. Esto hace con frecuencia su identificación a veces difícil de efectuar, lo cual implica la necesidad de una revisión taxonómica, que seguramente reducirá el número de las especies actuales. La mayoría de las especies de *Astroblepus* no sobrepasan los 10 cm, aunque unas cuantas pueden alcanzar los 30 cm.

Se distribuye en las corrientes de los Andes, de moderadas a altas altitudes (hasta 3500 m), desde Bolivia en el sur hasta Colombia, Venezuela y Panamá en el norte. La información acerca de la taxonomía, morfología y ecología en general es escasa (Buitrago-Suárez 1995, Schaefer 2003), Alegría (1976) para el Río Las Bota (Cauca).

Son predominantemente peces nocturnos y durante el día se esconden generalmente debajo de piedras, hojarasca, troncos y bajo la vegetación ribereña (Dahl 1971). Su dieta es carnívora, constituida en su mayoría por insectos acuáticos (Alegría 1976, Buitrago-Suárez 1995).

Este estudio es un aporte al conocimiento de la ictiofauna regional, específicamente en relación entre el gradiente altitudinal y la distribución, diversidad y abundancia de los astroblepidos.

Materiales y métodos

El estudio se realizó en la cuenca del Río Coello, localizada en la parte central del departamento del Tolima, flanco derecho de la Cordillera Central. El Coello nace a los 4000 msnm en las estribaciones del Nevado del Tolima y en el Páramo de Los Valles, desemboca en el Magdalena a 256 msnm. esto le permite ofrecer una variedad de zonas de vida. El área de la cuenca es de 189.931 ha, con una longitud de 111,6 km. Su caudal promedio es de 23,2 m^3/s y el rango de temperatura oscila entre los 5 °C en la parte más alta de la cordillera hasta los 32 °C en su desembocadura (CORTOLIMA 1998).

Se establecieron 28 estaciones de muestreo teniendo en cuenta la variación altitudinal y la ubicación de las diferentes subcuencas que la conforman – ríos Andes, Combeima, Cocora, Anaime, Bermellón y Toche (Tabla 1). Todas las estaciones fueron muestreadas durante diez días en los meses de marzo (lluvias), mayo (transición lluvias-sequía), julio-agosto (sequía) y septiembre (transición sequía-lluvias) de 2003. Paralelamente al muestreo de peces, se registraron datos *in situ* de temperatura del agua y del aire, el oxígeno disuelto, la conductividad y el pH.

En cada una de las estaciones de muestreo se estableció un área de pesca de 100 m de longitud y ancho variable, los organismos fueron capturados con un equipo portátil de electropesca de corriente pulsátil, un amperio y 340 voltios. El

Tabla 1. Ubicación de las estaciones de muestreo en la cuenca del Río Coello.

	Area de captura	Subcuenca	Altitud (m)	Coordenadas
1	Bocas Río Coello en el Magdalena	Coello	256	4°17'31,8"N, 74°53'4,73'w
2	Quebrada Potrerilla	Coello	460	4°16'57,9"N, 75°01'53,8"w
3	Río Coello en el Distrito de riego	Coello	473	4°16'50,3"N, 75°01'50,7"w
4	Quebrada Barbona	Coello	479	4°17'35,5"N, 75°02'15,5"w
5	Quebrada Gualanday	Coello	520	4°18'17,5"N, 75°02'001"w
6	Río Coello (aracolito)	Coello	576	4°18'19"N, 75°05'56,4"w
7	Río Coello (vía Rovira)	Coello	770	4°17'56,4"N, 75°12'21,1"w
8	Quebrada Andes	Andes	850	4°17'25,4"N, 75°12'53,4"w
9	Río Coello-Cocora	Coello	1145	4°23'52,8"N, 75°17'27,7"w
10	Río Combeima en Chapetón	Combeima	1240	4°27'9,8"N, 75°15'58,1"w
11	Río Cocora	Cocora	1275	4°23'41,8"N, 75°18'51,2"w
12	Quebrada Cay (bajo)	Combeima	1300	4°27'58,9"N, 75°15'48,29"w
13	Río Coello (Peñaranda)	Coello	1388	4°25'22,4"N, 75°22'10,3"w
14	Ríos Toche-Bermellón	Toche	1400	4°25'35,8"N, 75°22'18"w
15	Ríos Bermellón–Anaime	Bermellón	1600	4°26'56,2"N, 75°24'43,5"w
16	Quebrada Cay (alto)	Combeima	1611	4°29'11,1"N, 75°15'40,02"w
17	Río Cocora (vereda Laureles)	Cocora	1661	4°22'24,1"N, 75°22'10,1"w
18	Río Anaime antes de Cajamarca	Anaime	1778	4°25'10,3"N, 75°26'4,9"w
19	Río Bermellón (Vereda Los Alpes)	Bermellón	1820	4°26'12,6"N, 75°27'26,2"w
20	Quebrada Las Perlas	Combeima	1950	4°27'26"N, 75°15'56"w
21	Río Combeima (juntas)	Combeima	1950	4°33'43,9"N, 75°19'33,2"w
22	Río Cocora (Danta)	Cocora	2043	4°20'57"N, 75°24'33,3"w
23	Río Anaime (vereda La Leona)	Anaime	2048	4°23'8,8"N, 75°30'45,1"w
24	Quebrada Carnizales	Anaime	2052	4°23'11,7"N, 75°30'43"w
25	Quebrada San Juan	Toche	2072	4°30'28,5"N, 75°23'46,9"w
26	Río Toche	Toche	2073	4°32'10,4"N, 75°24'50,1"w
27	Río Bermellón (Vereda Cristales)	Bermellón	2460	4°26'56,3"N, 75°31'33,7"w
28	Río Anaime (en el páramo)	Anaime	3533	4°15'23,5"N, 75°33'38,1"w

tiempo máximo de muestreo fue de una hora. Los peces, luego de ser fotografiados, fueron conservados en alcohol al 70%.

Para su determinación taxonómica algunos ejemplares se sometieron a diafanización y tinción con rojo de alizarina y azul de alcian de acuerdo con la técnica propuesta por Taylor (1967). Se emplearon las claves de Eigenmann (1922), Miles (1971), Dahl (1971), y las descripciones y figuras de Buitrago-Suárez (1995) y Galvis *et al.* (1997). *A. micrescens* y *A. longifilis* fueron determinados por comparación con ejemplares de la Colección Ictiológica del Instituto de Ciencias Naturales-Museo de Historia Natural (ICN-MHN), Universidad Nacional de Colombia, Bogotá D.C. Todos los ejemplares capturados forman parte de la Colección Ictiológica de referencia de la Universidad del Tolima en Ibagué.

Los resultados de las capturas se expresan como abundancia relativa y fueron comparados entre estaciones de muestreo y subcuencas. Con el fin de determinar la diversidad por subcuencas se calculó el índice de diversidad de Shannon-Weinner (Hutchinson 1981), utilizando el paquete estadístico Biodiversity pro 4.0®. Se realizaron pruebas de t-student entre los valores diversidad para establecer diferencias significativas entre estas (Magurran 1988). Para establecer la relación entre las variables temperatura del agua, pH, porcentaje de saturacióu de oxígeno, abundancia y diversidad con la altitud (Tabla 2), se efectuó un auálisis de regresión lineal (Bazigos 1983). Por último, se utilizó el programa Arc View versióu 3.2® para elaborar el mapa (Fig.3) de distribución de la familia en la cuenca.

Resultados

En total fueron capturados 1681 individuos de *Astroblepus: A. frenatus, A. chotae, A. grixalvii, A. homodon, A. longifilis, A. micrescens, A. chapmani, A. cirratus, A. guentheri, A. trifasciatus, A. unifasciatus*. Estas especies representau el 24,52% de las especies de *Astroblepus* reportadas para Colombia (Schaefer 2003), y el 20,63% del total de las especies ícticas capturadas en la cuenca del Coello (Villa-Navarro *et al.* 2003), en un área que equivale al 0,15% del territorio nacional. Se hallarou ejemplares cuya descripción no corresponde a las especies referenciadas para Colombia, estos ejemplares se agruparon como *Astroblepus* sp.1 y *Astroblepus*

Tabla 2. Datos fisicoquímicos de las estaciones de muestreo en la cuenca del Coello. *: ver tabla 1 para nombre y sitio estación correspondiente a cada número.

Estación*	Altitud (m)	Agua °C	% oxígeno	pH	Especies	Especímenes
1	256	27,67	73,62	7,7	0	0
2	460	28,72	60,35	6,92	0	0
3	473	28,12	83,00	7,77	1	4
4	479	22,67	77,10	8,25	1	99
5	520	26,22	73,45	8,22	0	0
6	576	19,80	81,75	7,25	0	0
7	770	20,50	83,72	7,75	2	13
8	850	21,72	81,35	8,22	1	112
9	1145	22,22	96,72	8,12	6	32
10	1240	21,25	87,85	7,85	8	160
11	1275	20,65	81,22	8,02	7	160
12	1300	21,92	86,02	8,2	6	105
13	1388	18,65	83,07	7,97	5	47
14	1400	18,50	93,02	8,8	2	19
15	1600	15,67	85,62	7,9	3	15
16	1611	19,67	87,05	7,82	7	92
17	1661	20,85	77,92	8,00	8	153
18	1778	20,57	92,02	8,12	5	69
19	1820	16,92	88,27	7,82	4	16
20	1950	18,65	81,30	8,25	7	102
21	1950	16,82	89,52	8,12	4	65
22	2043	17,85	85,32	7,72	2	112
23	2048	18,82	103,32	8,32	7	95
24	2052	18,57	89,40	8,12	6	79
25	2072	14,07	88,90	8,52	2	44
26	2073	16,00	83,07	8,35	4	88
27	2460	16,92	81,85	8,07	0	0
28	3533	5,95	80,05	7,95	0	0

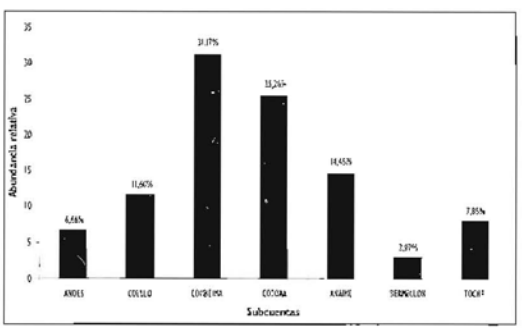

Fig. 1. Abundancia relativa de Astroblepidae en las cuencas del sistema del Río Coello.

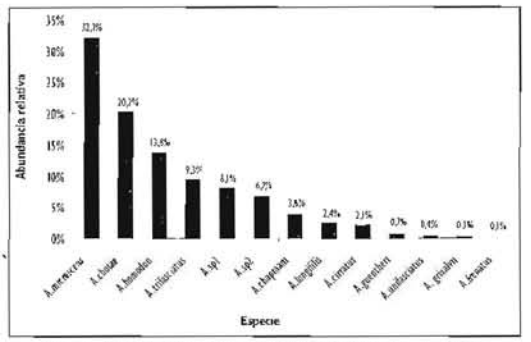

Fig. 2. Abundancia relativa de las especies de la fmailia Astroblepidae presentes en la cuenca del Río Coello.

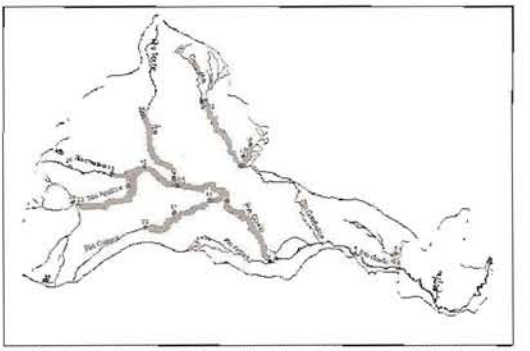

Fig. 3. Distribución de Astroblepidae en la cuenca del Coello.

sp. 2. La presencia de *A. chapmani, A. cirratus, A. guentheri, A. trifasciatus* y *A. unifasciatus* constituye el primer reporte de estas especies para la cueuca del alto Magdalena.

La mayor abundancia la presentó la subcuenca del Río Combeiuna (31,17%) y la menor en el Bermellón (2,97%) (Fig. 1). La especie más abundante fue *A. micrescens* con 32,24% y la menos abundante *A. frenatus* cou 0,059% (Fig. 2). Es de resaltar que la abundancia de las especies reportadas por primera vez para el alto Magdalena no supera el 10%, presentando la mayor abundancia *A. trifasciatus* con 9,3%, mientras que las menos abundantes fueron *A. guentheri* y *A. unifasciatus* con 0,7% y 0,4%, respectivamente.

La familia Astroblepidae tiene una amplia distribución en la cuenca del Coello (Fig. 3), entre 479 y 2073 msnm. *A. homodon* (479-1950 m). El grupo denominado *Astroblepus* sp.2 (576-2052 m) son los de más amplia distribución (Fig. 4). La primera especie se capturó en las subcuencas Andes y Combeima (Quebrada Las Perlas), así como en el cauce principal de la cuenca baja del Coello. Mientras que *Astroblepus* sp.2 se capturó en las subcuencas Combeima (quebradas Las Perlas y Cay), Cocora, Anaime (Quebrada Carrizales) y en el canal principal del Coello. *A. guentheri* y *A. frenatus* presentaron la distribución altitudinal y geográfica más restringida, la primera sólo se capturó a 1820 m, en la subcuenca del Río Bermellóu (cauce priucipal) y la segunda se halló a 2073 m en la subcuenca del Río Toche, en el cauce principal.

Las especies reportadas por primera vez para el alto Magdalena se encontraron en un rango altitudinal entre 1145 y 2073 m. *A. chapmani* se capturó en las subcuencas del Combeima (cuenca media-alta y Quebrada Las Perlas), Bermellón (cuenca media y alta), Anaime (cuenca media y alta). *A. trifasciatus* se encoutró desde los 1240 a los 2073 m, en las mismas subcueucas que *A. chapmani*, además de la subcuenca del Toche (cauce priucipal), siendo así la especie de mayor distribución geográfica en toda la cuenca. *A. cirratus* presentó una distribución geográfica más restringida, fue capturada en las subcuencas del Cocora, Anaime y Combeima. *A. unifasciatus* sólo fue eucontrada en las subcuencas Cocora y Toche.

Finalmente, *A. micrescens, A. chotae, A. grixalvii* y *Astroblepus* sp. 1 fuerou capturadas desde los 1145 m. Las dos primeras especies difieren li-

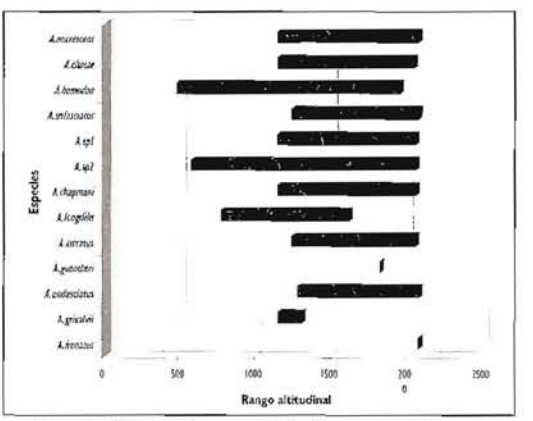

Fig. 4. Distribución altitudinal de las especies de Astroblepidae en la cuenca del Coello.

geramente en su máxima altura de distribución y en su presencia para una de las subcnencas, *A. micrescens* se capturó en las subcuencas Combeima, Cocora, Anaime y Toche (2073 m) y cauce principal del Coello, *A. chotae* no se encontró en la subcuenca del Toche y su máxima altura de distribución fue 2043 m (subcuenca Cocora). *A. grixalvii* está restringida a la subcuenca del Combeima (1300 m) y cauce principal del Coello. *Astroblepus* sp.1 se distribuye en las subcuencas Combeima, Cocora, Anaime (2052 m) y cauce principal del Coello.

La diversidad total se calculó para cinco de las seis subcueucas (Fig. 5), debido a que en la subcuenca Andes sólo se capturaron ejemplares de *A. homodon* (Tabla 2). El cauce principal del Coello alcanzó una diversidad de 1,167, la cual tiene diferencias estadísticamente significativas con todas las subcuencas, siendo la excepción la subcuenca Bermellón ($t = 0,74$, $g = 89,24$, $\alpha = 0,05$). Los valores más altos de diversidad se obtuvieron en las subcuencas de Combeima (1,798), y Cocora (1,764), no se hallaron diferencias estadísticamente significativas entre ellas ($t = 0,288$, $g = 930,58$, $\alpha = 0.05$). La diversidad más baja se presentó en la subcuenca Toche (0,167). Los valores de diversidad de las subcuencas de Anaime (1,53) y Bermellón (1,31) aunqne cercanos entre sí, no presentan diferencias estadísticamente significativas entre ellas ($t = 1,065$, $g = 94,15$, $\alpha = 0,05$).

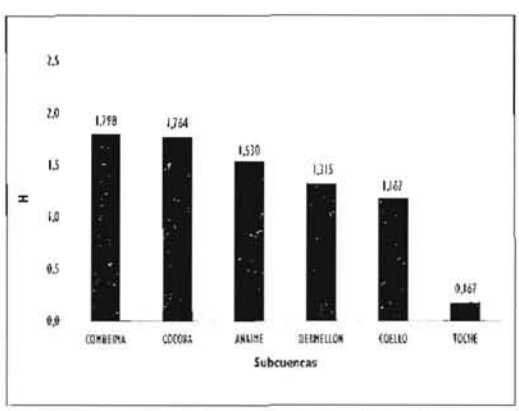

Fig. 5. Valores del índice de diversidad de Shannon-Weinner por subcuenca para Astroblepidae en la cuenca del Coello.

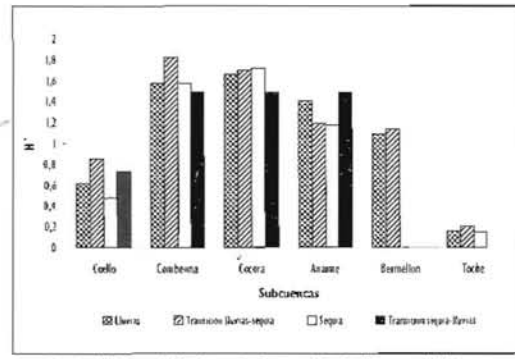

Fig. 6. Valores del índice de diversidad de Shannon-Weinner por subcuenca en distintos períodos climáticos en el sistema del Río Coello.

Durante el período de lluvias la diversidad del Río Coello alcanzó un valor de 0,609, presentando diferencias estadísticamente significativas con todas las subcuencas (Fig. 6). Los valores de diversidad más altos se obtuvieron en las subcuencas Cocora (1,655) y Combeima (1,57), sin diferencias estadísticamente significativas entre ellas ($t = 0,35$, $g = 162,77$, $\alpha = 0,05$). Los valores de diversidad en las subcuencas Anaime (1,405) y Bermellón (1,084) no presentaron diferencias significativas entre si ($t = 1,15$, $g = 64,87$, $\alpha = 0,05$). Por último, la diversidad más baja se obtuvo en la subcuenca Toche (0,15) con diferencias significativas con respecto al Coello y a las demás subcuencas.

En el período de transición lluvias-sequía la diversidad presentó un comportamiento similar al período anterior. La diversidad en el Coello presentó un leve ascenso (0,844), con diferencias estadísticamente significativas con todas las subcnencas con excepción de Bermellón ($t = 1,13$, $g = 37,23$, $\alpha = 0,05$). Los valores más altos de diversidad fucron nuevamente para las subcuencas Combeima (1,811) y Cocora (1,694), con un leve descenso en esta ńltima, sin diferencias estadísticamente significativas entre ellas ($t = 0,60$, $g = 320,00$, $\alpha = 0,05$). Le siguen los valores obtenidos para las snbcnencas Anaime (1,183) y Bermellón (1,133) las cuales no presentaron diferencias significativas entre si ($t = 0,18$, $g = 48,47$, $\alpha = 0,05$). El valor más bajo fue de nuevo para la sub-

cuenca Toche (0,202) con diferencias estadísticamente significativas con respecto al Río Coello y a las otras subcuencas.

Durante el período de sequía, el Río Coello presentó el valor más bajo de diversidad durante todo el estudio (0,478), seguido de la subcuenca del Toche (0,146), sin diferencias estadísticamente significativas entre ellos ($t = 1,34$, $g = 57,33$, $\alpha = 0,05$) pero sí con las otras subcuencas. Los valores de diversidad en cada una de las subcuencas presentaron un leve descenso con excepción de Cocora (1,708), ésta junto con Combeima (1,575) continúan con la mayor diversidad y no presentan diferencias significativas entre ellas ($t = 0,67$, $g = 250,28$, $\alpha = 0,05$). La subcuenca Anaime presentó una diversidad de 1,173 con diferencias significativas con el Río Coello ($t = 11,28$, $g = 35,00$, $\alpha = 0,05$) y las otras subcuencas. En la subcuenca Bermellón no se capturaron ejemplares en este período.

En la transición sequía-lluvias el valor más bajo de diversidad fue para el Río Coello (0,633), el cual presentó diferencias significativas con todas las subcuencas. Los valores más altos de diversidad fueron de nuevo para las subcuencas Combeima (1,554) y Cocora (1,324), sin diferencias significativas entre ellas ($t = 0,95$, $g = 110,60$, $\alpha = 0,05$). La subcuenca Anaime presentó una diversidad de 1,152 con diferencias estadísticamente significativas con el Río Coello ($t = 2,13$, $g = 95,99$, $\alpha = 0,05$) y con las otras subcuencas. En las subcuencas Bermellón y Toche no se capturaron ejemplares en este período.

En lo referente al comportamiento de los parámetros físico-químicos no se presentaron temperaturas del agua mayores a la ambiental que reflejaran una perturbación aparente, los astroblepidos se encontraron en estaciones cuya temperatura oscila de 15 a 23 °C. El porcentaje de saturación de oxígeno estuvo entre el 70-100 %, indicando que el agua de la cuenca presenta niveles óptimos de oxígeno y de acuerdo al pH, hay una tendencia hacia la basicidad (Tabla 2). La estación Río Bermellón–La Guala, en la que se eucuentran numerosos lavaderos de carros, presuntamente contiene fenoles, grasas y aceites, parámetros que no han sido cuantificados, pero que constituyen componentes que actúan en detrimento de la calidad del agua.

Los coeficientes de correlación (r) y estadístico t para la pendiente (Tabla 3) indican que no hay una correlación entre las variables porcentaje de saturación de oxígeno ($t = 2,159$, $g = 26$, $\alpha/2 = 0,05$, $\alpha/2 = 0,01$), pH ($t = 1,549$, $g = 26$, $\alpha/2 = 0,05$, $\alpha/2 = 0.01$), diversidad ($t = 1,293$, $g = 26$, $\alpha/2 = 0,05$, $\alpha/2 = 0,01$) y abundancia ($t = 0,652$, $g = 26$, $\alpha/2 = 0,05$, $\alpha/2 = 0,01$) de la familia Astroblepidae con la altitud. Mientras que la temperatura del agua y la altitud si presentaron una correlación ($t = -90,55$, $g = 26$, $\alpha/2 = 0,05$, $\alpha/2 = 0,01$) inversamente proporcional.

Tabla 3. Resultados de la regresión lineal entre las variables temperatura del agua, porcentaje de saturación del oxígeno, pH, diversidad y abundancia contra altitud de las estaciones de muestreo en la cuenca del Río Coello.

Cálculos estadísticos	Temp. agua (°C)	Oxígeno %	pH	Diversidad	Abundancia
Coeficiente correlación (r)	-0,87	0,39	0,29	0,246	0,127
Coeficiente correlación (r^2)	0,76	0,152	0,089	0,06	0,016
Intercepción (a)	27,73	78,08	7,81	2,138	46,79
Pendiente (b)	-0,005	0,00421	0,000139	0,000934	0,00909
Valor de t para la pendiente	-9,055	2,159	1,549	1,293	0,652
Observaciones (n)	28				
t26, 0,05	2,056				
t26, 0,01	2,779				

Discusión

El primer reporte de cinco especies de *Astroblepus* para la cuenca del alto Magdalena hace evidente la carencia de inventarios ícticos a nivel regional, los cuales son importantes para registrar la presencia y distribución de las especies como un primer paso para conocer aspectos de su biología.

La abundancia observada en los ríos Combeima y Cocora podrían estar reflejando una mayor oferta de recursos alimenticios, con ambientes ricos en materia orgánica y material alóctono (Villa-Navarro *et al.* 2003a). El ingreso de materia orgánica puede incrementar la productividad en un ecosistema acuático (Rodrigues da Costa & Araújo 2002), en ríos la productividad tiene como base el perifiton, que se reflejaría en una mayor abundancia de especies oportunistas o generalistas. Estas últimas podrían ser *A. micrescens* y *A. chotae.*

La presencia de *A. homodon, A. longifilis, Astroblepus* sp.2 en altitudes inferiores a 1000 m, podría indicar que estas especies poseen menores restricciones fisiológicas cou respecto a un aumento en la temperatura del agua. Esto les permitiría explotar hábitats más variados, como al parecer ocurre cou la distribución espacio-temporal de la ictiofauna del Río Cutzamala en México (Paulo-Maya & Ramírez-Enciso 1997).

La variación en la diversidad podría reflejar diferencias en la complejidad de los hábitats ofertados (Lasso 1992) entre las subcuencas y entre períodos climáticos. Al parecer, los altos valores de diversidad pueden ser atribuidos a diferencias hidromorfológicas en los distintos ríos (*e.g.* Lehmann 1999).

Agradecimientos

Al Comité Central de Investigaciones de la Universidad del Tolima y la Corporación Autónoma Regional del Tolima - CORTOLIMA, por la financiación de este estudio. A Iván Mojica, Curador de la Unidad de Ictiología del Instituto de Ciencias Naturales-Museo de Historia Natural (ICN-MHN), Universidad Nacional de Colombia, por facilitar los ejemplares de comparación. Al profesor Plutarco Cala por la crítica revisión y comentarios al manuscrito.

Referencias

Alegría, J. 1976. Aspectos Bioecológicos del Pez Negro, *Astroblepus sp.* en el Departamento del Cauca, Colombia. Proyecto pesca continental. regional sur-occidental. INDERENA. Popayán-Cauca. 24 p.

Bazigos, G.P. 1983. Applied fishery statistics. FAO. Fish. Tech. Pap. 135: 164.

Buitrago-Suárez, U.A. 1995. Sistemática de las especies colombianas del género *Astroblepus* Humboldt, 1805 (Pisces: Silurodei, Astroblepidae). Tésis M.Sc., Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia. Bogotá D.C. 122 p.

CORTOLIMA (Corporación Autónoma Regional del Tolima). 1998. Plan de gestión ambiental para el Departamento del Tolima 1998-2002. Ibagué. 165 p.

Dahl, G. 1971. Los peces del norte de Colombia. INDERENA, Bogotá D.C. 391 p.

Eigenmann, C. 1922. The fishes of the Northwestern South America, part I. The fresh-water fishes of Northwestern South America, including Colombia, Panamá, and Pacific slopes of Ecuador y Perú, together with an appendix upon the fishes of the Río Meta in Colombia. Mem. Carnegie Mus. 9(1): 1-346.

Galvis, G., J. I. Mojica & M. Camargo. 1997. Peces del Catatumbo. Asociación Cravo Norte. Bogotá D.C.118 p.

Hutchinson, G. E. 1981. Introducción a la ecología de poblaciones. Editorial Blume, Barcelona, España. 659 p.

Lasso, A. 1992. Composición y aspectos ecológicos de la ictiofauna del bajo Río Suapure, Serranía de los Pijiguaos, Venezuela. Mem. Soc. Cienc. Nat. La Salle. LII (138): 5-56.

Lehmann, P. A. 1999. Composición y estructura de las comunidades de peces de dos tributarios en la parte alta del Río Cauca, Colombia. Cespedesia. 23 (73-74): 9-45.

Magurran, A.E., 1988. Ecological diversity and its measurement. Princenton University Press, New Jersey. 179 p.

Margalef, R. 1983. Limnología. Omega, Barcelona, España. 1010 p.

Paulo-Maya, J. & A. Ramírez-Enciso. 1997. Distribución espacio-temporal de la ictiofauna del Río Cutzamala, México. Rev. Biol. Trop. 45 (2): 845-853.

Miles, C. 1971. Los peces del Río magdalena. Reimpresión Ediciones UT, Ibagué, Colombia. 242 p.

Rodrigues da Costa, M. & G. Araújo. 2002. Distribution of *Micropogonias furnieri* (Pisces: Scianidae) in the Sepetiba Bay, Rio de Janeiro, Brazil. Rev. Biol. Trop. 50 (1): 217-225.

Schaefer, S. 2003. Family Astrobiepidae. P: 312–317. In: E. Reis, S.O. Kullander & C.J. Ferraris Jr. (organiz.). Check list of the freshwater fishes of South .and Central America. EDIPUCRS, Porto Alegre, Brasil. 742 p.

Taylor, R. 1967. An enzyme method of clearing and staining small vertebrates. Proc. Nat. Mus. Smith. Inst. 122 (3596): 1-17.

Villa-Navarro, F., T.S. Yepes & C.F. Poveda. 2003a. Parámetros físico-químicos y bacteriológicos de la cuenca del Río Coello. p: 10-34. En: Biodiversidad faunística de la cuenca del Río Coello - biodiversidad regional fase I. Informe final. Tomo I. Universidad del Tolima-CORTOLIMA, Ibagué. 169 p.

Villa-Navarro F., A. Ortega-L., J. García-M., N. Briñez-V., L. García-M. & P. Zúñiga-U.. 2003b. Ictiofauna de la cuenca del Río Coello. p: 389-471. En: Biodiversidad faunística de la cuenca del Río Coello - biodiversidad regional fase I. Informe Final. Tomo II. Universidad del Tolima-CORTOLIMA, Ibagué. 186p.

RELACIÓN LONGITUD-PESO Y FRECUENCIA DE TALLAS PARA LOS PECES DEL GÉNERO *CHAETOSTOMA* (SILURIFORMES, LORICARIIDAE) DE LA CUENCA DEL RÍO COELLO, COLOMBIA

Pamela Zúñiga-Upegui*, Francisco Villa-Navarro*, Gladys Reinoso-Flórez* & Armando Ortega-Lara**

*Grupo de Investigación en Zoología, Facultad de Ciencias, Universidad del Tolima. **FUNINDES.
Pamela_Tatiana@msn.com, favilla@ut.edu.co, reinoso@abunde.tolinet.com.co, ictiologo@hotmail.com

Abstract

This study presents some date on the bioecology of the species of the genus *Chaetostoma* in the Río Coello water system, Departamento of Tolima.

The fishes were captured from 28 sites altitudinal distributed along the Río Coello, including its tributaries. The samples were carried out throughout the year 2003, during March (rain) , May (transition rain-dry), July-August (dry), September (transition dry-rain). They were collected 707 specimens of *C. fisheri*, *C. tomsoni*, *C. milesi* y *C. leucomelas* in 7 of the 28 sites.

The relative abundance, length-weight relation, and size distribution were determined. The length-weight relatiship of the four species is adjusted to the growth of a normal population, since the regression coefficient varies between 3.01 and 3.27.

Key words: *Chaetostoma* spp., populations, Río Coello.

Resumen

El presente estudio trata sobre la bioecología de las especies del género *Chaetostoma* en la cuenca del Río Coello, Departamento del Tolima.

Se seleccionaron 28 estaciones de muestreo distribuidas altitudinalmente, cubriendo las subcuencas del sistema del Coello. Los muestreos se llevaron a cabo en los meses de marzo (lluvias), mayo (transición lluvia-sequía), julio-agosto (sequía) y septiembre (transición sequía-lluvia) de 2003. Se capturó un total de 707 individuos de las especies *C. fisheri*, *C. tomsoni*, *C. milesi* y *C. leucomelos* en 7 de las 28 estaciones, entre los 256 y 850 m de altitud.

Se determinó la abundancia relativa, relación longitud-peso y la distribución de tallas. La relación longitud-peso de las cuatro especies se ajusta al crecimiento de una población normal ya que los valores del coeficiente de regresión se encuentra entre 3,01 y 3,27.

Palabras clave: *Chaetostoma* spp., poblaciones, Río Coello.

Introducción

Loricariidae es una de las familias diversa en peces en el Neotrópico. Hasta el presente se han reconocido 683 especies como válidas y mnchas más son descritas cada año. Los loricáridos están distribuidos desde Costa Rica hasta Argentina. La mayoría de las especies se encnentran en el flanco oriental de los Andes, pero mnchas especies están confinadas al lado oeste de esta cadena montañosa. Se reconocen seis subfamilias, dentro de las cuales se encuentra Ancistrinae, que es particularmente diversa, incluye más de 200 especies agrupadas en 27 géneros. Esta snbfamilia se distribuye desde Panamá hasta Argentina. Típicamente Ancistrinae está representada por el género *Chaetostoma*, el cnal generalmente se encnentra en snstratos rocosos y en las zonas rápidas de los ríos, desde los 200 y 1800 msnm. Mnchos de estos individuos son de tallas pequeñas a medianas.

Loricariidae se encuentra distribuida en Colombia en la totalidad de las principales cuencas, y las especies de *Chaetostoma* están registradas para los sistemas de ríos cabecera qne conforman las cuencas mayores de las vertiente andinas,

donde se encuentran 14 especies, entre ellas *C. fisheri* reportado para las cuencas de los ríos Magdalena, Cauca, San Jorge y Sinú; *C. leucomelas* en los sistemas del Magdalena y alto Cauca; *C. milesi* en el Magdalena; *C. thomsoni* en el Magdalena, Cauca y alto Sinú (*e.g.* Dahl 1971).

Materiales y métodos

El presente trabajo se llevó a cabo en la cuenca del Río Coello, localizada en la parte central del Departamento del Tolima, flanco oriental de la cordillera Central. El área de la cuenca es de 189.931 hectáreas, con una longitud de 111,6 km. El Coello nace a los 4.000 msnm y desemboca en el Magdalena a una altitud de 256 m, razón por la cual la cuenca presenta una gran diversidad de zonas altitudinales. Su caudal promedio es de 23,2 m^3/s. La temperatura oscila entre los 5 y los 32 °C (Anónimo 2002).

Se seleccionaron 28 puntos de muestreo, distribuidos altitudinalmente y cubriendo las subcuencas que la componen, los cuales fueron muestreados en los meses de marzo (lluvias), mayo (transición lluvia-sequía), julio-agosto (sequía) y septiembre (transición sequía-lluvia) de 2003. Para mayor detalle de la cuenca y descripción de los sitios de muestreo, ver la figura 1 y la tabla 1 en Briñez-Vásquez *et al.* (2005: en esta publicación).

Las capturas fueron hechas con un equipo portátil de electropesca de corriente directa pulsante de 340 voltios y 1 amperio. En cada área se muestreó un tramo del cauce de aproximadamente 100 m de longitud, durante una hora. Los ejemplares capturados fueron transportados en bolsas de sello hermético con formol al 10% borato al Laboratorio de Investigación en Zoología (LABINZO) de la Universidad del Tolima. En laboratorio fueron fijados en formol al 10% borato durante 15 días, luego se preservaron en alcohol al 70%.

Paralelo a las capturas se tomaron registros de la temperatura del agua y del aire, oxígeno disuelto, pH y conductividad. El análisis físico-químico del agua fue realizado en el Laboratorio Ambiental de CORTOLIMA y los análisis bacteriológicos en el Laboratorio de Microbiología de la Facultad de Ciencias de la Universidad del Tolima.

La determinación taxonómica fue realizada utilizando las claves de Eigenmann (1922), Dahl (1971), Miles (1947) y Provenzano (2000), además, por comparación de ejemplares de la colección de Ictiología del Instituto de Ciencias-Museo de Historia Natural de la Universidad Nacional de Colombia (ICNMHN), Bogotá D.C. A los peces se les midió la longitud estándar (LE), o distancia entre el extremo anterior del hocico y el punto en el cual se origina la aleta caudal, con un calibrador de 0,1 mm de precisión. El peso total del ejemplar, o sin evicerar, se determinó con una balanza de 0,1 g de precisión.

Se halló la relación longitud-peso para cada especie, que en peces es usualmente representada por la ecuación $P = aL^b$, donde P es el peso, L la longitud estándar, a el intercepto y b la pendiente o coeficiente de regresión. Con esta ecuación es posible determinar la velocidad de incremento en peso con relación a la longitud o viceversa. Igualmente, para cada especie se estimó la distribución de tallas, con rangos de 20 mm de LE para *C. thomsoni, C. fisheri* y *C. leucomelas*, y de 30 mm de LE para *C. milesi.*

En cada una de las áreas de muestreo donde se capturó ejemplares de *Chaetostoma*, se describió el hábitat respectivo. Para esto se tomó como referencia el tipo de fondo, vegetación, márgenes del río, profundidad y tipo de corriente.

Resultados

Se capturaron 707 ejemplares de *Chaetostoma,* pertenecientes a 4 especies: *C. fisheri, C. leucomelas, C. milesi y C. thomsoni.* Estos ejemplares fueron colectados en 7 de las 28 estaciones de

muestreo, en un rango altitudinal de 256 a 850 m. De acuerdo con la caracterización del hábitat, predominan los fondos rocosos y vegetación perifítica (Tabla 1).

La especie más abundante fue *C. thomsoni* (54,87%) y la menos abundante *C. milesi* (8,06%) (Fig. 1). *C. thomsoni* se presenta en las 7 áreas de mnestreo, siendo la más abundante en cuatro de ellas y *C. fisheri* se capturó en seis estaciones, siendo la más abundante en la estación 4 (Quebrada Gualanday), *C. leucomelas* y *C. milesi* se encontraron en 5 estaciones, aunque *C. leucomelas* no se capturó en la estación 4, y *C. milesi* no se presentó en la estación 7. La abundancia relativa de estas dos especies fue baja durante todo el estudio (Fig. 2).

Tabla 1. Caracterización de las estaciones de muestreo. 1. Desembocadura del Río Coello sobre el Magdalena. 2. Distrito de riego (cauce artificial). 3. Quebrada Barbona. 4. Quebrada Gualanday. 5. Río Coello en Caracolito. 6. Río Coello en la vía Rovira. 7. Quebrada Andes. Para mas detalle sobre los sitios y descripción de las áreas de muestreo, ver la figura 1 y tabla 1 en Briñez-Vásquez *et al.* (2005, en esta publicación).

Estación	Altitud (m)	Fondo	Vegetación	Flujo	Margenes	Profundidad (m)	Tipo corriente	%
1	256	Arena Roca	Ribereña Alcoraco Material	Moderado	Suave	0,6	2	10
		Arena Grava	Ninguna	Bajo	Suave	0,7	2	20
		Grava, Roca, Arena	Perifiton	Rápido	Moderado	0,5-0,6	3,4	60
2	473	Arena	Ribereña	Rápido	Moderado	0,7	3	30
		Arena	Ribereña	Quieto	Artificial	> 2		10
		Roca Lodo	Ninguna	Lento	Moderado	< 0,5	2	35
		Guijarro Roca	Perifiton	Lento	Moderado	0,5	2	25
3	479	Roca Grava	Perifiton Ribereña	Moderado	Abrupto	0,4	2	20
		Arena	Ribereña	Quieto	Abrupto	0,1	-	10
		Arena Grava	Ninguna	Lento	Moderado	0,6	2	20
		Grava Roca	Ribereña Perifiton	Moderado	Abrupto Moderada	0,4	2	50
4	520	Roca Grava Arena	Ribereña Riparia Perifiton	Lento	Moderada	0,4	2	20
		Guijarro Grava	Ribereña	Lento	Moderada	0,2	1,2	15
		Lodo Arena	Riparia Ribereña	Quieto	Abrupto	1,6	2	30
		Roca Arena	Ribereña Perifiton	Moderado	Abrupto	0,6	2	35
5	576	Roca Arena	Ribereña Perifiton	Rápido	Moderada	1,3	3,4	60
		Roca Arena Lodo	Perifiton	Rapido	Moderada	1	3,4	25
		Roca Arena	Ribereña	Moderado	Abrupto	0,5	3	15
6	770	Grava Guijarro	Ribereña Riparia	Rápido	Moderada	1,2	3,4	30
		Grava Guijarro	Ribereña	Moderado	Suave	0,8	3,4	30
		Guijarro Roca	Riparia Ribereña	Moderado	Moderada	0,6	3,4	30
		Arena Guijarro Grava	Riparia Ribereña	Rápido	Suave	1	3,4	10
7	850	Arena Roca	Ribereña	Quieto	Abrupto	2	2	20
		Roca Arena	Perifiton	Bajo	Abrupto	0,1	2	25
		Arena Roca Grava	Ribereña	Lento	Moderada	0,2	2	10
		Arena Roca	Ribereña Perifiton	Bajo	Moderada	0,1	2	15
		Arena Roca	Perifiton	Quieto	Abrupto	0,6	2	30

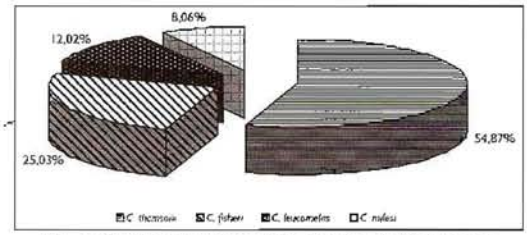

Fig. 1. Abundancias relativas de las especies de *Chaetostoma* presentes en la cuenca del Río Coello.

La LE promedio de *C. thomsoni* fue de 40,6 mm (14,58-89,52 mm) y el peso corporal total promedio fue de 3,06 g (0,7-20,6 g). La relación longitud-peso hallada fue $P = 0{,}0228L^{3{,}2159}$, con un $r^2 = 0{,}99668$ (Fig. 3). Se determinaron 5 clases de tallas de intervalos de 20 mm, y la mayoría de los ejemplares pertenecen a la clase 20-40 mm (Fig. 4a).

Para *C. fisheri*, la LE promedio fue de 60,6 mm (20,78-107,22 mm), y el peso corporal total promedio fue de 9,13 g (0,2-40,15 g). La relación longitud-peso fue $P = 0{,}0273\ L^{3{,}0571}$, con un $r^2 = 0{,}9672$ (Fig. 5). Se determinaron cinco clases de tallas de 20 mm de intervalo, la mayoría de ejemplares pertenecen a la clase 60-80 mm LE (Fig. 4b).

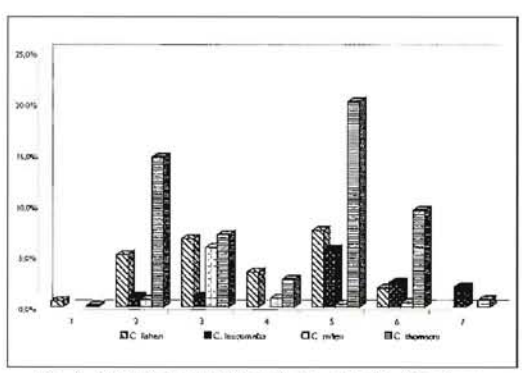

Fig. 2. Abundancias relativas de las especies del género *Chaetostoma* en los sitios de muestreo, cuenca del Río Coello. 1. Desembocadura del Río Coello en el Río Magdalena, 2. distrito de riego (cauce artificial), 3. Quebrada Barbona, 4. Quebrada Gualanday, 5. Coello en Caracolito, 6. Coello en la vía Rovira, 7. Quebrada Andes.

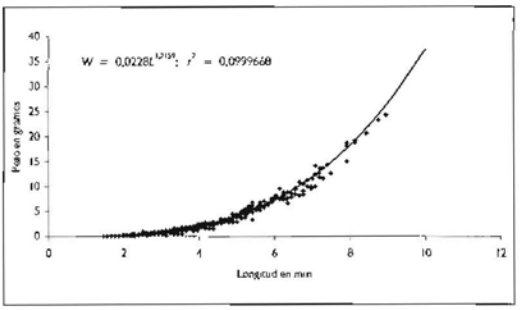

Fig. 3. Relación longitud-peso de *C. thomsoni*, cuenca del Coello.

En *C. leucomelas*, la LE promedio fue de 48,2 mm (16,62-100,92 mm) y el peso corporal promedio fue de 5,26 g (0,1-31,3 g). La relación longitud-peso fue $P = 0{,}0188L^{3{,}2719}$, con un $r^2 = 0{,}9742$ (Fig. 6). Se determinaron cinco clases de tallas de 20 mm de intervalo, siendo la mayoría de ejemplares de la clase 40-60 mm (Fig. 4c).

Para *C. milesi*, la LE promedio fue de 82,3 mm (35,38-188,52 mm) y el peso corporal promedio fue de 24,61 g (1,32-180 g). La relación longitud-peso hallada fue $P = 0{,}0676L^{3{,}01}$, cou un $r^2 = 0{,}9835$ (Fig. 7). Se determinaron cinco clases de tallas de intervalos de 30 mm, la mayoría de ejemplares pertenecen al intervalo 60-90 mm (Fig. 4d).

Discusión

Las características generales de los hábitat de las estaciones de muestreo podrían indicar una gran heterogeneidad espacial, lo cual puede ser un factor determinante en la presencia de especies del género *Chaetostoma*. Si bien la calidad estructural de los ambientes tienen un valor determinado, este puede verse modificado por una densidad alta de ocupación, siendo necesario que la especie opte por otro ambiente de menor calidad pero donde la tasa de ocupación sea menor (Granado-Lorenzo 1996). Caso que puede ser observado con *C. milesi* cuya abundancia disminuye en las estaciones de muestreo donde se en-

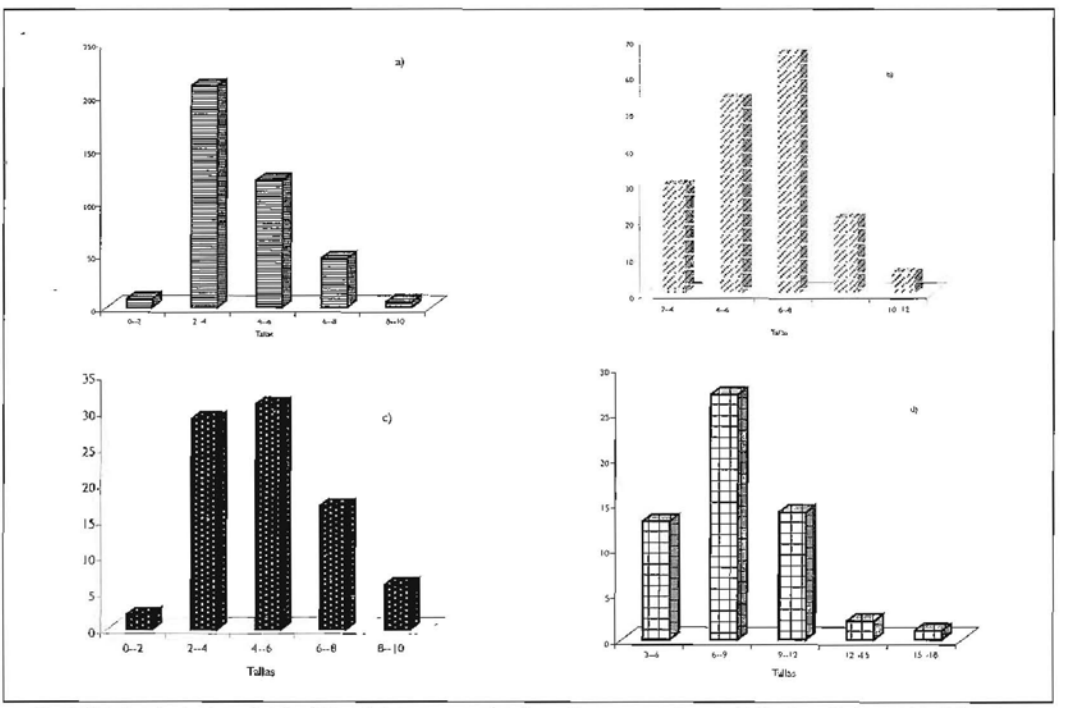

Fig. 4. Distribución de clases de tallas (LE mm) de las especies del género *Chaetostoma*, sistema del Coello. a: *C. thomsoni*; b: *C. fisheri*, c: *C. leucomelos*; d: *C. milesi*.

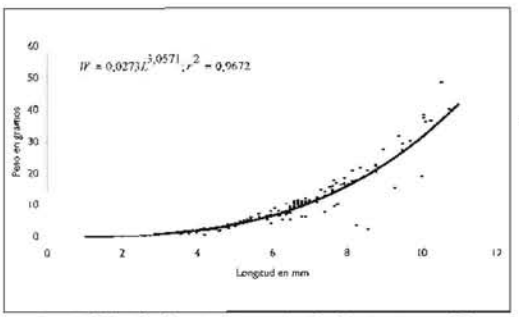

Fig. 5. Relación longitud-peso de *C. fisheri*, sistema Río Coello.

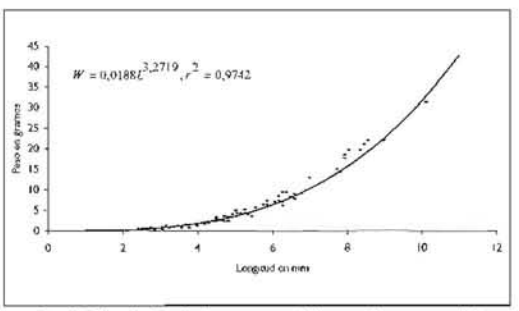

Fig. 6. Relación longitud-peso para *C. leucomelas*, cuenca del Coello.

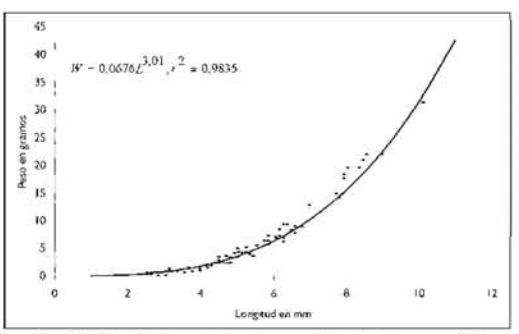

Fig. 7. Relación longitud-peso para *C. milesi*, cuenca del Coello.

cuentran presentes las otras tres especies, limitando su presencia a zonas con rocas mny grandes y flujo rápido.

C. fisheri y *C. thomsoni* mantienen su abundancia y presencia en todas las estaciones de muestreo, con excepción de la Quebrada Andes donde no se capturó *C. fisheri*, pndiendo considerarse como especies generalistas que se adaptan a la dinámica temporal y espacial de los ambientes donde habitan. Esto podría deberse a qne cuando los recursos no son escasos, dos o más especies con requerimientos alimenticios similares pueden coexistir sin competencia (Barros *et al.* 2001).

Para todas las especiés la correlación entre las variables longitud-peso es estrecha. Para una población normal de peces la relación longitud-peso es isométrica cuando la constante b se mautiene alrededor de 3, siendo la variacióu general de 2-3,5; eu este caso los valores de la constante se encuentran entre 3,01 y 3,27, sugiriendo que las poblacióues de *C. fisheri* y *C. milesi* en la cuenca del Coello presentan una relación de crecimiento longitud-peso isométrica (3,07 y 3.01, respectivameute); mieutras que para *C. thomsoni* y *C. leucomelas* la relación tiende a ser alométrica (3,21 y 3,27, respectivamente). Esto significaría que se mantiene la proporcionalidad entre el peso y la talla para las dos primeras especies, mientras que para las dos últimas el peso crece más rápido que la longitud del pez. Sin embargo, López y Román-Valencia (1996) reportan para *C. fisheri* del Río La Vieja un crecimiento alométrico.

La distribución de tallas para *C. milesi* (Fig. 4d) muestra que su población está compnesta por individuos juveniles y adultos, lo cual sugiere que no estaría siendo presionada por predadores o sistemas de extracción pesquera artesanal qne la coloquen en riesgo. Esto podría explicar la presencia de individuos con tallas hasta de 180 mm de LE, que superan en 50 mm las reportadas por Miles (1942) y Fisch-Muller (2003).

La distribución de tallas para *C. fisheri, C. thomsoni* y *C. leucomelas* (Fig. 4a, 4b, 4c) indican que estas poblaciones están compuestas principalmente por individuos juveniles, ya que las tallas reportadas por Miles (1942) y Fisch-Muller (2003) para estas especies son tallas máximas de 100-200 mm. Lo anterior podría deberse a sobreexplotación pesquera artesanal para consumo y comercio de peces ornamentales.

Agradecimientos

Este trabajo forma parte del proyecto Biodiversidad Faunística Regional de la Cuenca del Río Coello, el cual fue financiado por el Comité Central de Investigaciones de la Universidad del Tolima y la Corporación Autónoma Regional del Tolima - CORTOLIMA. J. Iván Mojica, Colección Ictiológica del ICNMHN de la Universidad Nacional de Colombia en Bogotá D.C. colaboró en la determinación de los ejemplares.

Referencias

Anónimo. 2002. Plan de gestión ambiental para el Departamento del Tolima. Corporación Autónoma Regional del Tolima - CORTOLIMA 1998-2002. Ibagué. 165 p.

Barros, S.E., G. Monasterio De Gonzo & M. Mosqueira. 2001. Ecología trófica de peces en un río mesoeutrófico en el noroeste de Argentina. Bol. Soc. Biol. Concepción 72: 7-23.

Bazigos, G.P. 1893. Applied fishery statistics. FAO Fish. Tech. Pap. 135: 164.

Briñez-Vásquez, G.N., F.A. Villa-Navarro, A. Ortega-Lara, G. Reinoso-Flórez & J.E. García-Melo. 2005. Distribución altitudinal y diversidad de la familia Astroblepidae (Pisces, Siluriformes), en la cuenca del Río Coello, Tolima. Dahlia (Rev. Asoc. Colomb. Ictiol.) 8:

Dahl, G. 1971. Los peces del Norte de Colombia. INDERENA, Bogotá D.C. 391 p.

Eigenmann, C. 1922. The fishes of western South America, part I. The fresh–water fishes of northwestern South America, including Colombia, Panamá, and the Pacific slopes of Ecuador and Perú, together with an appendix upon the fishes of the Río Meta in Colombia. Mem. Carnegie Mus. 9 (1): 1-352.

Granado-Lorenzo, C. 1996. Ecología de peces. Secretariado de publicación No. 45. Universidad de Sevilla. España.

Fisch-Muller, S. 2003. Subfamily Ancistrinae (Armored catfishes). P: 373-398. In: E. Reis, S. O. Kullander & Ferraris Jr. (organizers). Check list of the freshwater fishes of the South and Central America. Porto Alegre, Brasil. 742 p.

López, J., C. Román-Valencia. 1996. Sobre la biología del corroncho *Chaetostoma fisheri* (Steindachner, 1879) (Pisces: Loricariidae) en el Río La Vieja, alto Cauca, Colombia..Bol. Ecotrópica: Ecosistemas tropicales No. 30.

Miles, C. 1942. Los peces del Río Magdalena. Reimpresión Ediciones UT (1971). Ibagué. 242 p.

Mittermeier, R.A., P. Robles-G. & C.G. Mittermeier. 2000. Megadiversidad. Los países biológicamente más ricos del mundo.

Provenzano, F. 2000. Clave para Loricaridae de Venezuela. Inédito.

Reis, E., S.O. Kullander & J. Ferraris Jr. 2003. Family Loricariidae (Armored catfishes). Check list of the freshwater fishes of the South and Central America. Porto Alegre, Brasil. 742 p.

ASPECTOS BIOECOLÓGICOS DE LOS PECES DE *TRICHOMYCTERUS* (SILURIFORMES: TRYCHOMYCTERIDAE) EN LA CUENCA DEL RÍO COELLO, COLOMBIA

Luis J. García-Melo*, Francisco A. Villa-Navarro*, Gladys Reinoso-Flórez* & Armando Ortega-Lara**

* Grupo de Investigación en Zoología, Facultad de Ciencias Básicas, Universidad del Tolima

** FUNINDES. Luchojgm@hotmail.com, favilla@ut.edu.co, reinoso@bunde.tolinet.com.co, ictiologo@hotmail.com

Abstract

This study discusses some bioecological aspects of the Trichomycterus species found in the Río Coello basin. Four samples were carried out during the periodic variation of rain-dry season in an annual cycle in 2003. A total of 2669 specimens were captured in 8 of the 28 stations selected. Three species were collected: *T. striatus* (446), *T. banneaui* (2191) and *T. taenia* (32). The distribution and abundance of the species was estimated. The length-weight relationship shows a growth coefficient near 3, that shows an isometric growth relation. The size distribution showed abundance of juveniles and adults fishes.

Key words: *Trichomycterus striatus, T. banneaui, T. taenia*, bioecology.

Resumen

En el presente estudio se discuten algunos aspectos bioecológicos de las especies de *Trichomycterus* presentes en la cuenca del Río Coello. Se realizaron cuatro muestreos durante la variación periódica de lluvia del ciclo anual de 2003. Se capturó un total de 2669 especímenes en 8 de las 28 estaciones muestreadas. Tres especies fueron colectadas: *T. striatus* (4460), *T. banneaui* (2191) y *T. taenia* (32). La distribución y abundancia de las especies fue estudiada. La relación longitud-peso mostró un coeficiente de crecimiento cercano a 3, que muestra una relación de crecimiento isométrico. La distribución de tallas muestra predominio de individuos juveniles y adultos.

Palabras clave: *Trichomycterus striatus, T. banneaui, T. taenia*, bioecología.

Introducción

El género *Trichomycterus* comprende la mayoría de las especies de la subfamilia Trichomycterinae, la cual a su vez es la subfamilia más diversa y compleja de la familia Trichomycteridae (De Pinna & Wosiacki 2003). Esta familia se distribuye prácticamente en todo el Neotrópico, desde Costa Rica hasta la Patagonia en los dos flancos de los Andes, presentándose desde pocos metros sobre el nivel del mar hasta los 4500 m de altitud (Barbosa 2000).

Trichomycterus es un género con cerca de 100 especies (Barbosa 2000). Para Colombia se registran 23 especies distribuidas en las cuencas de los ríos Orinoco, Meta, Catatumbo, Magdalena, Cauca, Cesar, Atrato, San Juan, Dagua y Patía, así como en pequeños arroyos y quebradas de la sabana de Bogota y ríos costeros de la Sierra Nevada de Santa Marta (Mojica 1999). La mayoría de las especies son reofílicas, de hábitos generalmente crípticos y nocturnos (Lasso 2002, Román-Valencia 2001). Durante el día se ocultan en cuevas, debajo de rocas, troncos, y vegetación ribereña, pudiendo enterrarse en fondos lodosos o de grava (Eigenmann 1918, Dahl 1971, Barbosa 2000).

El presente estudio pretende conocer la distribución, abundancia y algunos aspectos ecológicos tales como la relación longitud-peso y la distribución de frecuencias de tallas de *Trichomycterus* en la cuenca del Río Coello.

Materiales y métodos

La cuenca del Coello se encuentra localizada en el flanco derecho de la Cordillera Central, Departamento del Tolima, de la cual hacen parte las subcuencas de los ríos Combeima, Toche, Bermellón, Cocora, Andes y Anaime. El área es de 189.931 ha, con una longitud de 111,6 km. Los nacimientos de sus tributarios se localizan a los 4000 m y desemboca en el Magdalena a una altitud de 256 m. Su caudal es de 23, 2 m^3/s y el rango de temperatura oscila entre los 5 grados en la parte alta de la cordillera hasta los 32 °C en su desembocadura, razón por la cual la cuenca presenta una gran diversidad de gradientes térmicos y de hábitat.

La fase de campo se realizó a lo largo del año 2003, con muestreos en marzo, mayo, julio-agosto y septiembre, cubriendo los periodos de lluvias, sequía y transición. Se ubicaron 28 estaciones distribuidas de acuerdo con la altura sobre el nivel del mar y su facilidad de acceso. Para la ubicación de las estaciones de muestreo y ubicación general de la cuenca del Río Coello, ver la tabla 1 y la figura 3 en Briñez-Vásquez *et al.* (2005, en esta publicación).

La captura de los peces se realizó mediante arrastre de un chinchorro, 1,5 m de alto por 10 m de largo y un ojo de malla de 0,5 cm, en zonas de poco caudal y con fondos lodosos y arenosos. Adicionalmente se empleó un equipo de electropesca portátil de 340 voltios y un amperio de corriente pulsante, con el cual se cubría un área de muestreo de 100 m de largo y ancho variable, ya que cuando el caudal lo permitía se muestreaba a todo el ancho del cuerpo de agua. Los ejemplares capturados se fijaron en formol borato al 10% para su transporte al Laboratorio de Investigación en Zoología de la Universidad del Tolima, luego fueron conservados en alcohol al 70%.

La determinación taxonómica se realizó siguiendo las claves de Eigenmann (1918), Eigenmann y Egenmann (1890), Miles (1942), Dahl (1971). La relación longitud-peso se halló mediante la ecuación generalizada para peces $P = aL^b$, donde P es el peso total del pez, L su longitud estándar (LE), a es la interceptación en las coordenadas y b es la pendiente o coeficiente de crecimiento. La longitud estándar se midió con un calibrador de 0,5 mm de precisión y el peso total de cada individuo se determinó con una balanza digital de 0,01 g de precisión. Se calculó la abundancia relativa, distribución de las especies en la cuenca y la distribución de frecuencias de tallas. Se realizó una caracterización del hábitat en cada estación, teniendo en cuenta el tipo de fondo, la vegetación, flujo, márgenes del río, profundidad y tipo de corriente (Tabla 1). Tipos de corrientes (1-4), según Roldán-Pérez (1992).

Paralelo a las capturas se midieron la temperatura del agua y del aire, el oxígeno disuelto, el pH y la conductividad, para lo cual se utilizó un oxímetro digital de campo, marca Schott, de 0,1 de precisión, un pHmetro digital de campo, marca Schott, de 0,1 de precisión, y un conductímetro digital, marca Crison.

Resultados

Se capturaron 2.669 especímenes pertenecientes a tres especies de *Trichomycterus*, *T. striatus*, *T. banneaui* y *T. taenia*. Se colectaron tricomicteros solo en 8 de las 28 estaciones de muestreo (Tabla 1), entre los 473, cauce principal del Coello, y 1.300 metros de altitud en la Quebrada Cay, afluente de Río Combeima (Fig. 1). La captura estuvo representada por 2.191 especímenes (82%) de *T. banneaui*, 446 ejemplares (17%) de *T. striatus*, 32 (1%) de *T. taenia*.

T. striatus y *T. taenia* presentan prácticamente la misma distribución altitudinal, aunque *T. taenia* no se encuentra en las quebradas Barbona y Gualanday, en el sector Caracolito de los ríos Coello y Combeima (sector de Chapetón). *T. banneaui* es la especie con distribución más restringida, entre 473-850 m, en la Quebrada Andes (Fig. 1).

Las tres especies de *Trichomycterus* en la cuenca del Coello habitan pequeñas quebradas y los márgenes de ríos de tercer orden. Los hábitats se caracterizan por presentar abundante vegetación riparia y ribereña, sustratos de arena, grava y rocas, corrientes de flujo moderado, márgenes abruptos y una profundidad promedio de 0,5 m. Sin embargo, en el hábitat predominante se presentan fondos de arena, vegetación ribereña y zonas de remanso (3A, 3B, 4B, 4C) (Tabla 1).

T. banneaui presentó su mayor abundancia (43%) en el cauce principal del Coello en el sector vía Rovira (Fig. 2), en los hábitats 7A y 7C (Tabla 1). Estos ambientes se caracterizan por presentar fondos de grava–guijarro y guijarro–roca, vegetación riparia y ribereña, flujos rápidos y moderados, márgenes moderados, profundidad de 0,6 a 1,2 m y corrientes de tipo 3 y 4 (Tabla 1).

T. banneaui es la especie con menor talla promedio de 35,95 mm LE (15,8-56,95), peso corporal total promedio de 0,58 g (0,01-2,03). La relación longitud-peso obtenida fue $P = 0{,}000014573L^{2{,}93055206}$ (Fig. 3), con un $R^2 = 0{,}9364258$. Se obtuvieron nueve clases de tallas de intervalos de 5 mm, encontrando que el mayor número de individuos (629) se encuentra en la clase 30-35 mm (Fig. 4a).

La mayor abundancia de *T. striatus* se presentó en la Quebrada Andes (34%), sector vereda Martínez (Fig. 2), principalmente en el hábitat 8E, el cual abarca la mayor área en la estación. Éste se caracteriza por la presencia de sedimentos de roca y grava, vegetación perifítica, flujos quietos, márgenes abruptas, profundidad promedio de 0,6 m y corrientes de tipo 2 (Tabla 1). Es la especie de mayor talla promedio 50,53 mm LE (16,45-94), peso corporal promedio 2,10 g (0,05-10,81 g). La relación longitud-peso se expresa mediante la ecuación $P = 0{,}000008665L^{3{,}08981542}$, con $R^2 = 0{,}93642558$ (Fig. 5). Se obtuvieron diez clases de tallas de 8 mm LE de intervalo, con una moda (77) para la clase 56-54 mm (Fig. 4b).

T. taenia presentó la mayor abundancia en la Quebrada Cay, sector bajo (75%) (Fig. 2), especialmente en el hábitat 12B que constituye el área mas amplia de la estación. Se caracteriza por la presencia de sustratos rocosos y arenosos, vegetación riparia y ribereña, flujo moderado, márgenes abruptas y excavadas, profundidad promedio de 0,5 m, en quebradas de primer orden. Talla promedio de 59,39 mm LE (22,70-87,45), peso promedio de 3,73 g (0,08-9,24). La relación longitud-peso se expresa mediante la ecuación $P = 0{,}0000042144L^{3{,}27689915}$ (Fig. 6), con un $R^2 = 0{,}9937816$. Se obtuvieron nueve clases de tallas de 8 mm de intervalo, encontrando que el mayor número de individuos se establece en la clase 76-84 mm (Fig. 4c).

Discusión

La captura de *T. taenia* en la cuenca del Coello se constituye en el primer reporte de la especie para la cuenca del Río Magdalena, ya que ha sido reportada para el flanco occidental de los Andes peruanos (Eigenmann & Eigenmann 1890), flanco occidental de los Andes ecuatorianos, Llanos de Sandona en Colombia (Eigenmann 1918, 1922, De Pinna & Wosiacki 2003) y en el Río Patía (Mojica 1999).

Debido a que la distribución espacio–temporal de las especies está controlada en gran medida por la dinámica ambiental que prevalece en los diferentes subsistemas ecológicos (Yañez–Aranciba *et al.* 1985), es posible que el estrecho rango de distribución altitudinal de las tres especies de *Trichomycterus* en la cuenca del Coello no pueda ser atribuido a factores fisicoquímicos del agua, sino a factores abióticos como flujo y tipo de corriente, entre otros, y bióticos como las adaptaciones a la disponibilidad de alimento.

La mayor abundancia de *T. banneaui* podría estar relacionada con hábitat donde predominan los fondos de arena y grava, la vegetación ribereña y ríos de 3 y 4 orden, ya que los ejemplares de tallas menores ocupan tramos de mayor velocidad de la

corriente (Granado–Lorenzo 1996). La amplia distribución de *T. striatus* podría sugerir un comportamiento generalista basado en una mayor capacidad para adaptarse a grandes variacioues de parámetros ambientales, hábitos alimenticios menos especializados y hábitos reproductivos simples (Camargo–Zorro 1999). La distribución discontinua de *T. taenia* podría deberse a que la especie se encuentra adaptada a un tipo de hábitat particular (12B) (Tabla 1).

Se ha generalizado que para una población normal de peces el crecimiento es isométrico cuando la constante b es igual a 3; sin embargo, valores de 2 a 3,5 son comúnmente encontrados (*e.g.* Bazigos 1983). La relación longitud peso de las tres especies, muestra valores del coeficiente de regresión b cercanos a 3 que indicaría la tendencia hacia el crecimiento isométrico de cada población, es decir los individuos crecen en la misma proporción en todos los sentidos.

Tabla 1. Caracterización de las estaciones de captura de *Trichomycterus* spp. en la cuenca del Río Coello. Para mayor detalle sobre descripción del total de las estaciones de muestreo en la cuenca, ver Briñez-Vásquez *et al.* (2005, en esta publicación). Tipos de corriente según Roldán-Pérez (1992).

Estación	Hábitat	Fondo	Vegetación	Flujo	Márgenes	Profundidad (m)	Tipo Corriente
3	A	Arena	Ribereña	Rápido	Moderada	0,7	3
Distrito de riego	B	Arena	Ribereña	Quieto	Artificial	2	3-4
	C	Roca, lodo	Ninguna	Lento	Moderada	0,5	2
	D	Guijarro-roca	Perifiton, ribereña	Lento	Moderada	0,5	2
4	A	Roca, grava	Perifiton, ribereña, riparia	Moderado	Abrupta	0,4	2
Quebrada Barbona	B	Arena	Ribereña	Quieto	Abrupta	1,0	2
	C	Arena-grava	Ribereña	Lento	Moderada	0,6	2
	D	Roca, grava	Ribereña, perifiton	Moderado	Moderada, Abrupta	0,4	2
5	A	Arena-grava, roca	Perifiton, ribereña, riparia	Lento	Moderado	0,4	2
Quebrada Gualanday	B	Grava-guijarro	Ribereña	Lento	Moderado	0,2	1-2
	C	Lodo-arena	Riparia, ribereña	Quieto	Abrupto	1,6	2
	D	Arena, roca	Ribereña, perifiton	Moderado	Abrupto	0,6	2
6	A	Roca, arena	Perifiton, ribereña	Rápido	Moderado	1,3	3-4
Río Coello, Caracolito	B	Roca, lodo-arena	Perifiton	Rapido	Moderado	1,0	3-4
	C	Roca, arena	Riparia, ribereña	Moderado	Abrupto	0,5	3
7	A	Grava-guijarro	Ribereña, riparia	Rápido	Moderado	1,2	3-4
Río Coello, vía Rovira	B	Grava-guijarro	Ribereña	Moderado	Suave	0,8	3-4
	C	Guijarro-roca	Riparia, ribereña	Moderado	Moderado	0,6	3-4
	D	Arena, grava-guijarro	Riparia, ribereña	Rápido	Suave	1	3-4
8	A	Arena, roca	Ribereña	Quieto	Abrupto	2	2
Quebrada Andes	B	Roca, arena	Perifiton	Bajo	Abrupto	0,1	2
	C	Arena-grava, roca	Ribereña	Lento	Moderado	0,2	2
	D	Roca, arena	Ribereña, perifiton	Bajo	Moderado	0,1	2
	E	Arena-roca	Perifiton	Quieto	Abrupto	0,6	2
10	A	Arena, roca	Perifiton, ribereña	Moderado	Abrupto	0,2	3
Río Combeima, Chapetón	B	Roca	Ribereña	Alto	Abrupto	0,8	3
	C	Arena	Ribereña	Lento	Abrupto	0,5	3
	D	Roca	Riparia	Bajo	Abrupto	0,8	3
12	A	Arena	Ribereña, riparia	Lento	Abrupto, suave	0,4	1
Quebrada Cay, sector bajo	B	Roca, arena	Riparia, ribereña	Moderado	Excavado, abrupto	0,5	1

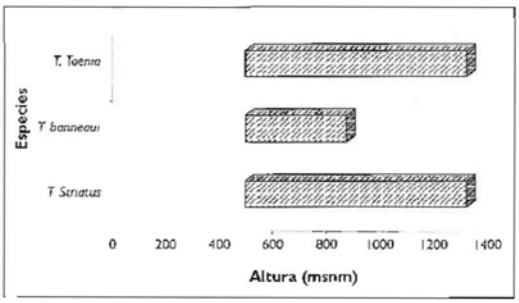

Fig. 1. Distribución altitudinal de las especies de *Trichomycterus* en la cuenca del Río Coello.

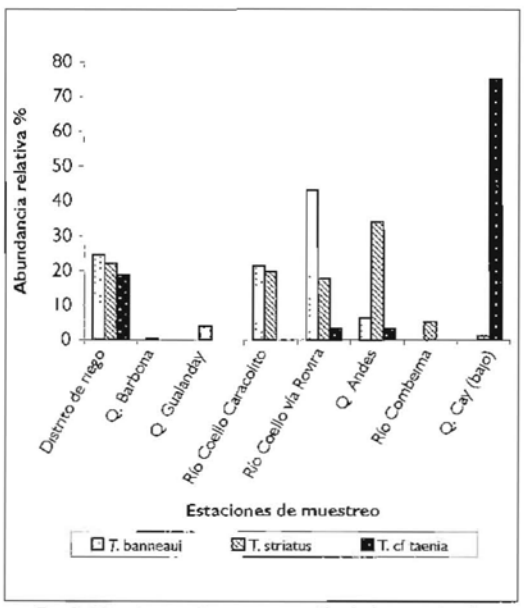

Fig. 2. Abundancia relativa por estación de las especies de tricomicteridos presentes en la cuenca del Coello.

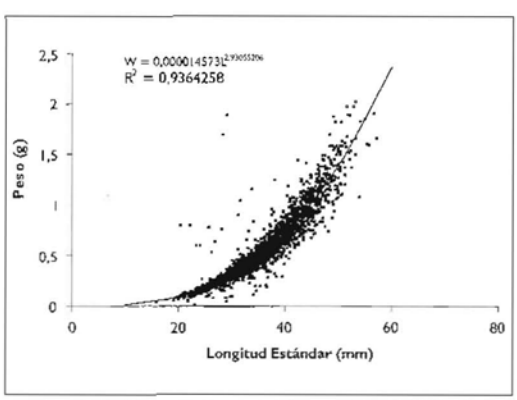

Fig. 3. Relación longitud-peso de *T. banneaui* (n = 2.191) en la cuenca del Coello.

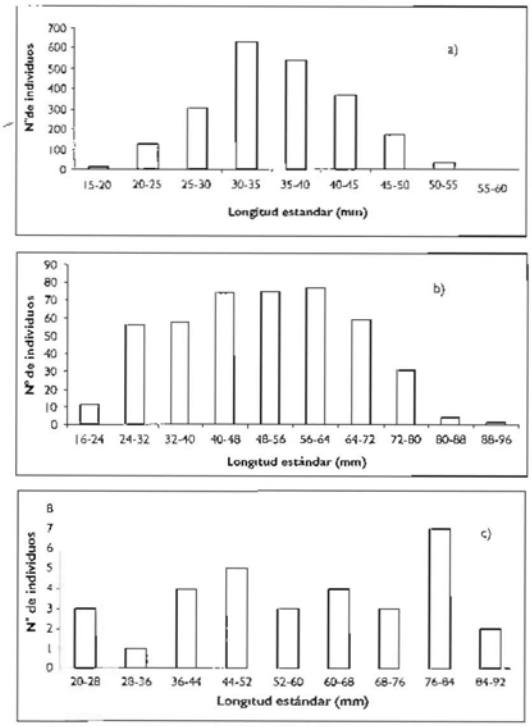

Fig. 4. Histograma de distribución de frecuencias de tallas: a) *T banneaui*, b) *T. striatus*, c) *T. taenia*.

Se observa que *T. striatus* (3,0898) y *T. taenia* (3,2768) presentan un incremento levemente mayor en peso que en longitud que *T. banneaui* (2,9305) esta diferencia puede indicar un crecimiento a favor de la longitud sobre el peso a través del tiempo. La alta correlación muestra una gran asociación entre la longitud y el peso en las especies. Estos resultados difieren de estudios sobre la relación longitud-peso de *T. chapmani* de Arias *et al.* (2003), que presentan un crecimiento alométrico para esta especie.

De acuerdo con la frecuencia de tallas obtenidas para *T. striatus* (446 individuos) y *T. banneaui* (2191 individuos), se observó que sus tallas presentan una distribución normal como lo describe Bazigos (1983) para poblaciones ícticas. Para *T. striatus* el mayor porcentaje de ejemplares se estableció en tallas de 40-48 mm y 56-54 mm LE, lo que supone individuos juveniles y adultos. A pesar de que la talla máxima reportada para la es-

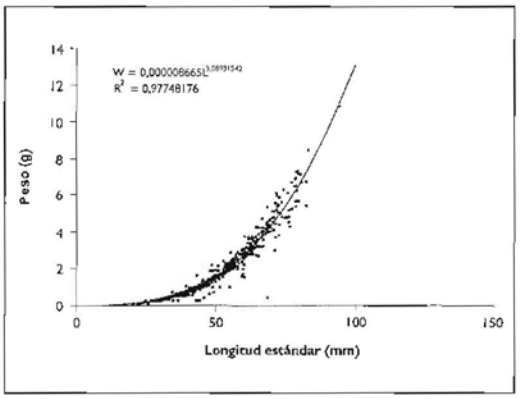

Fig. 5. Relación longitud-peso de *T. striatus* (n = 446) en la cuenca del Coello.

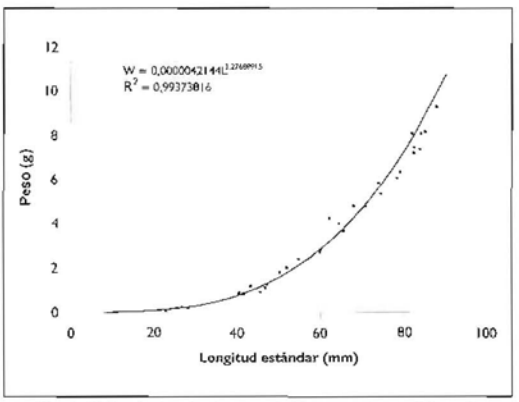

Fig. 6. Relación longitud-peso de T. taenia (n = 32) en la cuenca del Coello.

pecie oscila entre 67 (Dahl 1971) y 84 mm (De Pinna & Wosiacki 2003), en el presente estudio se capturaron ejemplares de 90,5 mm. La estructura de tallas para *T. banneaui* refleja un dominio de 30-35 mm LE. Según Dahl (1971), la especie ocasionalmente llega a 50 mm, pero en el presente estudio se capturaron individuos de 55 mm LE.

La estructura de tallas de *T. taenia* refleja que los peces capturados no presentan una distribución normal, presentando las mayor abundancia en las tallas 76-84 mm LE. A pesar de que la talla máxima reportada para la especie es de 111 mm (De Pinna & Wosiacki 2003), se encontró tallas máximas entre 84-92 mm. No obstante el tamaño de la muestra podría no estar reflejando la estructura de tallas real de la población.

Agradecimientos

Este trabajo forma parte del proyecto "Biodiversidad faunística regional de la cuenca del Río Coello", financiado por el Comité Central de Investigaciones de la Universidad del Tolima y la Corporación Autónoma Regional del Tolima - CORTOLIMA. Gracias a la Colección de Ictiología del Instituto de Ciencias Naturales-Museo de Historia Natural, Universidad Nacional de Colombia, por facilitar ejemplares de comparación.

Referencias

Arias, W., S. Usma, B. Arias, C. Araque, L. Mesa & L. Vásquez-Gamboa. 2003. Ecología trófica y reproductiva de *Trichomycterus chapmanii* Eigenmann, 1922 en la cuenca del Río La Vieja, Valle del Cauca, Colombia. P: 47. En: Memorias VII Simposio Colombiano de Ictiología. Peces y desarrollo sostenible. Montería - Colombia, 28 al 31 de mayo 2003.

Barbosa, M.A. 2000. Revisao sistemática do complexo de especie *Trichomycterus brasilensis* (Siluriformes: Trichomycteridae). Tesis de maestría en ciencias biológicas (Zoología). Universidad Federal de Río de Janeiro. Brasil.

Bazigos, G.P. 1983. Applied fishery statistics. FAO Fish. Tech. Paper 135. 164 p.

Briñez-Vásquez, G.N., F.A. Villa-Navarro, A. Ortega-Lara, G. Reinoso-Flórez & J.E. García-Melo. 2005. Distribución altitudinal y diversidad de la familia Astroblepidae (Pisces, Siluriformes), en la cuenca del Río Coello, Tolima. Dahlia (Rev. Asoc. Colomb. Ictiol.) 8:

Camargo-Zorro, M. 1999. La comunidad de peces y su distribución espacio-temporal en un gradiente de vertimiento de aguas residuales de origen petrogénico en la Orinoquia colombiana. Rev. Acad. Colom. Cienc. XXIII, suplemento especial 533: 558 p.

Dahl, G. 1971. Los peces del Norte de Colombia. INDERENA, Bogotá D.C. 391 p.

Eigenman, C. 1918. The Pygiidae, a family of the South American catfishes. Mem. Carnegie Mus. 7 (5): 259–398.

Eigenmann, C. 1922. The fishes of western South America, part I. The fresh–water fishes of northwestern South America, including Colombia, Panamá, and the Pacific slopes of Ecuador and Perú, together with an appendix upon the fishes of the Río Meta in Colombia. Mem. Carnegie Mus. 9 (1): 1-352.

Eigenmann, C & R. Eigenmann. 1890. A revision of the South American Nematognathi or Cat–Fishes. San Francisco: Cal. Acad. Sci. 508 p.

Granado-Lorenzo, C. 1996. Ecología de peces. Secretariado de Publicaciones Universidad de Sevilla. Serie Ciencias 45: 1-353.

Lasso, A. 1992. Composición y aspectos ecológicos de la ictiofauna del bajo Río Suapure, serranía de los Pijiguaos, Venezuela. Mem. Soc. Cienc. Nat. La Salle. LII (138): 5–56.

Miles, C. 1942. Los peces del Río Magdalena. Reimpresión Ediciones UT (1971), Ibagué. 242 p.

Mojica, C.J. 1999. Lista preliminar de las especies de peces dulceacuícolas de Colombia. Rev. Acad. Colomb. Cien. XXIII: 409-422.

De Pinna, M. & W. Wosiacki. 2003. Family Trichomycteridae. P: 270-287. In: E. Reis, S.O. Kullander & J. Ferraris Jr. (organizers). Check list of the freshwater fishes of South and Central America. Porto Alegre, Brasil. 742 p.

Roldán-Pérez, G. 1992. Fundamentos de limnología tropical. Univ. Antioquia.

Román-Valencia, C. 2001. 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.

Yañez-Aranciba, A., A.L. Lara-Domínguez, A. Aguirre-Leon, S. Díaz-Ruiz, F. Amescua- Linares, D. Florez-Hernández & P. Chavance. 1985. Ecología de poblaciones de peces dominantes en estuarios tropicales: factores ambientales que regulan las estrategias biológicas y la producción. P: 311-366. In. A. Yañez-Aranciba (ed.) Fish community and ecology in estuaries and coastal lagoons towards an ecosystem integration. DR (R) UNAM Press. México. 654 p.

LA COLECCIÓN DE PECES DEL INSTITUTO ALEXANDER von HUMBOLDT (IAvH) NUEVOS REGISTROS Y REPRESENTATIVIDAD PARTE II: AMAZONIA

Juan D. Bogotá-Gregory* & Javier A. Maldonado-Ocampo**

* Facultad de Biología Marina, Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. juandavidbogota@hotmail.com

** Programa de Inventarios de Biodiversidad, Instituto Alexander von Humboldt, Claustro de San Agustín, Villa de Leyva, Boyacá, Colombia. jamaldonado@humboldt.org.co

Abstract

This work includes data of the taxonomic revision of fishes at the Alexander von Humboldt freshwater fish collection (IAvH), captured in the Colombian Amazon water system. 209 species were identified, 57 species correspond to new registers for the region, for a total of 583 species registered until now for this region. This means that more than 1/3 of the species known (583) from the region are represented at the IAvH-P.

The most representative group at the IAvH-P are the Characiformes (44.1%), followed by Siluriformes (20.5%), Perciformes (17%), and Gymnotiformes (14.41%). The best represented tribuaries in the IAvH-P are the Putumayo and Apaporis rivers systems, with 59.7% and 28.4% respectively. The Rio Guainía don not have any register of the species reported to the area.

Key words: Fishes, Amazon, Colombia.

Resumen

Este trabajo incluye datos de la revisión taxonómica de los peces de agua dulce del Instituto Alexander von Humboldt (IAvH), colectados en los subsistemas que conforman la Amazonia colombiana. Se identificó un total de 209 especies de peces para la Amazonia colombiana, de las cuales 57 corresponden a nuevos registros para esta región, incrementando el número de especies conocidas de 526 a 583. Lo anterior nos indica que mas de una tercera parte de la ictiofauna registrada hasta el momento para la Amazonia colombiana están en le coleccion del IAvH-P.

El grupo más representativo fueron los Characiformes (44,1%), seguido por los Siluriformes (20,5%), Perciformes (17%) y Gymnotiformes (14,41%). En cuanto a la representatividad en la colección de los tributarios mayores de la Amazonia colombiana, se obtuvo que los rios Putumayo y Apaporis son los mejor representados con 59,7% y 28,4%, respectivamente. El sistema del Río Guanía no está representado en la colección.

Palabras clave: Peces, Amazonia, Colombia.

Introducción

La cuenca de la Amazonia cubre casi siete millones de km², de los cuales a Colombia le corresponde un 8% (420.000 km²), constituyendo cerca del 31% del territorio uacional (PRORADAM 1979). En esta región se destacan por sus caudales el mismo Río Amazonas, y sus tributarios los ríos Putumayo, Caquetá, Vaupés, Apaporis y Guainía-Negro, los cuales confluyen en el Amazonas en territorio brasilero (IGAC 1999).

Para la Amazonia colombiana se han hecho diferentes evaluaciones sobre la diversidad ictiológica. Cala (1987), menciona que "cualquier estimativo resulta especulativo, pero no será sorprendente que el número total de especies

para esta área de Colombia esté cercana a las 1000". Mojica (1999), en su muy deficiente trabajo, registra 264 especies para el área.

Estudios complementarios más concienzudos demuestran que el número de peces conocidos para la Amazonia colombiana en realidad es por lo menos el doble al registrado por Mojica. Como la cuenca del Amazonas es la que registra mayor riqueza íctica, se espera que estas cifras aumenten considerablemente ya que la región presenta subsistemas en los cuales no se han hecho colecciones ícticas, o a lo mejor solo parcialmente.

En general, la Amazonia colombiana cuenta con una pobre descripción en cuanto a ictiofauna se refiere lo cual hace necesario incentivar mas exploraciones, ya que se calcula que se conoce menos de la mitad de lo que realmente existe en la cuenca (Vari & Malabarba 1998).

Teniendo en cuenta que el objetivo del Proyecto "Colecciones Biológicas" del Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IavH) es promover la couservación y mantenimiento de las colecciones biológicas para su uso como material de estudio y referencia por investigadores, el propósito del presente artículo es preseutar un listado de los nuevos registros de especies de peces en la colección del IAvH-P para la Amazonia colombiana. Además, se incluyen los datos de representatividad de la colección a nivel de la región y para cada uno de los subsistemas mayores que la conforman.

Metodología

El desarrollo del trabajo compreudió las etapas referenciadas en Bogotá-Gregory y Maldonado-Ocampo (2005, en éste número). Para la etapa 3 y 4, elaboración del listado taxonómico de los nuevos registros, incluyeudo su distribucióu y representatividad taxonómica y el número de especies reportadas para el área, se tuvieron como referencia los trabajos de: Humboldt y Valenciennes (1821), Steindachner (1876), Regan (1904), Ahl (1925), Myers (1927), Lönnberg y Rendahl (1930), Fowler (1943, 1945), Miranda Ribeiro (1951), Böhlke (1955), Géry (1961, 1964, 1965, 1966, 1977), Meinken (1965), Myers y Weitzman (1960, 1966), Rosen y Rumney (1972), Isbrücker (1979), Kullander (1980, 1983, 1986, 1989, 1996), Vari (1982, 1984, 1989, 1992, 1995), Nijssen y Isbrücker (1983), Castro Espinosa (1986a, 1986b, 1987, 1994), Ramírez (1986), Prada (1987), Weitzman y Vari (1987), Arboleda (1988), Castro y Arboleda (1988), Baptiste (1988), Valderrama (1989), Kullander y Silfvergrip (1991), Rodríguez (1991, 1999), Jiménez (1994), Ruíz (1994), Cala *et al. (1996)*, Gonzalez *et al.*, (1996), Muñoz *et al.* (1996), Salinas (1998), Ferraris y Vari (1999), Mojica (1999), Agudelo *et al.,* (2000), Arbeláez Escalante (2000), Prieto (2000), Santos (2000), Salinas y Agudelo (2000), Toledo-Piza (2000), Vejarano (2000), Bejarano y Blanco (2001), Calderón & Hincapié (2001), Littmann *et al.* (2001), Vari y Harold (2001), Casatti (2002), Castellanos (2002), Armbruster (2003), Correa (2003), Gutiérrez (2003), Maldonado-Ocampo y Albert (2003), Roman-Valeucia (2003), Vari y Lima (2003).

Resultados

En la colección de peces del IAvH-P se registran 481 números de catálogo para la Amazonia colombiana de uu total de 2180, lo que significa que un 22,1% de los registros de la base de datos de la colección correspouden a ejemplares colectados en esta región, clasificados en 209 especies, 140 géneros, 41 familias y 13 ordenes (Tabla 1). Los ordenes Characifomes, Siluriformes, y Perciformes, agrupan aproximadamente el 90% de las especies (Fig. 1).

De las 526 especies registradas para la Amazonia colombiana en los trabajos referenciados en la metodología, 152 se registran en la colección del IAvH-P, con el 28,9%. En cuanto a la representa-

Tabla 1. Número de familias y especies de peces de la Amazonia colombiana presentes en la colección del IAvH-P.

Órdenes	No. Familias	No. Especies
Rajiformes	1	1
Clupeiformes	1	1
Characiformes	13	101
Siluriformes	11	49
Gymnotiformes	5	11
Batrachoidiformes	1	1
Ciprinodontiformes	1	1
Beloniformes	1	1
Synbranchiformes	1	1
Perciformes	3	39
Pleuronectiformes	1	1
Tetraodontiformes	1	1
Lepidosireniformes	1	1
Total	41	209

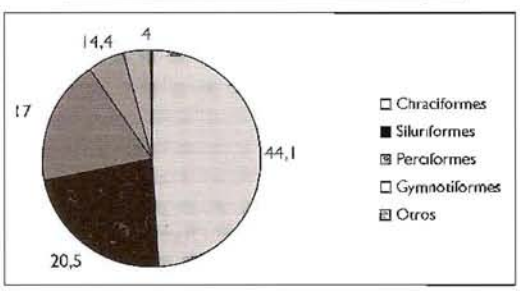

Fig. 1. Porcentaje de especies de peces por órdenes en la colección del IAvH-P para la Amazonia colombiana.

Tabla 2. Porcentaje de registros de peces catalogados en el IAvH-P de cada subcuenca mayor de la Amazonia colombiana.

Sistema	%
Amazonas	5
Putumayo	8,58
Caquetá	6,24
Apaporis	1,74
Vaupés	0,18
Guainía	0
Total	21,74

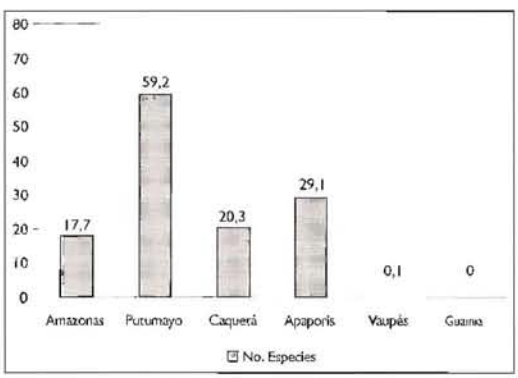

Fig. 2. Representatividad porcentual de las especies ícticas en la colección del IAvH-P, del total de especies conocidas y reportadas por subcuenca en la Amazonia colombiana.

tividad en la colección del IAvH-P de especies hasta el momento para cada subsistema de la Amazonia colombiana, se obtuvo que los subsistemas de los ríos Putumayo y Apaporis son los mejores representados, con el 59,2% y 29,1% respectivamente.

Para el resto de los subsistemas se registra una representatividad precaria, por ejemplo el sistema del Río Vaupés, mientras que para el sistema del Guinía no existe material en la colección (Fig. 2). Por consiguiente, el número de ejemplares en la colección del IAvH-P es muy bajo (Tabla 2). Ninguno de los ríos que conforman la cuenca de la Amazonia colombiana está representado con el 10% en la colección del IAvH-P con respecto a los registros totales del área.

A pesar que los peces son un componente clave de la selva amazónica (*e.g.* Goulding *et al.* 1995, Lowe-McConnell 1995, Lundberg 2001), en la Amazonia en general, y en particular en la colombiana, se han realizado muy pocos estudios a nivel taxonómico del grupo, impidiendo un acercamiento real a la diversidad íctica de esta región(Agudelo *et al.* 2000).

En el presente trabajo se reportan 57 nuevos registros de especies para la Amazonia colombiana, aumentando a 587 el número de registros para esta región, de los cuales ocho pertenecen a géneros que no habían sido registrados hasta - *Markiana, Dasyloricaria, Liposarcus, Acanthicus, Batrachoglanis, Hypodoras, Liosomadoras, Thalassophryne* (Tabla 3).

Tabla 3. Nuevos registros de peces para la Amazonia colombiana en la colección del IAvH-P.

Taxon	Sistema						No. de Catálogo IAvH-P
	Amazonas	Putumayo	Caquetá	Apaporis	Vaupés	Guainía	
Rajiformes							
Potamotrygonidae							
Potamotrygon cf. constellata (Vaillant, 1880)			x				2047
Anostomidae							
Leporinus cf. maculatus Müller & Troschel, 1844		x					1822
Leporinus moralesi Fowler, 1942							1821
Leporinus steyermarki Inger, 1956		x					2368
Hemiodontidae							
Hemiodus goeldii Steindachner, 1908		x					2389
Characidae		x					3153
Bryconops affinis (Günther, 1864)		x					2330
Hemigrammus cf. tridens Eigenmann, 1907	x						2419
Hyphessobrycon bentosi Durbin, 1908			x				2593
Markiana geayi (Pellegrin, 1908)			x				0900
Moenkhausia miangi Steindachner, 1915		x					2367
Moenkhansia cf. newtoni Travassos, 1964		x					2362
Agoniates cf. halecinus Müller & Troschel, 1845		x		x			1818, 2888
Brycon dentex Günther, 1860		x					1798
Metynnis hypsauchen (Müller & Troschel, 1844)		x					2232
Metynnis lippincottianus (Cope, 1870)			x				2042
Mylens rhomboidalis (Cuvier, 1818)		x					2207
Myleus setiger Müler & Troschel, 1844			x				2043, 2205
Pristobrycon careospinus Fink & Machado-Allison, 1992		x	x				1743, 2057
Brachychalcinus nummus Böhlke, 1958			x				1716
Cynodontidae							
Hydrolicus armatus (Jardine & Schombrgk, 1841)		x					0998, 1759, 2143, 2678
Hydrolicus wallacei Toledo-Piza, Menezes & Santos, 1999			x	x			2050, 2059, 2885
Erythrinidae							
Hoplias macrophthalmus (Pellegrin, 1907)		x	x				0585, 2161
Lebiasinidae							
Copella cf. arnoldi (Regan, 1912)	x						2101
Nannostomus harrisoni (Eigenmann, 1909)		x					2366
Piabucina erythrinoides Valenciennes, 1849			x				1734
Piabucina pleurotaenia Regan, 1903			x				1692
Siluriformes							
Aspredinidae							
Bunocephalus cf. verrucosus (Walbaum, 1792)							

Tabla 3. Continuación.

Trichomycteridae		x				2397
Trichomycterus cf. taenia Kner, 1863		x				2338
Callichthyidae						
Corydoras sodalis Nijssen & Isbrucker, 1986	x					3798
Corydoras sp.		x				2336
Megalechis personata (Ranzani, 1841)		x				1823
Loricariidae						
Dasyloricaria filamentosa Steindachner, 1878			x			1693
Rineloricaria cf. formosa Isbrücker & Nijssen, 1979			x			1715
Liposarcus pardalis (Castelnau, 1855)	x					0317
Acanthicus hystrix Spix & Agassiz, 1829	x					2038
Pseudopimelodidae						
Batrachoglanis raninus (Valenciennes, 1840)		x				2343, 2387
Heptapteridae						
Pimelodella chagresi (Steindachner, 1877)			x			1723
Pimelodidae						
Pimelodus ornatus Kner, 1858		x				2391
Doradidae						
Anadoras regani (Steindachner, 1908)	x					0804
Hypodoras forficulatus Eigenmann, 1925		x				2386
Nemadoras cf. Trimaculatus (Boulenger, 1898)	x					0629
Opsodoras cf. Morei (Steindachner, 1881)	x					2112
Auchenipteridae						
Liosomadoras morrowi Fowler, 1940		x	x			2390, 2614
Batrachoidiformes						
Batrachoididae						
Thalassophryne amazonica Steindachner, 1876		x				2329
Cypronodontiformes						
Rivulidae						
Rivulus cf. urophthalmus Günther, 1866		x				2347
Perciformes						
Scianidae					x	0560
Pachypops trifilis (Müller & Troschel, 1849)			x			2613
Cichlidae						
Aequidens chimantanus Inger, 1956	x		x			2414, 2589, 3146
Aequidens potaroensis Eigenmann, 1912		x				0286, 1737, 1739, 1765, 1825, 2350, 3159
Apistogramma diplotaenia Kullander, 1987	x					3139
Apistogramma iniridae Kullander, 1979	x		x			0590, 3147
Apistogramma cf. perteusis (Haseman, 1911)		x				2346
Biotodoma cupido (Heckel, 1840)		x		x		2373, 2865
Crenicichla alta Eigenmann, 1912	x	x	x			0265, 0294, 2120, 2395
Geophagus cf. abalios López-Fernández & Taphorn, 2004	x					2867
Geophagus megasema Heckel, 1840			x			2204
Geophagus winemilleri López-Fernández & Taphorn, 2004			x	x		2223, 2855
Pterophyllum leopoldi (Gosse, 1963)		x				0504

Agradecimientos

A la Agencia de Cooperación Alemana GTZ, quién a través del proyecto diversidad biológica y desarrollo en regiones ecológicas de importancia estratégica para Colombia- Orinoquia/IAvH financió parte de éste trabajo. A Mauricio Álvarez y José Enrique Castillo del IAvH. Donald Taphorn, Francisco Provenzano, Carlos Lasso, Saulo Usma, Armando Ortega, Lucena Vásquez, Francisco Villa, Miryan Lugo, Carlos Ardila, colaboraron en la identificación de especies.

Referencias

Agudelo, E., Y. Salinas, C.L. Sánchez, D.L. Muñoz, J.C. Alonso, M.E. Arteaga, O.J. Rodríguez, N.R. Anzola, L.E. Acosta, M. Núñez & H. Valdés. 2000. Bagres de la Amazonia colombiana: un recurso sin fronteras. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas (SINCHI) – Ministerio del Medio Ambiente, Bogotá D.C.

Ahl, E. 1925. Neue südamerikanische Fische aus dem Zool. Museum Berlin. Sitzungsber. Ges. Naturf. Freunde Berlin (1/10): 106-109.

Arbeláez-Escalante, F. 2000. Estudio de la ecología de los peces de un caño de aguas negras amazónicas en los alrededores de Leticia. Trabajo grado, Biología. Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá.

Arboleda, A.L. 1988. Determinación de las tallas de madurez para seis especies de bagres del río Caquetá. Boletín Ecotrópica 8: 3-6.

Armbruster, J.W. 2003. The species of the Hypostomus cochliodon group (Siluriformes: Loricariidae). Zootaxa 249: 1-60.

Baptiste, L.G. 1988. Ecología básica de los peces de consumo en el sector de Araracuara, río caquetá y afluentes, Amazonas. Tesis Pregrado, Pontificia Universidad Javeriana, Facultad de Ciencias, Bogotá, Colombia.

Bejarano, I. & M.P. Blanco. 2001. Distribución y estructura de la comunidad íctica del río Mesay, durante el periodo de máxima inundación, en el Parque Nacional Natural Serranía Chiribiquete (Amazonia colombiana). Trabajo de grado, Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. Bogotá D.C.

Bogotá-Gregory, J.D. & J.A. Maldonado-Ocampo. 2005. La colección de peces del Instituto Alexander von Humboldt (IAvH-P), nuevos registros y representatibidad. Parte I: Orinoquia. Dahlia (Rev. Asoc. Colomb. Ictiol.) 8:

Böhlke, J.E. 1955. Studies on fishes of the family Characidae. No. 10. Notes on the coloration of the species of *Hemiodus*, *Pterohemiodus* and *Anisitsia*, with the description of a new *Hemiodus* from the Rio Negro at the Brazil-Colombia border. Not. Nat. (Philadelphia). 278: 1-15.

Cala, P. 1987. La ictiofauna dulceacuícola de Colombia: una visión histórica y su estado actual. Revista Acad. Colomb. Cienc. 16 (62): 69-84.

Cala, P., E. Gonzalez & M.P. Varona. 1996. Aspectos biológicos y taxonómicos del tucunaré, *Cichla monoculus* (Pisces: Cichlidae). Dahlia (Revista Asoc. Colomb. Ictiol.) 1: 23-37.

Calderón, C.M. & C. Hincapié. 2001. Estructura espacial de la comunidad íctica en biotopos del plano inundable de los ríos Metá y Caquetá (Amazonia Colombiana) durante el periodo de aguas altas. Trabajo de grado, Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. Bogotá D.C.

Casatti, L. 2002. Taxonomy of the South American genus Pachypops Gill 1862 (Teleostei: Perciformes: Scianidae:), with the description of a new species. Zootaxa 26: 1-20.

Castro, D.M. 1986a. *Corydoras gomezi* a new species from Colombia (Pisces, Siluriformes, Callichthyidae). Bol. Ecotropica (15): 33-38.

Castro-Espinosa, D. M. 1986b. Los bagres de la subfamilia Sorubiminae de la Orinoquia y Amazonia colombiana. (Siluriformes - Pimelodidae). Boletín Ecotrópica 13: 1-40.

Castro-Espinosa, D.M. 1987. Los principales peces comerciales de consumo y de uso ornamental de Leticia, Colombia. Boletín Ecotrópica 7: 8-13.

Castro-Espinosa, D. M. 1994. Peces del río Putumayo. Sector de Puerto Leguizamo. Corporación Autónoma Regional del Putumayo. CAP. Servigráficas. Mocoa (Putumayo).

Castro-Espinosa, D.M. & A.L. Arboleda. 1988. Lista preliminar de los peces del río Caquetá, Colombia. Boletín Ecotrópica 8: 7-14.

Castellanos, C. 2002. Distribución especial de la comunidad de peces en una quebrada de agues negras amazónicas, Leticia, Colombia. Trabajo de grado, Departamento de Biología. Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá.

Correa, S.B. 2003. Ichthyofauna of lago Taraira, lower rio Apaporis system, Colombian Amazon. Dahlia (Rev. Asoc. Colomb. Ictiol.) 6: 59-68.

Ferraris, C.J. & R.P. Vari. 1999. The South American Catfish Genus Auchenipterus (Ostariophysi: Siluriformes: Auchenipteridae): monophyly and relationships, with a revisionary study. Zool. J. Linnean Soc. 126 (4): 387-450.

Fowler, H.W. 1943. A collection of freshwater fishes from Colombia, obtained chiefly by brother Nicéforo María. Proc. Acad. Nat. Sic. Phil. 95: 223-226.

Fowler, H.W. 1945. Colombian zoological survey. Pt. I. The freshwater fishes obtained in 1945. Proc. Acad. Nat. Sci. Phil. 97: 93-135.

Géry, J. 1961. Three new South-American characoids. Trop. Fish Hobbyist 9 (9): 26-46.

Géry, J. 1964. New species of hemiodin characoid fishes forming the *Hemiodopsis quadrimaculatus*-group. Trop. Fish Hobbyist 13 (3): 11-15, 69-74.

Gery, J. 1965. Poissons characoides sud-americains du Senckenberg Museum II. Characidae et Crenuchidae de Igarape Preto (Haute Amazonia). Sencken bergiana Biol. 46(1): 11-15.

Géry, J. 1966. A review of certain tetragonopterinae (Characoidei), with the description of two new genera. Ichthyol. Aquarium J. 37 (5): 211-236.

Géry, J. 1977. Characoids of the world. TFH Publ. Neptune City, NJ. 672 p.

González, E., M.P. Varona & P. Cala. 1996. Datos biologiocs del oscar, Astronotus ocellatus (Pisces: Cichlidae), en los alrededores de Leticia, Amazonia. Dahlia (1996) 1: 51-62.

Goulding, M., N.J.H. Smith & D.J. Mahar.. 1995. Floods of fortune: ecology and economy along the Amazon. Columbia University Press. New York.

Gutiérrez, A.L. 2003. Análisis de algunos aspectos tróficos y reproductivos de la comunidad de peces de un caño de aguas negras amazónicas en cercanías de Leticia (Amazonas, Colombia). Trabajo de grado, Departamento de Biología, Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá.

Humboldt, F.H.A. von & A. Valenciennes. 1821. Recherches sur les poissons fluviatiles de l´Amérique Équinoxiale. Pp. 145-216 in: Voyage de Humboldt et Bonpland, Deuxième partie. Observations de Zoologie et d´Anatomie comparée. Paris.

IGAC. 1999. Paisajes fisiograficos de Orinoquia-Amazonia (ORAM) Colombia. Análisis Geográficos No. 27-28.

Isbrücker, I.J.H. 1979. Descriptions préliminaries de nouveaux taxa de la familia des Loricariidae, poissons-chats cuirassés néotropicaux, avec un catalogue critique de las soud-famille nominale (Pisces, Siluriformes). Rev. Fr. Aquariol. 5 (4, for 1978): 86-117.

Jiménez, L. 1994. La comunidad íctica presente en la zona de los gramalotes ubicados sobre el margen colombiano del río Amazonas. Trabajo de grado, Departamento de Biología, Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá.

Kullander, S.O. 1980. A taxonomical study of the genus *Apistogramma* Regan, with a revision of Brazilian and Peruvian species (Teleostei: Percoidei: Cichlidae). Bonner Zoologische Monographien 14: 1-152.

Kullander, S.O. 1983. A revision of the South American cichlid genus *Cichlassoma* (Teleostei: Cichlidae). Naturhistoriska Riksmuseet, Stockholm. 296p.

Kullander, S.O. 1986. Cichlid fishes of the Amazon River drainage of Perú. Swedish Museum of Natural History. Stockolm. 431p.

Kullander, S.O. 1989. Description of a new Acaronia species from the Rio Orinoco and Rio Negro drainages. Zool. Scr.18: 447-452.

Kullander, S.O. 1996. *Heroina isonycterina*, a new genus and species of cichlid fish from western Amazonia, with comments on cichlasomine suystematics. Ichthylogical Exploration of Freshwaters 7: 149-172.

Kullander, S.O. & A.M.C. Silfvergrip. 1991. Review of the South American cichlid genus *Mesonauta* Günther (Teleostei, Cichlidae) with descriptions of two new species. Revue Suisse de Zoologie 98: 407-448.

Littmann, M.W., B.M. Burr, R.E. Schmidt & E. Rios. 2001. Sorubim elongatus, a new species of catfish (Siluriformes: Pimelodidae) from tropical South America syntopic with *S. lima*. Ichthyol. Explor. Freshw. 1: 1-16.

Lönnberg, E. & H. Rendahl. 1930. Eineneue Art der Gattung *Carydoras*. Ark. Zool. 22 A (5): 1-6.

Lowe-McConnell, R.H. 1995. Ecological studies in tropical fish communities. Cambridge University Press. Cambridge.

Lundberg, J. G. 2001. Freshwater richness of the Amazon. Nat. Hist. 110 (7): 36.

Maldonado-Ocampo, J.A. & J.S. Albert. 2003. Species diversity of gymnotiforms fishes (Gymnotiformes, Teleostei) in Colombia. Biota Colombiana 5 (2): 147-165.

Meinken, H. 1965. Über eineneue Gattung und Art der Familie Cichlidae aus Peru (Pices, Percoidea, Cichlidae). Senckenbergiana Biologica 46 (1): 47-53.

Miranda Ribeiro, P. 1951. Sôbre *Oxyropsis* Eigenmann & Eigenmann, 1889 (Pisces – Nematognathi - Loricariidae). Bol. Mus. Nac. Zool. (N.S.) 104 (1-3), pls. 1-4.

Mojica, J. I. 1999. Lista preliminar de las especies de peces dulceacuícolas de Colombia. Rev. Acad. Colomb. Cienc., 23 (Suplemento especial): 547-566.

Muñoz, S.E., I.Z. Pineda & P. Cala. 1996. Aspectos bioecologicos y caracterizacion preliminar de la pesca de Prochilodus nigricans, Schizodon fasciatus, Mylossoma duriventris, Brycon melanopterus y Pterygoplichthys punctatus, en el trapecio amazonico colombiano (1996) 1: 63-83.

Myers, G.S. 1927. Description of new South American freshwater fishes collected by Dr. Carl Ternetz. Bull. Mus. Comp. Zool. 68 (3):107-135.

Myers, G.S. & S. H. Weitzman. 1960. Two new fishes collected by General Thomas D. White in eastern Colombia. Stanford Ichthyol. Bull. 7 (4): 98-109.

Myers, G.S. & S.H. Weitzman. 1966. Two remarkable new trichomycterid catfishes from the Amazon basin in Brazil and Colombia. J. Zool. (London) 149: 277-287.

Nijssen, H. & I.J.H. Isbrucker. 1983. Review of the genus Corydoras from Colombia, with descriptions of two new species (Pisces, Siluriformes, Callichthyidae). Institute of taxonomic Zoology (Zoological Museum) University of Amsterdam. Baeufortia 33 (5): 53-71.

Prada, S. 1987. Acercamientos etnopiscícolas con los indios ticuna del parque nacional Amacayacu (Colombia). Traabajo de grado, Departamento de Biología, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá D.C.

Prieto, E. 2000. Estudio ictiológico de un caño de aguas negras de la Amazonia colombiana, Leticia, Amazonas. Trabajo de grado, Departamento de Biología. Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá.

PRORADAM. 1979. La Amazonia Colombiana y sus recursos. Tomo I-II-III-IV-V: IGAC. La Amazonia Colombiana y sus recursos. Tomo I Memoria Técnica. Tomo II Mapa de Geología. Tomo III Mapa de Suelos. Tomo IV Mapa de Bosques. Tomo V Mapa de Uso Agropecuario. Principales Plantas Utiles de la Amazonia Colombiana. IGAC, CIAF, MINDEFENSA. Bogotá D.C.

Ramírez-Gil, H. 1986. Estudio sobre las capturas realizadas en la época seca de 1984 en la desembocadura de la quebrada Mata-Matá al río Amazonas, contemplando algunos aspectos ecológicos y taxonómicos. Trabajo de grado, departamento de Biología. Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá.

Regan, C.T. 1904. A monograph of the fishes of the family Loricariidae. Trans. Zool. Soc. London 17 (pt 3, no. 1): 191-350, pls. 9-21.

Rodríguez, C.A. 1991. Bagres, malleros y cuerderos en el bajo río Caquetá. Tro-penbos-Colombia. Bogotá D.C.

Rodríguez, C.A. 1999. Arponeros de la trampa sol. Sustentabilidad de la pesca comercial en el medio río Caquetá. Bogotá D.C.

Roman-Valencia, C. 2003. Sistematica de las especies colombianas de Bryconamericus (Characiformes, Characidae). Dahlia (Rev. Asoc. Colomb. Ictiol.) 6: 17-58.

Rosen, D.E. & A. Rumney. 1972. Evidence of a Second Species os Synbrabchus (Pisces, Teleostei) in South America. Amer. Mus. Novitates (1972) 2497: 1-45.

Ruíz, O. 1994. Algunos aspectos de la biología de cinco especies ícticas y caracterización básica del mercado pesquero de Leticia. Trabajo de grado, Departamento de Biología, Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá.

Salinas, Y. 1998. Aspectos de la biología pesquera de las poblaciones de los grandes bagres (Ostariophysi: Siluriformes: Pimelodidae) en el sector colombiano del río Amazonas. Trabajo de grado, Universidad Pedagógica Nacional. Bogotá D. C.

Salinas, Y., & E. Agudelo. 2000. Peces de importancia económica en la cuenca Amazónica colombiana. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI. Bogotá D. C.

Santos, M. 2000. Aspectos ecológicos de la fauna íctica dominante en la Laguna de Yahuarcaca, Leticia, Amazonia colombiana. Trabajo de grado, Departamento de Biología, Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá.

Steindachner, F. 1876. Beiträge zur Kenntniss der Characinen des Amazonenstromes. Sitzungsber. Akad. Wiss. Wien 72: 6-24, pls. 1-2.

Toledo-Piza, M. 2000. The Neotropical Fish Subfamily Cynodontinae (Teleostei: Ostariophysi: Characiformes): A Phylogenetic Study and a Revision of Cynodon and *Raphiodon*. Amer. Muns. Nat. Hist., N.Y. (2000) 3286: 1-88.

Valderrama, B.M. 1989. Aspectos ecológicos y algunas consideraciones del potencial y uso del recurso pesquero en la cuenca del río Amazonas. En: Memorias de Simposio Investigación y manejo de la Amazonia. INDERENA. P: 75-78.

Vari, R.P. 1982. Systematics of the Curimatid Genus Curimatopsis (Pisces, Characoidea). Smith. Contrib. Zool. 373:1-28.

Vari, R.P. 1984. Systematics of the Neotropical Characiform Genus Potamorhina (Pisces, Characiformes). Smith. Contrib. Zool. 400: 1-36.

Vari, R.P. 1989. Systematics of the Neotropical Characiform Genus CurimataBosc (Pisces: Characiformes). Smith. Contrib. Zool., 474: 1-63.

Vari, R.P. 1992. Systematics of the Neotropical Characiform Genus Cyphocharax Fowler (Psices, Ostariophysi). Smith. Contrib. Zool., 529: 1-137.

Vari, R.P. 1995. The Neotropical fish family Ctenoluciidae (Teleostei: Ostariophysi: Characiformes): Supra and Intrafamilial Phylogenetic Relationships, with a Revisory Study. Smith. Contrib. Zool., 564: 1-97.

Vari, R.P. & F.C.T. Lima. 2003. New species of Creagrutus (Teleostei: Characiformes: Characidae) fromthe rio Vaupés Basin, Brazil. Copeia (3): 583-587.

Vari, R.P. & A.S. Harold. 2001. Phylogenetic Study of the Neotropical Fish Genera Creagrutus Gunther and Piabina Reinhardt (Teleostei: Ostariophysi: Characiformes), with a Revision of the Cis-Andean Species. Smith. Contrib. Zool. 613: 1-239.

Vari, R.P. & L.R. Malabarba. 1998. Neotropical ichthyology: an overview. P: 1-11. In: L.R. Malabarba, R.E Reis, R.P. Vari., Z.M. Lucena & C.A.S. Lucena (eds). Phylogeny and classification of Neotropical fishes. Edipurus, Porto Alegre, Brazil. 603 p.

Vejarano, S. 2000. Ictiología de la laguna de Yahuarcaca y aspectos tróficos y reproductivos de cinco especies predominantes. Leticia, Colombia. Trabajo de grado, Departamento de Biología, Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá.

Weitzman, S.H. & R.P. Vari. 1987. Two new species and a new genus of miniature characid fishes (Teleostei: Characiformes) from northern South America. Proc. Biol. Soc. Washington 100 (3): 640-652.

ASPECTOS BIOMÉTRICOS DE LA GUAPUCHA, *GRUNDULUS BOGOTENSIS* (PISCES: CHARACIDAE)

Luz Dary León*, Julio A. González & Jorge E. Forero*****
*luzdaryleonalfonso@yahoo.es
**Universidad de La Salle, Facultad de Zootecnia, Bogotá D.C.
***Universidad Nacional de Colombia, Dpto. Biología, Bogotá D.C.

Abstract

A total of 144 fresh specimens were weighed and measured. The morphometric data were taken on their left side of the body, using a caliper with an approximation of 0.1 mm. The following measurements were made: total weight in g (P), total length in mm (L), standard length (E), cephalic length, preocular length, predorsal and preanal length, dorsal fin length, pectoral fin length, anal fin length, dorsal caudal peduncle length, ventral caudal peduncle length, average height of caudal peduncle, cephalic width, interocular width, body height and mouth wide. Some morphometric relations considered typical for the species were set.

The allometric constant of 3.601 was calculated, which indicated a growth for the species higher in weight than in length. The determination coefficient ($r^2 = 0.907$) obtained demonstrated that the data adjust to the linear and potential models ($r = 0.952$), indicating a height degree of association between the variables length and weight for the studied population of *G. bogotensis*.

Nine of the fourteen proportional relations were considered statistically acceptable with a smaller variation coefficient of 30; five would not be reliable to characterize the species at biometric level, since they display a high variation coefficient greater than 30.

Key words: *G. bogotensis*, biometry.

Resumen

Un total de 144 ejemplares de Grundulus bogotensis fueron pesados y medidos. Los datos morfométricos fueron tomados por el costado izquierdo utilizando un calibrador pie de rey, con aproximación de 0,1 mm. Se registró el peso total en g (P), la longitud total en mm (L) y estándar (E), longitud cefálica, preocular, predorsal, preanal, longitud de la aleta dorsal, aleta pectoral, de la aleta anal, longitud dorsal del pedúnculo caudal, ventral del pedúnculo caudal, altura promedio del pedúnculo caudal, ancho cefálico, ancho interocular, altura del cuerpo y abertura de la boca. Se establecieron relaciones morfométricas consideradas propias para la especie.

Se calculó la constante alométrica de 3,601 la cual indica un crecimiento para la especie mayor en peso que en longitud. El coeficiente de determinación ($r^2 = 0,907$) demuestra que los datos se ajustan a los modelos lineal y potencial ($r = 0,952$), indicando un alto grado de asociación entre las variables longitud-peso para la población estudiada de *G. bogotensis*.

De las 14 relaciones proporcionales descritas, 9 se consideran estadísticamente aceptables con un coeficiente de variación menor de 30, mientras 5 no serían confiables para caracterizar la especie a nivel biométrico, pues pesentan un elevado coeficiente de variación mayor de 30.

Palabras clave: *G. bogotensis*, biometría.

Introducción

Los cuerpos de agua de la región alta-andina (2000-3200 msnm) presentan gran influencia antrópica por estar situados en cercanías a los asentamientos humanos más grandes del país, efecto que unido a la influencia de las variaciones climáticas e hidrológicas, influyen en las características de las diferentes comunidades bióticas de la región

La ictiofauna nativa en sistemas de alta montaña ha sido básicamente estudiada bioecológicamente, con miras a su conservación y manejo. Mientras que especies exóticas han sido estudiadas con fines piscícolas introducidas en corrientes, lagos, lagunas y embalses.

La literatura disponible sobre Guapucha, *Grundulus bogotensis* (Humboldt, 1821) se considera escasa. Dahl (1971), anota que la especie se encuentra en aguas del altiplano cundiboyacense, crece unos 8 centímetros y es utilizada esporádicamente como forraje para truchas adultas. Forero y Garzón (1974), determinan que el ciclo de la guapucha comprende aproximadamente dos años, a lo largo de los cuales es capaz de reproducirse por lo menos cuatro veces. Es un pez ovíparo con dos épocas de reproducción al año, el cual deposita sus huevos en las orillas del cuerpo de agua a poca profundidad, utilizando como snstrato algas filamentosas.

González *et al.* (1992), establecieron el número cromosómico 2n = 50 (25 pares), distribuidos así: cromosomas metacéntricos los pares 1-15-19-20 y 25; cromosomas submetacéntricos los pares 2-5-6-8-10-12-13-14-16-17-21-22-23 y 24; cromosomas subtelocéntricos los pares 3-4-7-9-11 y 18. La comparación de cariotipos de machos y hembras demostró que no existe dimorfismo sexual cromosómico en la especie.

G. bogotnesis mantiene una dieta poco diversa y netamente proteica, con gran predominio de microcrustáceos como copépodos y cladóceros. Las características morfométricas del tracto digestivo, determinan a la Guapucha como consumidora directa de zooplancton con preferencia carnívora (Pantoja & Pantoja 2003).

El género *Grundulus* es clasificado como *genera incertae sedis* de la familia Characidae por Lima *et al.* (2003) y se consideraba monotípico, hasta que Román-Valencia *et al.* (2001, 2003) describen una segunda especie de *Grundulus* para la Laguna de La Cocha, con posbilidad de una tercera especie del Ecuador (Román-Valencia, com. Pers.).

El objetivo de este trabajo es establecer las relaciones biométricas características, con el propósito de fijar patrones de comparación con otras poblaciones de la misma especie.

Materiales y métodos

Los ejemplares de Guapucha (Tabla 1) fueron capturados en el Embalse San Rafael, nbicado sobre el margen izquierdo de la vía que conduce desde Bogotá D.C. al municipio de La Calera (Cundinamarca). El embalse forma parte integral del sistema Chingaza, siendo por éste alimentado en su mayoría, recibe además aguas del Río Teusacá y en época de invierno recibe aguas de afluentes minoritarios. La temperatura promedio del aire es de 13 °C, con una mínima de menos 5 °C y una máxima de 24°C. Las lluvias en el área del embalse presentan picos máximos durante abril y octubre, y dos periodos de muy baja precipitación de diciembre a marzo y de junio a septiembre.

La pesca se realizó, con redes manuales y nasas en malla metálica de 0,5 cm de ojo, en las orillas y entradas de pequeños cursos de agua al embalse. Los peces fueron transportados vivos al Laboratorio de Biología de la Planta Wiesner de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, allí se pesaron y midieron. Posteriormente se colocaron en frascos plásticos rotulados que contenían solución de formol al 10% y llevados al Laboratorio de Invertebrados del Departamento de Biología de la Universidad Nacional, en donde se hicieron las demás mediciones.

Se obtuvieron datos de 144 ejemplares, los cuales se pesaron en una balanza digital Mettler PJ300. Los registros morfométricos se tomaron por el costado izquierdo del pez (Fig. 1) con un calibrador Pie de Rey con aproximación de 0,1 mm, de acuerdo a los trabajos de Forero y Garzón

Tabla 1. Registros morfométricos de la población de Guapucha, *G. bogotensis*, del Emblase de San Rafael.

No	Sexo	PT	LT	LE	LC	LPREO	LAPEC	LPRED	LPREA	LAD	LAA	LPOSD	LPOSA	APC	AC	AI	AMC	AB
1	M	6,29	73	60,8	17	3,7	6,8	38,4	8,3	12,7	20,3	20,6	42,9	9,2	13,2	9,5	21,5	5,8
2	M	0,89	48,4	32,4	9,5	2,5	3,2	19,3	3,6	6,1	12,3	17,3	24,1	1,5	4,3	4,7	10,4	3,1
3	M	0,99	35,5	20	8,1	2,4	2,9	14,5	3,7	6,3	11,5	16	20,5	4,2	3,1	4,5	8,5	2,4
4	M	0,32	30,8	23,5	8,5	2,5	3	16,4	3,2	5,3	12	16,4	19,8	3,8	4	3,8	8,9	2,8
5	IND	0,2	28,4	21,9	6,5	2,1	1,2	13	2,7	4,5	8,5	11,6	16	2,5	3,2	2,5	6,2	1,9
6	M	6,32	66,1	53,1	15,1	4,3	5,6	31,2	8	9,9	19,1	36	35,8	8,6	9,6	9	19,7	5,3
7	M	3,4	40	49,2	11,9	3,2	5,6	27,4	6,5	8,3	17,3	24,8	34,9	7,2	0,5	6,8	15,5	4,3
8	H	5,2	67,8	54,7	14,4	3,5	4,1	32,3	6	0,7	31	28,2	29,4	8,1	8,7	7,7	19,3	4,2
9	H	5,48	72	56,5	15	3,6	5,9	32,6	6,9	10,8	31	31,7	40,8	7,8	8,5	9,6	18,6	5
10	H	5,37	67	54,1	14,9	3,2	5,1	32,2	6,9	10	19,5	28,7	39,7	7,2	8,6	8,2	18,5	4,6
11	H	3,6	59,5	53,6	13,7	3,6	4,3	29,6	6,5	8,2	6,9	22,1	31,3	6,7	6,3	7	16,7	4
12	H	3,24	61,3	49,5	15	3,2	5,1	29,9	5,6	9,3	10,9	27,8	35,2	7,3	7,6	8,8	16,1	4,3
13	H	2,53	55,2	49,7	13,1	2,9	3,4	26,9	6,6	7,3	17,2	23,8	31,2	6,2	6	7,2	4	3,6
14	M	4,3	65,5	54,7	14,9	3,2	5,3	33,9	6,2	10,6	18,2	26,2	39,2	8,6	10,5	7,9	20	5
15	M	2,53	56	44,4	12,3	2,9	3,8	25	5,6	9,5	18	24	31	5,7	7	6,8	13,5	3
16	M	1,51	48,7	37,9	10,9	3	3,1	23,9	4,5	8	16	21,6	27,3	6	6,9	6	11,5	3,1
17	M	1,9	50,5	41,2	11,6	2,9	3,7	23,5	4,6	7,5	16,8	21,5	29,4	5,6	6,5	5,0	11,6	3,5
18	H	1,79	49,9	38,9	11,4	2,8	3,2	23,3	4,6	6,9	15,1	20,5	29,3	5,7	6,8	6,6	12,8	3,2
19	M	1,57	48	37,6	10,5	3	2,6	21,8	4,0	7,9	16,3	20,5	28	5,9	5,5	5,5	11,1	3,5
20	M	1,25	47,6	37,3	9,1	2,5	2,8	19,1	3,5	7,4	14,6	19	18,9	4,4	5,5	5,4	11	3
21	M	1,44	43,5	38,5	10	2,6	2,4	21,5	3,2	6,6	14,6	25,8	30,2	5,6	4,2	5,5	11,4	3,2
22	F	1,23	43	35	9,5	3	2,5	20	3,6	5,6	14,5	20	23,8	4,5	4,2	5,6	9,8	3
23	M	1,35	45	36,4	9,3	2,5	2,5	21,4	3,9	7,5	14	19,5	25,6	5	5,2	5,4	11	3,4
24	M	1,28	44,5	34	9	2,5	3,1	21,1	3,2	7,3	14,3	19,1	26	5,1	5	5,6	10,8	3,4
25	H	1,01	42	33	9,4	2,4	2,3	19,7	4,1	8,6	13,7	17,2	24,1	4,9	4,9	5,1	10,6	2,6
26	M	1,22	46,5	36,4	10,5	3	2,8	22,5	3,8	6,5	14,3	19,4	26,3	5,4	4,5	6	10,8	2,9
27	H	0,73	42	31,4	9,6	2,4	2,5	18,7	3,8	7,3	15,3	19,5	23,5	4,5	4,5	5,2	8,9	3,2
28	M	1,18	37,9	30	8,3	2,2	2,4	18,7	3,4	6	12,9	18,5	22	4,5	5	4,3	9	2,4
29	M	1,3	38	27	8,2	2,2	2,2	16,7	3,5	6,5	11,3	14,8	20,2	3,9	3,7	4,2	8,7	2,6
30	M	0,85	42,5	32,5	9,6	2,5	2,6	19,7	3	7,5	13,5	19,3	23	4,7	5,2	5	9,6	3
31	M	0,72	40,2	30,9	8,9	2,5	2,3	19	3,3	6,9	13,7	18,3	22	4,1	4,3	3,9	9,2	2,9
32	M	0,66	38	29,2	8,7	2,3	2,4	18,9	3,2	7	12	17,3	20,5	3,5	3,7	4,9	8,9	2,4
33	H	0,7	37,2	29,3	8	2,5	2	16,6	3,3	5,6	13,9	16,8	19,1	4,1	4,2	4,6	9,4	2,6
34	H	0,58	38,4	30,4	9	2	1,9	18,4	3,5	6,4	12,5	17,6	21,4	4,1	4,7	4,6	9,3	2,7
35	M	0,59	39,2	29,7	8,9	2,5	2,4	18,6	4,2	7,9	13	18,7	21,4	4,3	5	4,4	9,2	3
36	F	0,63	38,7	28,5	8,5	2,8	2,7	17,5	2,4	6,5	12,3	17,8	21,1	4,2	4,8	4,5	8,9	2,6
37	H	0,54	34,8	28,5	8	2,3	2,6	18,4	2,9	5,2	12,6	16,7	20,2	3,8	4	4,3	8,5	2,9
38	H	0,4	31,2	24,4	7,6	2,1	1,9	13,3	3,2	5,8	10,3	13,5	17,5	3,5	4,1	3,7	6,7	2
39	IND	0,13	30,2	23,7	7,6	1,9	1,9	13,4	3	5,9	11,4	14,8	17,5	3	3,3	4	6,9	1,9
40	IND	0,16	30,6	23,4	7,2	2,3	1,7	13,8	2,9	5,1	11	13,5	18	3	3,5	3,5	7	1,9
41	M	2,12	42,5	36,6	10,4	2,6	3,3	21	4,6	8,4	15	19,6	25,1	4,8	5	6,2	18,5	3,7
42	M	1,48	48,9	38,5	11	2,6	3,6	22,8	5,5	9,6	17	22,7	27,7	5,9	5,4	5,5	17,8	3,8
43	M	1,5	45,5	38,9	11,8	2,5	3,6	22,2	4,7	6	14,3	20	28,3	5,9	7,3	6,1	11,7	3,3
44	H	1,34	45,3	36	11,2	2,3	3	21,7	4,2	6,9	11,3	11,3	26,3	5	5,2	6,8	18,6	3,5
45	M	1,31	44,7	35,9	10,8	2,9	3	21,5	4	5	14,2	19,6	19,4	4,8	5,8	6	10	3,3
46	M	1,34	44,5	35,2	10,6	2,7	3,2	20,5	3,9	8	15,5	20,5	25,8	5,2	5	5,5	10,9	3,4
47	H	1,07	43,5	34,9	9,9	2,5	2,4	20	3,5	7,7	14	19,5	15,2	4,9	5,8	4,4	9,9	3,1
48	H	0,92	43,2	37,5	11	2,8	2,7	19,7	3,9	7,4	15,5	18,5	23,5	4,6	4,9	6	11	3,4
49	H	1,25	46,9	37,2	11	2,6	3,7	20,5	5,2	7,8	15	19,9	27,3	6	5	6,2	11,6	3,4
50	M	1,55	51,3	40,1	11,8	2,9	4	22,7	5	9,4	12,2	22,6	30	5,2	18,6	6,9	11,9	4
51	H	1,17	46,3	36	10,5	2,5	3	20,7	4,3	8,6	16,1	21,4	15,5	5,1	5,8	5,4	10,9	3,4
52	H	0,85	41,3	33,4	9,8	2,3	2,6	18,5	4	8	14	18	24	4,4	5,5	5,7	9,9	2,7
53	H	0,94	39,8	31,4	8,8	2,6	2,5	18,2	3	7,7	14	18	21	3,9	5	4,9	8,6	2,5
54	H	0,82	42,5	33,2	9,8	2,5	2,4	19,3	3,6	7,3	14,9	18	24,5	4,8	4,2	5	9,2	2,8
55	M	0,75	41,5	31,9	9,5	2,1	2,6	18,5	4	8	14,1	18	23,5	4,6	4,9	5	9,2	2,6
56	H	0,95	43,4	33	9	2,4	2,8	19,2	3,2	7	13,4	19,3	23,6	4,8	4,7	5,4	9,9	3,2
57	H	0,88	41,9	33	9,7	2,4	2,5	19,2	3,7	6	13,5	19,2	23,8	4	6,1	5,6	9,6	2,6
58	M	0,79	43,1	33,4	10,5	2,4	2,7	18,9	3,5	6,1	14,2	19,3	22,8	3,1	4,5	5,3	10	2,9
59	H	0,33	41	32,2	9,7	2,5	2,5	19	3,6	6	13,9	18,3	23,3	4,2	4,3	5,1	8,7	2,8
60	H	1,21	47,4	37,5	11	2,6	3	22,5	4	5,8	4,6	28	8,9	5,4	5,8	6	11,2	3,7
61	M	0,83	41	32,3	9,5	2,8	2,4	18,2	3,3	4,5	13,4	19,2	22,3	4	4,4	5,5	9,7	3
62	H	1,05	42,2	34,5	10	2,9	2,8	19,3	3,4	5,2	12,6	18,6	25	4,7	6,3	1,6	10,7	2,9
63	H	0,9	41,9	32,4	9,6	2,6	2,4	19,3	3,6	6,8	13,4	18,5	23,3	4,2	4,9	5,5	8,4	2,8
64	M	0,59	37,2	29,5	9,3	2,5	2,5	16,3	3	4,7	13,1	17,3	20,3	3,7	4,1	4,9	8,8	2,7
65	H	1,08	46,9	34,4	46,4	2,7	2,7	20,4	3,9	6,2	14,5	20,6	25,9	5,3	6,6	10	10	3,1
66	M	1,33	46,8	36,3	10,7	2,7	2,8	20,4	4,2	6,2	16,5	21,3	25,2	5,7	5,5	6	10	3,2
67	M	0,74	41,5	32,1	9,9	2,5	2,3	19,8	3,7	4,9	12,3	18,4	23,3	4,2	5,4	5	8,7	2,8
68	M	0,65	39	30	9	2,3	2,5	18	3,9	5,8	12,6	18,3	21,5	3,9	4,1	5	8,4	2,8
69	H	0,55	37,8	29	9,4	2,4	2,3	17	3	5	13,2	17,5	20,4	3,8	4,2	5	7,9	2,6
70	H	0,37	33	25,5	8,2	2,2	2	15,8	2,5	5,8	11,8	15,5	18,5	3,4	3,5	1,6	6,9	2,2
71	M	0,16	27,7	21,5	6,1	2,1	1	13	2	4,1	8,9	12,2	15,6	2,7	4,1	3	5,4	1,6
72	M	0,26	31,9	25	8,5	2,2	1,8	14,6	2,5	5	11	14,1	17,4	3,2	3,5	3,9	6	2,3
73	M	0,25	31	24	7,3	2,2	1,6	14,2	2,5	4,4	9,6	13,2	17,4	3,2	3,7	3,5	5,9	2,2
74	IND	0,15	27,3	20,9	6,9	2,1	1,7	12,7	2,3	3,7	8,4	11,7	14,5	2,2	3,6	3,3	6,2	1,9
75	IND	0,15	27,6	21,3	6,3	2	1,1	12,5	2	4,1	9,3	12,3	14,6	2,5	3,4	3,2	6,5	1,3
76	H	0,23	30	22,9	7	2,1	1,6	13,4	2,3	4,1	10,6	14	16	3,1	3,8	3,3	6,7	2,2
77	F	0,33	28,2	21,7	7	1,8	1,7	12,8	2	3,1	10	13	14,7	2,6	3,2	3,2	5,4	1,9
78	H	0,28	28	21,3	6,8	2,2	1	13,6	2,4	3,7	8,5	12	15,9	2,2	3,7	3,7	6,1	1,7
79	H	0,5	37,1	28,3	8,8	2,5	1,4	17	2,8	5	13	17,1	20,5	3,5	3,6	5,9	8	2,8
80	H	0,45	36,1	27,4	8,8	2,4	1,5	17,1	2,7	3,5	12	15,6	19,7	3,5	4,5	4,5	8	2,2
81	M	0,98	43	33,6	10	2,7	2,2	20,1	4	5,2	15	18,2	26,1	4,3	4,6	5,7	9,4	3,1
82	M	0,56	39,8	28,5	9	2,5	2,2	18,2	3,7	6,4	14,6	17,8	21,5	3,7	4,1	4,6	8,4	2,5
83	M	1,6	48,5	38	10,5	2,9	3,5	23,5	4,9	7,8	15,1	24	29,2	5,5	5,2	5,6	11,4	3,2
84	M	0,15	36	28,2	7,9	2,6	2	15,1	3,3	4,7	12,5	16	19,2	3,6	3,4	4,7	7,8	1,4
85	M	1,85	51,6	40,2	11,8	3	3,5	23,4	5,6	8,4	15,9	20,5	25,4	5,8	6,6	6,2	11,9	4,1
86	M	0,76	40,7	31,8	9,5	2,6	2,9	18,3	3,9	7,6	13,2	19,3	21,7	4,8	4,3	5,5	8,9	2,8

Tabla 1. Continuación.

87	H	9,64	37,6	39,5	8,5	2	2,1	6,7	3,2	6,3	11,2	15,5	20	3,9	5,5	4,2	8,3	2,6
88	H	2,54	43,2	50,7	15,4	3,2	5	30,2	6	11	18,5	26,4	34,3	8,7	9,6	8,5	17,9	5,3
89	M	0,74	46,4	32,3	9,6	2,5	2,6	18,9	3,5	7,5	13,4	18,2	22,9	4,6	5,5	5,1	9	2,8
90	M	7,46	59	43	12,3	3,2	4	24,1	5,1	9,1	17,6	23,6	29,4	6,9	6	7	13,8	3,2
91	H	1,88	47,5	32,9	9,9	2,5	3,3	20,7	4,2	8,7	15,4	21,6	26,3	5,4	5,9	5,9	11,6	3,2
92	M	1,23	45,9	35	9,1	2,1	3,8	19,2	4,1	7,6	13,6	18,6	24,2	5	5,8	5	9,8	3
93	M	1,54	49,6	38,9	11,2	2,8	2,8	22,2	4,7	8,3	15,9	20,6	37,3	5,5	5,8	5,1	11,6	3,3
94	M	0,89	42,2	33,8	9,4	2,8	2,5	18,2	4	6,4	12,6	17,7	23,5	4,7	5	5,8	9,2	2,5
95	M	1,64	54,1	40,7	10,5	3	3,8	22	5	8,2	18,9	23	37,2	6	6,8	7	13	3,6
96	M	9,44	76,9	60	18	3,2	6,3	39,2	9,1	11,9	23,3	32,6	41,2	11,4	11,6	10,6	23,9	4
97	M	6,45	65,8	55,5	15	4,2	4,4	34,1	5,7	10,6	21,1	32	34	21,5	8,4	8,5	18,2	4,7
98	M	6,36	68,5	57,3	16,8	3,5	6,2	33,9	6,5	10,8	21,4	29,2	39,6	8,5	11	9,6	21	5,7
99	M	5,17	63,2	51,9	14,3	2,4	5,3	29,6	5,4	12	18,8	26,2	34,6	8,5	10	7,2	17,9	5,1
100	M	5,9	64	51,9	14,4	3,3	5,5	31,6	6,5	11,6	19,3	36,4	35,9	8,5	9	8,7	19,4	5,7
101	M	5,95	71,3	55,8	14,8	3,5	6,2	34,4	6,5	12,3	20,7	28,2	40	8,6	9,1	9,2	18,8	4,8
102	M	5,33	65	53,5	5,4	3	5,2	30,5	7	11,3	19,5	29	38,2	19	8,9	8,9	17,3	4,5
103	M	4,3	66,7	52,1	6,3	3,5	5,4	30,4	6,2	11,2	21,2	29,1	38,3	7,5	8	9,3	16,8	5
104	M	4,45	66	53,5	15,8	3,4	5	31,1	6,8	11	19,6	28	37	7,2	9,2	8,6	17,6	5
105	M	2,5	56,5	45	12,4	3,2	4,5	25,8	5,3	10	28,8	25	33	7,3	6,4	7	15,5	4,1
106	M	17,69	88,4	73,6	18,8	4,5	9	43,5	9,8	14,4	24,6	37,4	54,1	12,5	11,4	17,8	19	8
107	M	5	52,2	41,1	10,9	2,8	4,7	25,1	5,3	8,5	15,6	23	3,1	6,4	7,2	6,7	13,2	3,6
108	H	2,46	65,7	52,5	13,4	3,6	5,4	30,3	7,3	10,6	17,9	28,5	37,6	18,1	10,3	7	17,6	5,1
109	H	0,44	32,8	25	7,2	2,5	1,7	15,3	2,8	5,4	11,5	15	18	2,8	3,9	3,9	6,5	2
110	M	2,57	55	42,5	12,8	2,9	2,9	23,5	6,5	19	18,5	23,9	30,2	4,3	7,3	6,9	14,6	4,1
111	H	5,77	65,9	53,5	14,3	3	4,8	32	6,6	10,9	22,5	30	37,2	7,6	9,6	9,5	18,6	5
112	M	4,87	65,4	59,6	15,1	3,4	5,4	30,6	6,6	11,6	16,7	26	37,5	7,9	10	8,8	17,8	5,2
113	M	3,59	55,5	45,5	13,3	2,9	4,3	26,7	6,2	10	17,2	24,6	30,4	7,2	7,3	7,9	16,1	4,6
114	H	1,28	59,2	48,3	12,8	3	4,7	28,2	6,4	10,2	18,6	24	34,2	7,3	8,5	7,9	16,2	4,7
115	M	2,87	51	40,3	11,6	3	4	24,6	5,4	9,3	16,7	21,8	27,8	6,2	7,5	7,3	14,5	4,4
116	M	3,21	57,6	45,5	13,2	3,3	4	28,6	6,3	10,3	19,2	26	30,7	6,6	7,6	2,6	15	4,6
117	M	2,24	52,5	41,2	12,0	2,6	4,3	23,8	4,8	9,4	16,5	23,5	29,7	6,8	7	6,8	13,2	4
118	M	2,15	50,5	40,2	11,2	2,8	4	24,3	5,9	11,2	15,9	23,3	27,4	6,3	7	6,6	13,5	4
119	H	1,82	50,3	40,4	11	2,5	3,2	21,9	6,2	8,8	17	22,3	28,2	5,1	6,4	6,2	11,4	3,9
120	H	1,39	49,6	38,5	11,4	2,5	3,2	21,2	5	8,8	21,5	21,6	26,5	5,5	5,5	6	12	3,5
121	H	1,4	45,7	36,2	10,4	2,8	2,8	25	4,9	9,4	14,2	13,9	25,8	5	6,6	5,3	10,2	3,5
122	M	2,68	45,2	34,8	10,3	2,6	3,3	20,5	4,5	8	14,1	18,5	24,7	5,5	7,5	5,5	12,3	3,5
123	M	4,27	59,3	47,1	13,7	3,5	4,0	28,2	6,4	10,8	18,6	24,2	33,0	7	9,2	8,4	17	5
124	M	3,56	58	45,5	12,8	3,2	4,5	27	6,1	10,6	17,8	25,7	30,6	6,9	8,3	7,4	17	4,6
125	M	3,85	58,1	45,7	13,3	3,2	5	28,3	5,7	9,8	18,7	23,2	32,3	7	8,8	8,3	15,2	3,4
126	M	2,66	50,2	40,9	10,8	2,8	3,3	20,2	5,2	8,5	16,3	20,7	28	6,1	7	6,5	14,2	3,7
127	M	1,87	47	37,1	10	2,3	3,2	21,2	4,9	8,1	15,9	22,8	26,5	5,9	5,8	5,6	12,8	3,5
128	H	0,89	38	30	8,1	2,6	2,2	17,3	3,8	6,6	12,5	16,6	21,4	4,5	4,7	4,4	10	2,6
129	H	0,55	39,9	26,3	7,6	2,1	2,2	15,2	4,5	6,4	10,5	13,4	19	3,9	4,6	3,6	7,8	2,8
130	M	5,53	66	53,5	15,2	3,2	5,8	32	7,3	11,3	20,1	27	36,2	8,3	10,1	8,9	21	5,2
131	M	6,2	70,9	55,9	16,3	3,4	6	34,6	7,6	9,3	22	29,1	39,6	8,2	10	9,2	22,6	5,9
132	M	3,96	59,5	48	13,7	3,2	4,3	29	6,4	10	24	23,3	32,3	7,5	7,1	6,8	16,9	4,4
133	M	2,44	50,5	41,5	11,4	3	3,7	24,3	5,2	7	23,2	16,6	30	5,8	6	6,5	12,8	4
134	H	1,52	40	38	10	2,5	3,5	22,3	3,7	7,3	15	21,7	28	5,2	5,2	5,9	13,3	3,6
135	M	2,04	35,7	50,6	16,1	4,1	6	30	7	13,8	22,9	38,3	38,8	9,5	9,2	9,2	24,5	5,4
136	M	3,56	65,9	53,3	15	3,4	4,2	29,7	6,2	9,9	21,1	30	36,9	6,9	8,9	7,6	17,6	4,8
137	M	3,16	61,9	49	13,6	2,9	3,9	25	6,3	9,1	19,5	30,6	32,7	6,2	8,1	7,7	17	4,7
138	M	2,99	53	47,1	11,7	3	3,8	23,9	4,6	7,3	16,4	22	30	6	6,5	5,8	13,2	4
139	H	2,28	52,2	42,4	11,7	2,8	3,3	24,5	5	8,6	18,4	23	30	5,9	6,5	6,9	14,3	4,4
140	H	4,72	64,5	53,2	15,6	3,1	4,2	33,2	6,8	9,7	19,5	26,5	34,5	8,4	8,9	8,5	18,9	5,1
141	H	1,69	45	36	9	2,6	3	21,2	3,5	7,4	14,5	20	25,5	4,7	5,9	5,2	10,5	3,5
142	H	3,84	63,1	47,3	12,5	3	3,9	28,2	6,4	10	20,4	31	34	6,9	8	6,9	16,5	4
143	M	3,13	56,5	44,4	13,9	2,9	4,1	25,3	5,6	8,2	18	23,5	29,6	6,3	7,8	6,5	15,7	4,1

(1974), Sarmiento y Forero (1984), Rodríguez y Pérez (1992), Rojas y Jaramillo (1997) y León (2002), obteniéndose registros, además de peso total, longitud total (LT) y longitud estándar (LE), la longitud cefálica, preocular, predorsal, preanal, longitud de la aleta dorsal, de la aleta pectoral, de la aleta anal, longitud post-dorsal, post-anal, altura promedio del pedúnculo caudal, ancho cefálico, ancho interocular, altura del cuerpo y abertura de la boca.

Los registros fuerou posteriormente utilizados para obtener las relaciones proporcionales típicas de *G. bogotensis*. Igualmente se determinó la ecuación longitud total-peso total, que igualmente sirve para caracterizar la relación de crecimiento de la especie. Las relaciones se obtuvieron mediante el siguiente cociente: LM/Lm (LM es la medida mayor, Lm es la medida menor).

Los cocientes obtenidos fueron:

1. Longitud estándar/longitud cefálica = LE/LC
2. Longitud estándar/altura del cuerpo = LE/AC
3. Longitud cefálica/ancho interocular = LC/AI
4. Longitud preocnlar/ancho interocular = LPREO/AI
5. Longitud post-dorsal /longitud post-anal = LPOSD/LPOSA
6. Longitud dorsal del pedúnculo caudal/altura promedio del pedúnculo caudal = LDPC/APC

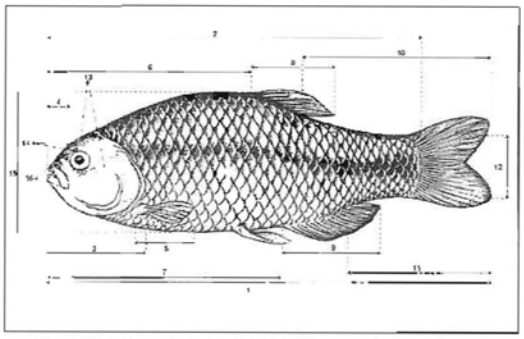

Fig. 1. Vista lateral esquemática de *Grundulus bogotensis*, que muestra las áreas donde se tomaron las medidas morfométricas. 1: longitud total, 2: longitud estándar, 3: longitud cefálica, 4: longitud preocular, 5: longitud aleta pectoral, 6: longitud predorsal, 7: longitud preanal, 8: longitud dorsal, 9: longitud aleta anal, 10: longitud postdorsal, 11: longitud postanal, 12: altura pedúnculo caudal, 13: ancho cefálico, 14: ancho interocular, 15: altura del cuerpo, 16: abertura de la boca.

7. Longitud de la aleta dorsal/longitud de la aleta anal = LD/LA
8. Longitud estándar/longitud de la aleta dorsal = LE/LD
9. Longitud estándar/longitud de la aleta anal = LE/LA
10. Longitud cefálica/longitud de la aleta pectoral = LC/LP
11. Longitud predorsal/longitud preanal = LPRED/LPREA
12. Longitud cefálica/ancho cefálico = LC/AC
13. Ancho cefálico/ancho interocular = AC/AI
14. Ancho cefálico/abertura de la boca = AC/AB

En peces, la relación longitud-peso se calcula según la ecuación $P = aL^b$ (Bagenal & Tesch 1968), indicando que el peso (P) en g es proporcional a cierta potencia (b) de la longitud (L) en mm, donde a es el intercepto y b la pendiente o coeficiente de regresión. Con esta ecuación es posible determinar la velocidad de incremento en peso con relación a la longitud o viceversa. El valor de b oscila entre 2 y 4, cuando este valor es superior a 3, el crecimiento es mayor en peso que en longitud a través del tiempo, en tanto que valores inferiores a 3 señalan un crecimiento lineal con una tasa mayor en longitud que en peso.

Resultados y discusión

Relación longitud–peso. La relación longitud-peso, el coeficiente de regresión b para la población estudiada de Guapucha fue de 3,601, indicando un crecimiento mayor en peso que en longitud para la especie (Fig. 2 y 3). La ecuación de la relación longitud-peso, en su transformación logarítmica, fue $\log P = -13{,}52 + 3{,}601 \log L$ ($P = -13{,}52L^{3{,}601}$).

El coeficiente de determinación ($r^2 = 0{,}907$) obtenido muestra que los datos analizados se ajustan a los modelos lineal y potencial. Así mismo el coeficiente de correlación ($r = 0{,}952$) señala un alto grado de asociación entre las variables longitud y peso para la población del Embalse San Rafael.

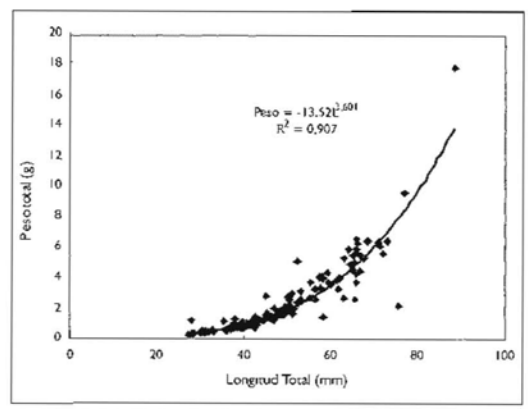

Fig. 2. Relación longitud total-peso total de *G. bogotensis*.

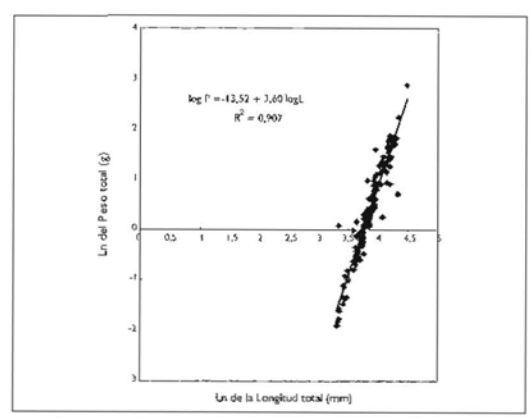

Fig. 3. Relación entre el logaritmo natural de la longitud total y el logaritmo natural del peso total en *G. bogotensis*.

Forero & Garzón (1974), con 912 guapuchas del Embalse del Neusa, obtuvieron uu valor para el coeficiente de regresión b de 3,159, indicando que el peso para la población total aumenta un poco más que el cubo de la longitud y define la ecuación para la relación longitud-peso: P = -11,706 + 3,159L.

La población de Guapucha en el Embalse de San Rafael presentó un valor promedio de peso total de 2,15 g (0,15-17,69) y 48,45 mm (27,3-88,4) de longitud total. Forero y Garzón (1974), registraron en la población del Embalse del Neusa valores promedios de 5,54 g y 65,23 mm. La diferencia obtenida posiblemente se deba a que cerca del 60% de la población estudiada en el Neusa correspondió a ejemplares entre los 64 y 80 mm de longitud, con pesos entre 4,64 g y 8,28 g; mientras que para San Rafael el porcentaje obtenido para el mismo rango de longitud fue del 16%.

Relaciones proporcionales. Para caracterizar biométricamente la población de *G. bogotensis* en el Embalse de San Rafael, se establecieron relaciones proporcionales cuyos cocientes matemáticos aparecen en la tabla 2.

Tabla 2. Relaciones proporcionales de la población de *G. bogotensis* del Embalse San Rafael. Media (X), Desviación estándar (DS), Error estándar (ES) y Coeficiente de variación (CV).

RELACIÓN	X	DS	ES	CV
LE/LC	3,57	0,71		19,88
LE/AMC	3,30	0,84		25,45
LC/AI	1,91	0,62		32,46
LPREO/AI	0,49	0,17		34,69
LPOSD/LPOSA	0,86	0,59		68,6
LPOSD/APC	3,92	0,67		17,09
LAD/LAA	0,51	0,12		23,52
LE/LAD	4,97	0,80		16,09
LE/LAA	2,52	0,67		26,58
LC/LAPEC	3,57	1,41		39,49
LPRED/LPREA	4,98	0,75		15,06
LC/AC	1,86	0,54		29,03
AC/AI	1,06	0,36		33,96
AC/AB	1,78	0,33		18,53

Los resultados de las características analizadas, en forma de relaciones proporcionales, varían desde altas con coeficiente de variación (CV) entre 15 y 30, hasta las que presentaron variación muy alta con CV>30.

Variación alta:

Longitud predorsal/longitud preanal, CV = 15,06
Longitud estándar/longitud de la aleta dorsal, CV = 16,09
Longitud post-dorsal/altnra del pedúnculo caudal, CV = 17,09
Ancho cabeza/abertura de la boca, CV = 18,53
Longitud estándar/longitud cefálica, CV =19,88
Longitud de la aleta dorsal/longitud de la aleta anal, CV = 23,52
Longitud estándar/altura del cuerpo, CV = 25,45
Longitud estándar/longitud de la aleta anal, CV = 26,58
Longitud cefálica/ancho cefálico, CV = 29,03

Para una determinada población en estudio, el coeficiente de variación aceptable es aquel que no supere el 30%, es decir que el promedio obtenido se considera como representativo. Para las demás relaciones proporcionales con CV entre 32,46 y 68,60 (longitud cefálica/ancho interocular, ancho cefálico/ancho interocular, longitud preocular/ancho interocular, longitud cefálica/longitud de la aleta pectoral y longitud post-dorsal/longitud postanal) se puede decir que no son las más adecuadas para caracterizar la especie, aunque sean válidas para peces como el Capitán de la Sabana (*Eremophilus mutisii*), donde los coeficientes de variación para las relaciones proporcionales fueron bastante menores, con un CV máximo de 20,74 (Sarmiento & Forero 1984).

Es importante anotar que las medidas biométricas varían cntre las diferentes especies ícticas y que se hallan estrechamente relacionadas con la edad y talla de los peces, siendo prudente realizar esta clase de estudios con ejemplares clasificados por rangos de talla predeterminados.

Conclusión

Teniendo la población de *G. bogotensis* del Embalse del Neusa como punto de comparación, se puede afirmar que la población del Embalse San Rafael presenta un crecimiento evidentemente mayor en peso que en longitud, diferente a lo reportado por Forero y Garzón (1974), donde el crecimiento es algo mayor en peso que la longitud.

En cuanto a las relaciones morfométricas, nueve de las catorce relaciones proporcionales presentaron un CV estadísticamente aceptable, mientras cinco proporciones con un elevado CV no serían las mejores para caracterizar la especie, aunque sean válidas para otras especies.

Es importante anotar que proporciones morfométricas como longitud estándar/longitud postdorsal y longitud cefálica/longitud preorbital, son de frecuente uso en la caracterización de especies ícticas, por lo cual son tenidas en cuenta para esta clase de estudios.

Agradecimientos

A Lisette Castellanos y a César Díaz de la Facultad de Medicina Veterinaria de la Universidad de La Salle, por las sugerencias y recomendaciones en el manejo estadístico de los registros.

Referencias

Bagenal, T. & F. Tesch. 1968. Age and growth. In: T. Bagenal (ed.) Methods for assessment of fish production in fresh waters 3rd. IBP Handbook No 3: 101-136.

Dahl, G. 1971. Los peces del norte de Colombia. Inderena. Bogotá D.C.

Forero, J.E. & M.R. Garzón. 1974. Ciclo biológico de la guapucha, *Grundulus bogotensis*. Trabajo de grado, Departamento de Biología, Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá.

González, J.A., M.L. Bueno & J.E. Forero. 1992. Caracterización cromosómica de d os especies ícticas nativas: Guapucha, *G. Bogotensis*, y Capitán, *E. mutisii*, de la Sabana de Bogotá. Acta Biol. Colomb. 7 y 8.

León, L.D. 2002. Aspectos biológicos y ecológicos de la fauna íctica del Embalse San Rafael, Municipio de La Calera, Departamento de Cundinamarca. Trabajo de grado, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá D.C.

Lima, F.C.T., L.R. Malabarba, P.A. Buckup, J.F Pezzi da Silva, R.P. Vari, A. Harold, R. Benine, O.T. Oyakawa, C.S. Pavanelli, N.A. Menezes, C.A.S. Lucena, M.C.S.L. Malabarba, Z.M.S. Lucena, R.R. Reis, F. Langeani, L. Cassati, V.A. Bertaco, C. Moreira & P.H.F Lucinda. 2003. Genera incertae sedis in Characidae. 106-169. in: R.E. Reis, S.O. Kullander & C.J Ferraris, Jr. (Organizers). Check list of the freshwater fishes of South and Central America. EDIPUCRS, Porto Alegre, Brazil. 742p.

Pantoja, F. & C. Pantoja. 2003. Hábitos alimentarios de *Grundulus sp.* (Pisces: Characidae) en el Lago Guamuez, Departamento de Nariño, Colombia. Dahlia (Rev. Asoc. Colomb. Ictiol.) 6: 113–115.

Rojas, J. & L. Jaramillo. 1997. Anatomía descriptiva del sistema esquelético de *Trichomycterus bogotense* (Pisces: Trichomycteridae). Trabajo de grado, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá D.C.

Rodríguez, I. & M.C. Pérez. 1992. Contribución al conocimiento de la biología del Capaz, *Pimelodus grosskopfii* Steindachner, 1880 (Siluriformes: Pimelodidae), en el Embalse de Betania, Río Magdalena. Trabajo de grado, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá D.C.

Román-Valencia, C., P. Hans-Joachim & F. Pantoja. 2001 (2003). Una especie nueva de Grundulus (Teleostei: Ostariophysi: Characidae) para Colombia y redescripción de *Grundulus bogotensis* (Humboldt & Valenciennes, 1833). Mem. Fund. La Salle Cienc. Nat. 155: 51-72.

Sarmiento, N. & J.E. Forero. 1984. Biometría del pez Capitán de la sabana, *Eremophilus mutisii* Humboldt, 1805. Rev. Asoc. Col. Cien. Biol. 2 (1): 45-56.

GUÍA PARA AUTORES

Prácticas generales editoriales. Someta el manuscrito en original y copia. Los manuscritos son considerados para publicación, entendiéndose que no han sido publicados, sometidos o aceptados en otros medios publicitarios. Los manuscritos serán sometidos a evaluación de su contenido y significado. Las decisiones del editor son finales.

Manuscritos

Idioma. Los manuscritos se publicarán en Castellano o Inglés, en escrito claro y conciso, evitando revisiones extensas en la introducción y discnsión. Cite sólo fuentes esenciales de una teoría u opinión.

Título. Debe ser breve y contener palabras claves de la información del contenido del artículo.

Resumen y Abstract. Deben reflejar sucintamente el contenido y énfasis del artículo en cerca de 200 palabras. Al igual que el título, éstos deben permitir a los lectores determinar el contenido de la publicación.

Palabras claves o key words (según el idioma usado). Cinco palabras claves que identifiquen el trabajo deben darsc para índice y recobro de información.

Texto. El manuscrito debe estar encabezado con el título del trabajo, centrado y en mayúsculas; en el siguiente renglón el (los) autor(es) centrados, y a renglón seguido escribir la institución donde realizó el trabajo y la dirección postal. El manuscrito debe estar escrito a espacio y medio (1,5), con amplias márgencs y por un solo lado en papel de buena calidad, tamaño carta. Los nombres científicos deben escribirse en itálica, siguiendo las reglas internacionales de nomenclatura zoológica. El manuscrito original en papel debe estar acompañado de un disquete/CD en Office Word, o ser enviado vía internet.

Figuras. Presentar cada diagrama, gráfica o fotografía (bajo el nombre de Fig.) en original en hoja separada cada una. Cada tabla debe ir en hoja separada y encabezada con su leyenda. Los textos de las figuras deben escribirse en una hoja separada (bajo el nombre de figuras). Las tablas y figuras deben ser comprensibles sin tener que referirse al texto. Figuras en color pueden ser publicadas a expensas de los autores. Planifique sus ilustraciones al tamaño más pequeño posible de publicación (¯ de página), con figuras, letras y otros símbolos sobre las figuras tan grandes que su tamaño final impreso tenga por lo menos 1,5 mm de altura.

Referencias. Deben estar conformadas según el siguiente uso:

Revista: Cala, P. & Södergren. 1999. Occurrence and distribution of organochlorine residues in fish from the Magdalena and Meta rivers in Colombia. Toxicological and Environffiental Chemestry 71:185-195.
Libro: Dahl, G. 1971. Los peces del norte de Colombia. INDERENA, Bogotá. 391 p.
Capítulo: Krebs, J.R. & R.H. McCleery. 1984. Optimization in behavioural ecology. 91-121. In: J.R. Krebs & N.B. Davis (eds.) Behavioural ecology. An evolutionary approach. 2nd ed. Blackwell Scientific Publications, Oxford.

Agradecimientos. Que sean cortos

NOTA: Para mejor orientación ver un número reciente de ***Dahlia***.

ISSN 0122-9982
9 770122 998004 00008

CONTENIDO

Cala, C. P. Diet of *Astyanax fasciatus* and *Cyphocharax magdalenae* (Pisces: Characiformes), in the Betania Reservoir, upper part of the río Magdalena System, Colombia 3-7

Román-Valencia, C. & R. I. Ruiz C. Diet and reproduction aspects of *Astyanax aurocaudatus* (Teleostei: Characidae) from the upper part of the Río Cauca, Colombia 9-17

Gómez, S. E. & J. González Naya. Nuevos datos experimentales sobre la velocidad de natación de *Cichlasoma facetum* (Pisces, Cichlidae) 19-23

Maldonado-Ocampo, J. A. & C. D. De Santana. New records of *Apteronotus eschmeyeri* (Gymnotiformes: Apteronotidae), in the Magdalena-Cauca Hydrographic Region, Colombia 25-27

Bogotá Gregory, J. D. & J. A. Maldonado-Ocampo. La colección de peces del Instituto Alexander von Humboldt (IAvH), nuevos registros y representatitividad. Parte I: Orinoquia 29-37

Briñez-Vásquez, G. N., F. A. Villa-Navarro, A. Ortega-Lara, G. Reinoso-Flórez & J. E. García-Melo. Distribución altitudinal y diversidad de la familia Astroblepidae (Pisces, Siluriformes), en la Cuenca del Río Coello, Tolima 39-46

Zúñiga-Upegui, P., F. Villa-Navarro, G. Reinoso-Flórez & A. Ortega-Lara. Relación longitud-peso y frecuencia de tallas para los peces del género *Chaetostoma* (Siluriformes, Loricariidae) de la Cuenca del Río Coello, Colombia 47-52

García-Melo, L. J., F. A. Villa-Navarro, G. Reinoso-Flórez & A. Ortega-Lara. Aspectos bioecológicos de los peces de *Trichomycterus* (Siluriformes: Trychomycteridae) en la Cuenca del Río Coello, Colombia 53-59

Bogotá-Gregory, J. D. & J. A. Maldonado-Ocampo. La colección de peces del Instituto Alexander von Humboldt (IAvH). Nuevos registros y representatividad. Parte II: Amazonia 61-69

León, L. D., J. A. González & J. E. Forero. Aspectos biométricos de la Guapucha, *Grundulus bogotensis* (Pisces: Characidae) 71-77

Banquett-Cano, C., G. A. Juris-Toregrosa, Ch. W. Olaya-Nieto, F. F. Segura-Guevara, S. B. Brú-Cordero & G. Tordecilla-Petro. Hábitos alimenticios del Moncholo, *Hoplias malabaricus* (Pisces: Erythrinidae), en la Ciénaga Grande de Lorica, sistema Río Sinú, Colombia 79-88

Mancera-Rodríguez, N. J. & R. Álvarez-León. Estado del conocimiento de las concentraciones de hidrocarburos y residuos organoclorados en peces dulceacuícolas de Colombia 89-103